

**FABRICACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EMPRESA
ANDES CAST METALS FOUNDRY**

**PEDRO ALEXANDER YEPEZ LONDOÑO
SERGIO DE JESUS HERNANDEZ ATEHORTUA**

**MEDELLÍN
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
2013**

**FABRICACIÓN DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA LA EMPRESA
ANDES CAST METALS FOUNDRY**

**PEDRO ALEXANDER YEPEZ LONDOÑO
SERGIO DE JESUS HERNANDEZ ATEHORTUA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE TECNÓLOGO EN
MECÁNICA**

**ASESOR
WILSON MARTINEZ NIETO**

**MEDELLIN
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
2013**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 20 de Mayo de 2013

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado primero que todo a Dios quien nos da la fuerza para seguir adelante en nuestro día a día; a mi familia y amigos quienes me han apoyado en esta etapa de mi vida y también quiero dedicarlo a la Institución Universitaria Pascual Bravo, quien me ofreció la posibilidad de realizar mis sueños, además de encontrar personas tan profesionales preparadas como son los profesores quienes nos ofrecieron todo su conocimiento, además de encontrar amistades en las demás tecnologías e ingenierías.

A pesar de las adversidades puedo decir que logre ser un Tecnólogo del Pascual Bravo muchas gracias por esa oportunidad.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos alcanzar este logro tan grande que a pesar de las adversidades logramos obtener no solo un conocimiento sino un aprendizaje de vida.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos ofrecen para alcanzar las metas propuestas y al resto de nuestra familia quienes siempre están presentes.

Los profesores por las enseñanzas que nos han brindado y las experiencias de aprendizaje que las comparten con los estudiantes.

CONTENIDO

	Pág
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE PLANOS.....	13
LISTA DE ENEXOS.....	14
1.INTRODUCCIÓN	18
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. OBJETIVOS.....	22
4.1 GENERAL.....	22
4.2 ESPECÍFICOS	22
5. REFERENTES TEÓRICOS	23
5.1 HISTORIA Y CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE HIDRÁULICA.....	23
5.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA.....	28
5.3 APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA HIDRÁULICA:	29
5.4 COMPONENTES DE SISTEMAS HIDRÁULICOS	30
5.5 CIRCUITOS HIDRÁULICOS BÁSICOS.....	45
5.6 ACEITES HIDRÁULICOS.....	46
5.6.1 Aceites hidráulicos características técnicas:	47
5.7 TIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE RODAMIENTO	49
5.7.1 Montaje mecánico.....	50
5.7.2 Montaje de rodamientos por inducción de calor	51
5.7.3 Montaje en frio de los rodamientos	53
5.7.4 Método hidráulico.....	54
5.8 LA PRENSA.....	55
5.8.1 Prensa de balancín.....	57
5.8.2 Prensa hidráulica	58

5.8.3 Prensa de fricción	59
6 CLASIFICACIÓN DE LA PRENSAS.....	61
6.1 PRENSAS HIDRÁULICAS.....	63
6.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS	64
6.2.1 Elementos estructurales más comunes	65
6.2.2 Principales sistemas estructurales.....	71
6.4 MATERIALES.....	75
6.5 PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN	75
6.6. MODELADO DE LA ESTRUCTURA.....	77
6.6.1 Tipos de apoyos y conexiones.....	77
6.7 PRODUCTOS LAMINADOS PERFILES	79
6.8 TORNILLOS	91
6.9 CILINDROS HIDRÁULICOS.....	95
6.9.1 Clasificación de los cilindros hidráulicos.	968
6.9.2 Tipos de cilindros hidráulicos 1.....	100
6.9.3 Cilindro hidráulico tipo buzo.	100
6.9.4 Cilindro hidráulico tipo simple efecto.	100
6.9.5 Cilindro hidráulico tipo doble efecto.	101
7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	100
7.1 CÁLCULOS	102
7.1.1 CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA DE LA PRENSA HIDRÁULICA	102
7.1.3 CÁLCULOS DE LA VIGA	103
7.2 CÁLCULOS DE LA COLUMNA.....	109
7.2.1 CALCULAREMOS LA BARRA PARA SOSTENER LA MESA.....	110
7.3 CÁLCULOS PARA LA MESA	114
7.3.1 VIGA TIPO H	121
8. METODOLOGÍA	138
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	141
BIBLIOGRAFÍA.....	144
PLANOS.....	128
ANEXOS.....	146

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cilindro Hidráulico	26
Figura 2. Imagen sobre el principio de Pascal	27
Figura 3. Prensa hidráulica mega de 30 toneladas	28
Figura 4. Prensa hidráulica de 20 toneladas	28
Figura 5. Bomba de engranajes	33
Figura 6. Bombas no regulables	34
Figura 7. Bomba de Engranajes	37
Figura 8. Aguja o cono, asiento y resorte calibrado	39
Figura 9. Aguja o cono, asiento y dispositivo de regulación del resorte	40
Figura 10. Arandela de estanqueidad en elastómero o en plástico	40
Figura 11. Cojín de aceite o tubo amortiguador	41
Figura 12. Principio de funcionamiento de una válvula de limitación de presión pilota	41
Figura 13. Componentes del tanque hidráulico	44
Figura 14. Otros componentes del tanque hidráulico	45
Figura 15. Tanque no presurizado. Respiradero	46
Figura 16. Símbolos de los tanques en su estado	47
Figura 17. Circuito hidráulico	48
Figura 18. Montaje mecánico	52
Figura 19. Daños en los caminos de la rodadura	53
Figura 20. Rodamiento frío	54
Figura 21. Eje caliente	54
Figura 22. Aparatos eléctricos para calentamiento de rodamientos	54
Figura 23. Rodamientos y piezas de acero	54
Figura 24. Rodamientos montados en frío	55
Figura 25. Método hidráulico-	57

Figura 26.	Esquema básico de una prensa	58
Figura 27.	Modelo de prensa de balancín de Nicolás Briot	59
Figura 28.	Modelo de prensa de balancín de Alfred Schutte	59
Figura 29.	Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah	60
Figura 30.	Prensa de fricción para estampar de principio del siglo XX	62
Figura 31.	Prensa excéntrica para embutir por estirado	62
Figura 32.	Prensa de excéntrica para perforar	64
Figura 33.	Prensas hidráulicas de doble pistón	65
Figura 34.	Elemento tipo cable	67
Figura 35.	Reacción coaxial con el cable	68
Figura 36.	Carga por peso propio	68
Figura 37.	Elemento tipo columna	69
Figura 38.	Elemento tipo viga	69
Figura 39.	Elemento tipo arco	70
Figura 40.	Elemento tipo cercha	70
Figura 41.	Elementos tipo cascarón	71
Figura 42.	Elementos tipo cascarón	72
Figura 43.	Elementos tipo muro	72
Figura 44.	Cerchas	73
Figura 45.	Armaduras	73
Figura 46.	Marcos o pórticos	74
Figura 47.	Sistemas de pisos	74
Figura 48.	Sistemas de muros	75
Figura 49.	Domos, silos y tanques	75
Figura 50.	Sistemas combinados para edificaciones	76
Figura 51.	Gráfica fuerza vs deformación	78
Figura 52.	Diagramas cortante y de momentos	78
Figura 53.	Diagrama de líneas que representa la estructura	79
Figura 54.	Empotramientos	80
Figura 55.	Apoyos elásticos	80
Figura 56.	Laminados perfiles	81

Figura 57.	Viga de deformación	84
Figura 58.	Vigas en voladizo	84
Figura 59.	Vigas apoyadas en dos puntos	85
Figura 60.	Vigas empotradas por sus extremos	86
Figura 61.	Fórmulas para calcular el módulo de la sección	87
Figura 62.	Cálculo de Z para secciones circulares y huecas (Tubos)	88
Figura 63.	Cálculo Z para secciones rectangulares huecas, en doble T y en U.	89
Figura 64.	Muestras de tornillos Socket	93
Figura 65.	Muestras de tornillos de gorra o corona	94
Figura 66.	Muestras de tornillos maquinados	94
Figura 67.	Simple cortadura	95
Figura 68.	Doble cortadura	95
Figura 69.	Cilindros de simple efecto	98
Figura 70.	Cilindros de doble efecto	99
Figura 71.	Cilindros telescópicos	99
Figura 72.	Muestra 58800N a la mitad de la viga	103
Figura 73.	Gráfica con la distribución de los esfuerzos en	106
Figura 74.	Dimensiones de la viga y el modulo elástico ASTM A36	107
Figura 75.	Resultados del cálculo hecho	108
Figura 76.	Resultado de 53530 MPa	109
Figura 77.	Imagen en 3D que muestra la excentricidad en la viga y el momento al cual está sometido	110
Figura 78.	Cálculo de la barra para sostener la mesa	112
Figura 79.	Distribución de fuerzas en la barra y el momento	113
Figura 80.	Dimensiones de la barra de acero 4340	114
Figura 81.	Esfuerzos cortantes que sufre la barra	115
Figura 82.	Momento de elongación de la barra menor que la resistencia del material	116
Figura 83.	Formato de longitud determinada a la viga	117
Figura 84.	Fuerza aplicada en la viga	118
Figura 85.	Gráfica con la distribución de esfuerzos y el momento en la viga	119
Figura 86.	Dimensiones de la sección y tipo de material para cálculos	120

Figura 87.	Cálculos realizados por el programa	121
Figura 88.	Reacción de la viga y el esfuerzo que provoca si es mayor que los 200000 MPa	122
Figura 89.	Viga tipo H y los esfuerzos	123
Figura 90.	Gráficas con la distribución de esfuerzo y el momento	124
Figura 91.	Dimensiones de la viga y tipo de material	125
Figura 92.	Tabla con los resultados de los cálculos	126
Figura 93.	Reacción de la viga y el resultado del momento de elongación si es menor de 200000MPa	127

LISTA DE PLANOS

	Pág.
Plano # 1. Animación de la viga tipo h en 3d	128
Plano # 2. Tubo superior	129
Plano # 3. Viga tipo H	130
Plano # 4. Ángulos	131
Plano # 5. Barra	132
Plano # 6. Platina	133
Plano # 7. Mesa	134
Plano # 8. Columna	135
Plano # 9. Platina	136
Plano# 10. Estructura	137
Plano# 11. Estructura con bordes visibles y ocultos	138
Plano# 12. Estructura sombreada	139

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo # 1.	Símbolos Hidráulicos I	146
Anexo # 2.	Símbolos Hidráulicos II	147
Anexo # 3.	Símbolos Hidráulicos III	148
Anexo # 4.	Símbolos Hidráulicos IV	149

GLOSARIO

Caudal: caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Columna: designa diversos elementos que suelen tener en común su carácter alargado y vertical.

Esfuerzos Axiales: por lo general ocurren en elementos como cables, barras o columnas sometidos a fuerzas axiales (que actúan a lo largo de su propio eje), las cuales pueden ser de tensión o de compresión

Esfuerzo: Esfuerzo es la resistencia que ofrece un área unitaria (A) del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa (fuerza, F):

$$ESFUERZO = \frac{FUERZA}{\dot{A}REA} = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Excentricidad helicoidal: parámetro que determina el grado de desviación de una sección cónica con respecto a una circunferencia;

Hidráulica: Dentro de la rama de la física encontramos la hidráulica, que es la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a que pueden ser sometidos.

Perdidas de presión anulares: ausencia de presión de un líquido sobre el recipiente que lo contiene ya sea por agujeros o fugas.

Rodamientos: Es el conjunto de esferas que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya.

Unión: unión es la acción y efecto de unir o unirse (juntar, combinar, atar o acercar dos o más cosas para hacer un todo, ya sea físico o simbólico).

Viscoso: La viscosidad es una característica de los fluidos en movimiento, que muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza. Cuanta más resistencia oponen los líquidos a fluir, más viscosidad poseen los fluidos.

Vástago: Varilla que forma parte de una pieza y que la une solidariamente a otra de la misma máquina u órgano. En el automóvil, cabe citar como vástagos notables el cuerpo o caña de la biela (que une la cabeza al pie de la misma), el vástago de las válvulas de hongo o tulipa, el del émbolo o pistón en los motores grandes y en general todas las varillas que actúan fijas a los elementos terminales.

Viga: elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

Válvulas: es un Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema

RESUMEN

Este proyecto se realizó con la finalidad de mejorar cada vez más los procesos pequeños que lleva la empresa Andes Cast Metal Foundri donde se realizan operaciones de montaje y desmontaje; al efectuar alguna tarea por pequeña que sea como la de embutición. Para el caso de los trabajos de embutición, extracción de ejes, bujes y rodamientos todo esto realizado con herramientas no apropiadas para esta aplicación; de acuerdo a ello nos vemos con la necesidad de implementar un sistema hidráulico, que por su parte trae muchas ventajas al cual puede facilitar el trabajo y mejorar el proceso proporcionando más confiabilidad al hacer cualquier montaje y desmontaje de ejes, bujes y rodamientos sin ocasionan ninguna deformación o daño ocasional a la pieza.

Se trata de construir una prensa hidráulica la cual nos cubrirá todas estas necesidades a la cual está sometida la empresa Andes Cast Metal Foundri cuyo diseño de la prensa hidráulica para hacer los procedimientos de montaje y desmontaje.

Palabras claves:

Caudal, Columna, Esfuerzos axiales, Esfuerzo, Excentricidad helicoidal, Hidráulica, Perdidas de presión anulares, Rodamientos, Rotación, Unión, Viscoso, Vástago, Viga, Válvulas.

ABSTRACT

This project was conducted with the aim of improving processes increasingly small company that takes Andes Cast Metals Foundry where operations of assembly and disassembly, to perform any task however small as drawing. In the case of the work of drawing, mining shafts, bushings and bearings all this done with no tools appropriate for this application; accordingly we need to implement the hydraulic system, which in turn brings many advantages to which can facilitate work and improve the process by providing more reliability to do any mounting and dismounting shafts, bushings and bearings without causing any deformation or damage to the piece occasionally. It is about building a hydraulic press which we cover all these needs which is subject to the Andes Cast Metals Foundry company whose hydraulic press design to make assembly and disassembly procedures.

Key words:

Axial forces, Annular losses of pressure, Bearings, Beam, Caudal, Column, Eccentricity, Effort, Flow helical, Hydraulic, Rotation, Stem, Union, Valves, Viscous

1. INTRODUCCIÓN

Hace muchos años desde la creación, el hombre ha estado empeñado de buscar la forma de multiplicar su fuerza física. Inicialmente se asoció con otros para aplicar cada uno su fuerza individual a un solo objeto. Posteriormente un ilustre desconocido inventó la rueda, otros la palanca y la cuña. Con estos medios mecánicos se facilitaron enormemente las labores. Pronto estos elementos se combinaron y evolucionaron hasta convertirse en ingenios mecánicos muy diversos, que fueron utilizados en la construcción de los pueblos, en las guerras y en la preparación de la tierra.

En el siglo XVII en Francia el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones, gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes en otras relativamente pequeñas. Durante los últimos 30 años ha habido un crecimiento en el uso de prensas por muchos años se favorecía el uso de prensas mecánicas la cual usan sistemas de cigüeñal que rueda. Desde el año 1991 los envíos de las prensas mecánicas que hoy en día son las preferidas por la manufactura mundial. Las tecnologías del siglo XXI han traído un propósito de mejorar en sus diseños los diferentes sistemas hidráulicos los cuales se pueden fabricar a la necesidad del cliente.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el taller de mantenimiento de la empresa Andes Cast Metals Foundry, existe un actuador hidráulico manual cuya carga de trabajo es 20 toneladas. Su utilización se remite exclusivamente a servir de punto de apoyo móvil cuando se realiza chequeo o reposición de piezas en la parte inferior o en los mandos finales de la maquinaria pesada que trabaja en la Planta.

Cuando existen partes mecánicas, las cuales, por la clase de trabajo a que están sometidas, necesitan tener ajuste entre ejes y agujeros de tipo indeterminado, resulta escabroso el proceso de desacoplamiento de dichos elementos de máquinas, pues se le hace mediante golpes, previo calentamiento de las piezas.

Para resolver este problema, se estudia la factibilidad de la construcción de una prensa manual (la prensa manual no trabaja con ningún mecanismo eléctrico que accione el actuador automáticamente) de tal manera que se convierta en una herramienta útil para la operación de montaje y desmontaje de dichos elementos.

3. JUSTIFICACIÓN

Con este proyecto se pretende gestionar y fabricar una prensa hidráulica para la extracción de bujes, rodamientos, que requieren de muy buen ajuste al ensamblar o desensamblar piezas determinadas con este trabajo pretendemos dar solución a problemas básicos como son las presiones de impacto, la deformación de piezas mecánicas, las averías y llegando a extremos la fractura de las mismas, dependiendo del material. La situación relacionada y los inconvenientes presentados cuando se requieren realizar desmontajes de ciertos elementos de máquinas presentan problemas, porque no se cuenta con una herramienta apropiada para brindar mantenimiento a estos equipos, utilizando gran cantidad de tiempo y esfuerzo al momento de efectuar el desmontaje y montaje de estas piezas. Lo mismo sucede cuando se necesita efectuar alguna tarea por pequeña que sea como la de embutición.

Para la definición acertada del problema se utilizará un enfoque de dos situaciones distintas: la situación actual, donde se encuentra el problema y la situación futura, donde el problema está resuelto, es decir, se va a definir un estado A, inicial, que es el actual donde se encuentra en un principio; y un estado B, final, que es donde se quiere llegar. Cuando en el ESTADO A el personal realiza un desmontaje en "X" horas, en el ESTADO B, el personal de mantenimiento realiza un trabajo de desmontaje en menor cantidad de tiempo.

Algunos de los beneficios que trae esta prensa hidráulica son el ahorro de dinero, tiempo y la posibilidad de ser operado por una sola persona, la ventaja más significativa.

En la empresa Andes Cast Metals Foundry al tratar de extraer ejes u otros elementos por medio de la prensa hidráulica, hay un ahorro de tiempo de más del

70%, por lo tanto es favorable al considerar que además de este factor, ahorra dinero, pues no tocará comprar y cambiar ejes por deformación o porque se fracturaron, esto genera costos adicionales a la empresa.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Diseñar e implementar una prensa hidráulica vertical con capacidad de 6 toneladas de fuerza, para la empresa ANDES CAST METALS FOUNDRY.

4.2 ESPECÍFICOS

- Consultar y apropiarse de los conocimientos en sistemas hidráulicos para prensas.
- Identificar y aplicar el modelo matemático para el sistema hidráulico de la prensa de 6 toneladas de fuerza, para la empresa ANDES CAST METALS FOUNDRY.
- Identificar los elementos necesarios para calcular, construir y ensamblar la prensa hidráulica de 6 toneladas de fuerza.
- Realizar el ensamble y puesta a punto del prototipo final, con el fin de garantizar las mejores condiciones y el perfecto funcionamiento.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 HISTORIA Y CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE HIDRÁULICA

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas.

Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal. La prensa hidráulica, desarrollada en 1770 por el industrial inglés Joseph Bramah (1749-1814) es una aplicación directa del principio de Pascal. Consiste, 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 sección diferente se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. La fuerza que actúa en el émbolo menor se trasmite a través del fluido hacia el otro émbolo, dando lugar a una fuerza mayor que la primera (en la misma proporción que en la superficie de ambos émbolos)¹.

Esta primera prensa hidráulica se conseguía presiones relativamente pequeñas y no era utilizable para deformación de metales. Unos años más tarde, desarrollaron la máquina de Bramah permitiendo alcanzar presiones más altas (sobre

¹ Referencia tomada de: BARRERA, María Cecilia Principio y funcionamiento de una prensa hidráulica - Medellín – (Recuperado el 21 de agosto del 2012) disponible en Internet: <http://www2.ib.edu.ar/becaib/cd-ib/trabajos/Barrera.pdf>.

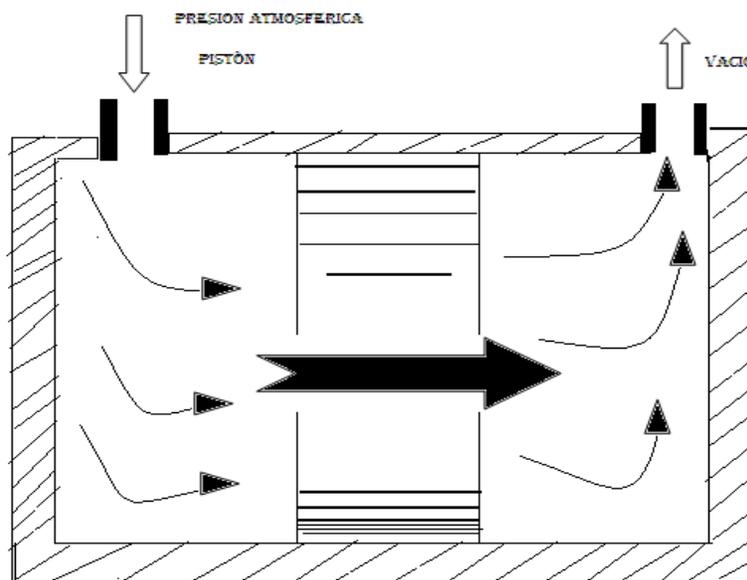
70kgf/cm²), haciéndola apta para trabajos más duros, como el acuñado de monedas o la deformación de plomo. Sin embargo, la aplicación de la prensa hidráulica, para el trabajo de acero no se produce hasta mediados del siglo XIX especialmente tras la aparición del modelo desarrollado por el austriaco Haswell, de mucho mayor tamaño y capacidad de presión. A partir de entonces la prensa hidráulica, gracias a la altísima fuerza resultante conseguida, se generaliza para operaciones de elevadas sollicitaciones, como el embutido profundo.

Los sistemas hidráulicos tienen muchas características deseables. Vemos a continuación algunas ventajas de los sistemas hidráulicos. Los mejores sistemas totalmente mecánicos son generalmente 30 a 70% menos eficientes que los sistemas hidráulicos comparables debido a factores de inercia elevada y pérdidas fricciónales. El sistema hidráulico es consistentemente confiable. El líquido confinado de un sistema hidráulico opera como una barra de acero al transmitir la fuerza. Sin embargo, las partes móviles son livianas y pueden ser puestas en movimiento o paradas casi instantáneamente. Las líneas hidráulicas pueden ser colocadas casi en cualquier lugar. A diferencia de los sistemas mecánicos que deben seguir recorridos rectos, las líneas de un sistema hidráulico pueden ser dirigidas alrededor de obstáculos. Un Sistema hidráulico pesa relativamente poco en comparación con la cantidad de trabajo que hace. Los pocos componentes que no requieren lubricación periódica son los vínculos mecánicos del sistema.

La fuerza aplicada por un sistema hidráulico nos permite facilitar el trabajo todo el principio de funcionamiento de la prensa hidráulica es igual al principio de Pascal, la hidráulica genera movimientos lentos de avance con una alta presión; los cilindros hidráulicos en trabajo de prensa se controlan por mecanismos similares a los utilizados en neumática; son apropiados para operaciones que necesiten una fuerza elevada en una carrera corta, también son sistemas poco ruidosos.

Para realizar este sistema hidráulico se lleva a cabo mediante transformación de una presión de aceite a una presión más elevada. Estos sistemas están formados por un pistón accionado hidráulicamente que es impulsado por un pistón de menor diámetro que opera sobre la vía hidráulica, el principio de la multiplicación de presión ocurre en función de la relación de áreas entre los dos mencionados pistones siendo directamente proporcional a dicha relación (ver figura 1).

Figura 1. Cilindro Hidráulico



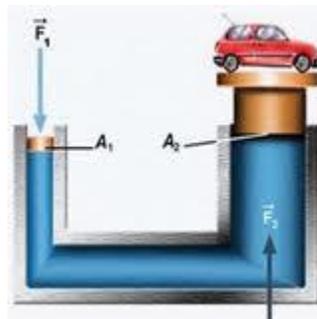
Cilindro hidráulico del cual calculamos de acuerdo al documento de tecnología industrial 2, que se menciona en la bibliografía y que representa sistemas de frenos de fuerza, donde podemos utilizar la fuerza de un pistón para producir presión hidráulica.²

² HIDALGO BATISTA, Alexander. Sistemas de frenos de fuerzas. Medellín (recuperado 22 de agosto del 2012). Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-fuerza/sistema-frenos-fuerza.shtml>.

El sistema de relación en un sistema hidráulico se debe gracias al principio de Pascal, donde el pistón 1 $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$, siendo F_1 la fuerza que se ejerce en el pistón 1 y en el pistón 2 $P_2 = \frac{F_2}{A_2}$ siendo F_2 la fuerza que le transmite al pistón 2 como el principio de Pascal $p_1 = p_2$ y se puede afirmar que $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$. Ver figura 2.

Este principio lo utilizamos en hidráulica para varios sistemas algunos funcionan diferente pero poseen el mismo principio de algunas máquinas (ver figura 3,4)

Figura 2. Imagen sobre el principio de Pascal



Esta imagen representa el principio de Pascal que utilizamos en las diferentes prensas que podemos fabricar; esta imagen la podemos encontrar en Internet en plantea y resuelve: compartiendo, todos aprendemos. ³

³Buenas Tareas. Prensa, hidráulica. (se recuperó el 22 de agosto 2012) (4:54 p.m.). Medellín. Disponible en Internet: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Prensa-Hidraulica/139119.html>.

Figura 3. Prensa hidráulica mega de 30 toneladas



Prensa hidráulica para capacidad de 30 toneladas código 382001, marca ISTRIA, Modelo: hp-30, Tipo: electro /hidráulica, valor neto \$1´980.000=

Figura 4. Prensa hidráulica de 20 toneladas.



Prensa hidráulica con capacidad para 20 toneladas, código 382107, marca ISTRIA, modelo hp-20s, manual hidráulica valor neto \$ 2´290.000=

5.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

VENTAJAS:

- Simplicidad: hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).
- Flexibilidad: los aceites se adaptan a las tuberías y transmiten la fuerza como si fuera una barra de acero.
- Tamaño: es pequeño comparado con la mecánica y la electricidad a igual potencia.
- Seguridad: salvo de algún peligro de incendios en ciertas instalaciones.
- Multiplicación de fuerzas: ya visto en la prensa hidráulica básicamente los fluidos hidráulicos como medios de presión para mover pistones de cilindros.
- Simples cilindros: buen control de velocidad fuerzas muy grandes.
- Exactitud: puede conseguirse exactitud de un milímetro.
- Estabilidad: alta, el aceite es casi incomprensible, además del nivel de presión es más alto que en neumática.

DESVENTAJAS:

La manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de la máquina; en la práctica hay muy pocas máquinas en las que se extremen las medidas de limpieza.

- Alta precisión: exige un buen mantenimiento.
- Precio: las bombas, motores, válvulas proporcionales y servo válvulas son costosas.
- Efectos de las fugas: contaminación

- Influencia del ambiente: riesgo de incendio en caso de fuga. Sensible a cambios de temperatura, los aceites son inflamables.

5.3 APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA HIDRÁULICA:

1. INDUSTRIAS DEL METAL: sector máquinas herramientas (torno y fresadoras), mandrinadoras, brochadoras, plegadoras y rectificadoras, entre otros.
2. SECTOR MANUTENCIÓN: en líneas automáticas de transporte interno. Sector prensas y cizallas.
3. INDUSTRIA SIDERÚRGICA: laminadores en frío y en caliente, líneas de acabado y máquinas de colada continua.
4. INDUSTRIA ELÉCTRICA: turbinas e interruptores de alta presión.
5. INDUSTRIA QUÍMICA: mezcladores y en ambientes explosivos.
6. INDUSTRIA ELECTROMECAÁNICA: hornos de fusión, tratamientos térmicos y soldaduras automáticas.
7. INDUSTRIAL TEXTIL: máquinas estampadoras de tejidos y telares.
8. INDUSTRIA DE LA MADERA Y EL PAPEL: máquinas continuas rotativas, impresoras y periódicos.
9. OTRAS: obras públicas, maquinaria agrícola barcos y aviones.

Sus aplicaciones en dispositivos fijos abarcan la fabricación y el montaje de máquinas de todo tipo, líneas transfer aparatos de elevación y transporte, prensas, máquinas de inyección y moldeo, máquinas de laminación, ascensores y montacargas.

Dentro de estos sistemas representa movimientos de cilindros gracias a la energía proporcionada por un sistema hidráulico formado por un depósito y un conjunto de tuberías que llevan el fluido a presión hasta los puntos de utilización.

Dentro de estos sistemas se encuentran los motores de sistemas hidráulicos con velocidades que abarcan desde 0,5 rpm hasta 10000 rpm y el par de velocidad va desde 1Nm (baja velocidad) hasta 20000Nm (alta velocidad) a los sistemas hidráulicos se les aplican típicamente en dispositivos móviles tales como máquinas de construcción, plataformas elevadoras, aparatos de elevación y transporte, máquinas para agricultura y simuladores de vuelo.

En determinadas aplicaciones, tales como movimientos de aproximación rápido y avance lento, tipos de fresadoras y rectificadoras en la sujeción de piezas utilizada en los cortes de alta velocidad sobre materiales duros y en la automatización de procesos de producción se combinan los sistemas neumáticos hidráulicos y eléctricos en la forma siguiente:

- Circuito electro neumático - accionamiento eléctrico - actuador neumático
- Circuito oleo neumático - accionamiento neumático – actuador hidráulico
- Circuito electrohidráulico - accionamiento eléctrico - actuador hidráulico

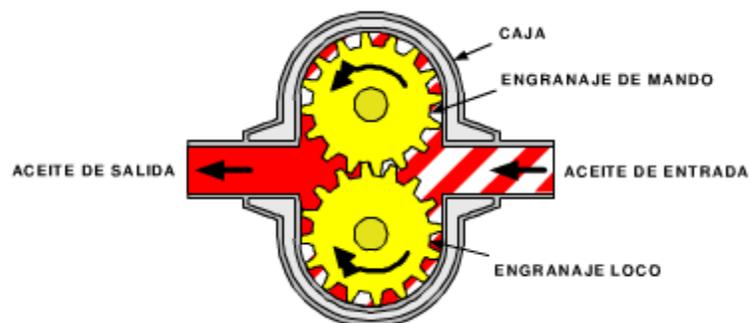
5.4 COMPONENTES DE SISTEMAS HIDRÁULICOS

Bombas y Motores. Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

Bomba hidráulica. La bomba hidráulica convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Es un dispositivo que toma energía de una fuente (por ejemplo, un

motor, un motor eléctrico, entre otros) y la convierte a una forma de energía hidráulica. La bomba toma aceite de un depósito de almacenamiento (por ejemplo, un tanque) y lo envía como un flujo al sistema hidráulico. Todas las bombas producen flujo de aceite de igual forma. Se crea un vacío a la entrada de la bomba. La presión atmosférica, más alta, empuja el aceite a través del conducto de entrada a las cámaras de entrada de la bomba. Los engranajes de la bomba llevan el aceite a la cámara de salida de la bomba. El volumen de la cámara disminuye a medida que se acerca a la salida. Esta reducción del tamaño de la cámara empuja el aceite a la salida. La bomba sólo produce flujo (por ejemplo, galones por minuto, litros por minuto, centímetros cúbicos por revolución, entre otros); que luego es usado por el sistema hidráulico. La bomba NO produce “presión”. La presión se produce por acción de la resistencia al flujo. La resistencia puede producirse a medida que el flujo pasa por las mangueras, orificios, conexiones, cilindros, motores o cualquier elemento del sistema que impida el paso libre del flujo al tanque. Hay dos tipos de bombas: regulables y no regulables ver figura 5.

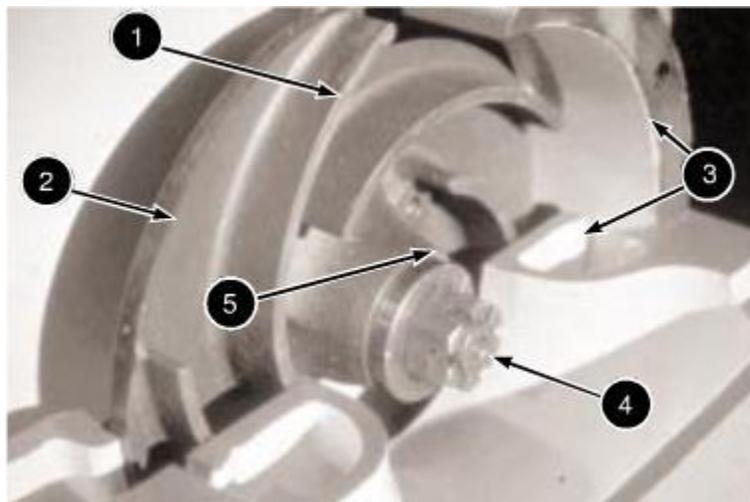
Figura 5. Bomba de engranajes



Bombas No Regulables: Las bombas no regulables tienen mayor espacio libre entre las piezas fijas y en movimiento que el espacio libre existente en las bombas

regulables. El mayor espacio libre permite el empuje de más aceite entre las piezas a medida que la presión de salida (resistencia al flujo) aumenta. Las bombas no regulables son menos eficientes que las regulables, debido a que el flujo de salida de la bomba disminuye considerablemente a medida que aumenta la presión de salida. Las bombas no regulables generalmente son del tipo de rodete centrífugo o del tipo de hélice axial. Las bombas no regulables se usan en aplicaciones de presión baja, como bombas de agua para automóviles o bombas de carga para bombas de pistones de sistemas hidráulicos de presión alta. Bomba de rodete centrífuga. La bomba de rodete centrífuga consiste de dos piezas básicas: el rodete (2), montado en un eje de salida (4) y la caja (3). El rodete tiene en la parte posterior un disco sólido con hojas curvadas (1), moldeadas en el lado de la entrada. El aceite entra por el centro de la caja (5), cerca del eje de entrada, y fluye al rodete. Las hojas curvadas del rodete impulsan el aceite hacia afuera contra la caja. La caja está diseñada de tal modo que dirige el aceite al orificio de salida (ver figura 6).

Figura 6. Bombas no regulables



Bombas Regulables. Hay tres tipos básicos de bombas regulables: de engranajes, de paletas y de pistones. Las bombas regulables tienen un espacio libre mucho más pequeño entre los componentes que las bombas no regulables. Esto reduce las fugas y produce una mayor eficiencia cuando se usan en sistemas hidráulicos de presión alta. En una bomba regulable el flujo de salida prácticamente es el mismo por cada revolución de la bomba. Las bombas regulables se clasifican de acuerdo con el control del flujo de salida y el diseño de la bomba. La capacidad nominal de las bombas regulables se forma por la presión de operación máxima del sistema con la cual la bomba se diseña (por ejemplo, 21000kPa o 3000 lb/pulg²). La otra forma es la salida específica suministrada, expresada bien sea en revoluciones o en la relación entre la velocidad y la presión específica. La capacidad nominal de las bombas se expresa en l/min-rpm-kPa o gal EE.UU./min-rpm-lb/pulg² (por ejemplo, 380 l/min-2000 rpm-690 kPa o 100 gal EE.UU./min-2.000 rpm-100 lb/pulg²). Cuando la salida de la bomba se da en revoluciones, el flujo nominal puede calcularse fácilmente multiplicando el flujo por la velocidad en rpm (por ejemplo, 2000rpm) y dividiendo por una constante.

Bombas de Engranajes. Las bombas son componentes del sistema hidráulico que convierten la energía mecánica transmitida desde un motor eléctrico a energía hidráulica. Las bombas de engranajes son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles. Las bombas de engranajes externas se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre si dentro de una carcasa. El engranaje impulsor es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, impulsa al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, el fluido se introduce a través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y se empuja a través del puerto de salida. La bomba genera flujo y, bajo presión, transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica. Prensa de dos formas.

5.4.1 Bombas de paletas

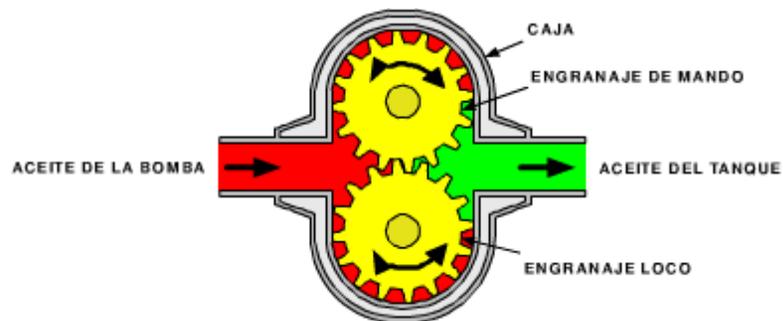
- **No Balanceadas:** La parte giratoria de la bomba, o el conjunto del rotor, se ubica fuera del centro del anillo de leva o carcasa. El rotor está conectado a un motor eléctrico mediante un eje. Cuando el rotor gira, las paletas se desplazan hacia afuera debido a la fuerza centrífuga y hacen contacto con el anillo, o la carcasa, formando un sello positivo. El fluido entra a la bomba y llena el área de volumen grande formada por el rotor descentrado. Cuando las paletas empujan el fluido alrededor de la leva, el volumen disminuye y el fluido se empuja hacia afuera a través del puerto de salida.

- **Balanceadas:** En la bomba de paletas no balanceada, que se ha descrito anteriormente, una mitad del mecanismo de bombeo se encuentra a una presión inferior a la atmosférica, mientras que la otra mitad está sometida a la presión total del sistema. Esto da como resultado una carga en los costados sobre el eje mientras se encuentra bajo condiciones de alta presión. Para compensar esto, la forma del anillo en una bomba de paletas balanceada cambia de circular a forma de leva. Con este diseño, los dos cuadrantes de presión se oponen entre sí. Dos puertos se encargan de la entrada del fluido y otros dos bombean el fluido hacia afuera. Los dos puertos de entrada y los dos puertos de descarga están conectados dentro de la carcasa. Como se encuentran ubicados sobre lados opuestos de la carcasa, la fuerza excesiva o la acumulación de presión sobre uno de los lados es neutralizada por fuerzas equivalentes pero opuestas sobre el otro lado. Cuando las fuerzas se equilibran, se elimina la carga en los costados del eje.

- **Bombas de Pistón:** Las bombas de pistón axial convierten el movimiento giratorio de un eje de entrada en un movimiento axial de vaivén, que se produce en los pistones. Esto se logra por medio de una placa basculante que es fija o variable en su grado de ángulo. Cuando el conjunto del barril de

pistón gira, los pistones giran alrededor del eje con las zapatas de los pistones haciendo contacto con y deslizándose sobre la superficie de la placa basculante. Con la placa basculante en posición vertical, no se produce ningún desplazamiento no hay movimiento de vaivén. A medida que el ángulo de la placa basculante aumenta, el pistón se mueve hacia adentro y hacia fuera del barril siguiendo el ángulo de la placa basculante. En el diseño real, el barril del cilindro está equipado con varios pistones. Durante una mitad del círculo de rotación, el pistón se mueve hacia fuera del barril del cilindro y genera un aumento del volumen. En la otra mitad de la rotación, el pistón se mueve hacia adentro del barril del cilindro y genera una disminución del volumen. Este movimiento de vaivén succiona fluido y lo bombea hacia fuera. Motor hidráulico El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en energía mecánica. El motor hidráulico usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo (por ejemplo, mandos finales, diferencial, transmisión, rueda, ventilador, otra bomba, entre otros).

Figura 7. Bomba de Engranajes



5.4.2 Depósito Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación⁴.

5.4.3.- Acondicionadores del aceite: Son dispositivos que nos permiten mantener el aceite en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera, que alarga la vida de ésta. Estos elementos son:

Filtro: Es el encargado de retirar del aceite las partículas sólidas en suspensión (trozos de metal, plásticos, entre otros). El aceite puede filtrarse en cualquier punto del sistema. En muchos sistemas hidráulicos, el aceite es filtrado antes de que entre a la válvula de control. Para hacer esto se requiere un filtro más o menos grande que pueda soportar la presión total de la línea. Colocado el filtro en la línea de retorno tiene también sus ventajas. Unas de las mayores es su habilidad de atrapar materiales que entran al sistema desde los cilindros. El sistema impedirá que entre suciedad a la bomba. Esto es verdad siempre que no se agreguen materias extrañas al tanque, Cualquiera de los dos tipos de filtro en las tuberías debe equiparse con una válvula de derivación. Manómetro: Se pone después de la bomba e indica la presión de trabajo

5.4.4.- Red de distribución: Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleo hidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retomo de fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez. El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado y depende de su uso.

⁴. Referencia tomada de los Sistemas Hidráulicos. Página 21 a la 26, Medellín: recuperado (Septiembre 5 del 2012) disponible en;

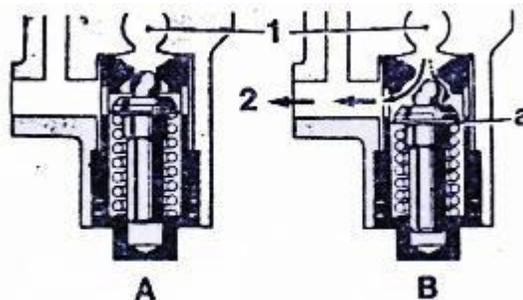
<http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fcursos.aidu.edu%2FSistemas%2520Hidraulicas%2520y%2520Neumaticos%2FPDF%2FTema%25201.pdf&ei=sw45UJSYEIy20AGWkYCABQ&usq=AFQjCNFId7pDhttpWdv2Bs-qlpT4PEy1Urq&sig2=4nliyRXjnHeWIKWZ9tu5ww.>

5.4.5.- Elementos de regulación y control: Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos: de dirección, anti retorno y de presión y caudal.

Limitador de presión en sistemas hidráulicos Son válvulas de seguridad que evitan la rotura de órganos mecánicos e hidráulicos. Estas válvulas se llaman “normalmente cerradas”. Son o bien de acción directa, o bien pilotadas y están siempre montadas en derivación. Su tubo de drenaje puede ser interno o externo. Por lo general son regulables. Válvulas de acción directa Estas válvulas son de muchos tipos. Las más sofisticadas, montadas en los circuitos de potencia, permiten un caudal máximo de salida de 150 litros / minuto, bajo una presión de apertura de 200 bar. Sin embargo, es aconsejable utilizarlas para aplicaciones de potencia más modestas para reducir el calentamiento del fluido. Estas válvulas aseguran igualmente y con muy buen rendimiento, la protección de los receptores. Las más sencillas de estas válvulas están constituidas por:

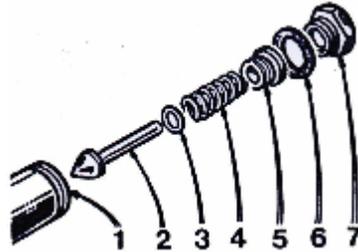
- Una bola, un asiento y un resorte calibrado

Figura 8. Aguja o cono, asiento y resorte calibrado



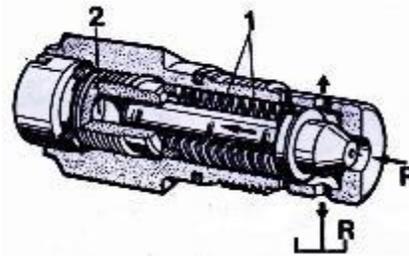
- Una bola, un asiento, un resorte y un dispositivo de regulación del resorte.
- Una aguja o cono, un asiento y un resorte calibrado.

Figura 9. Aguja o cono, asiento y dispositivo de regulación del resorte.



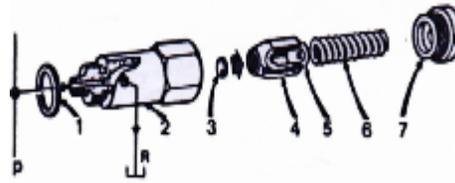
- Una aguja o cono, un asiento y un dispositivo de regulación del resorte

Figura 10. Valvular de alivio.



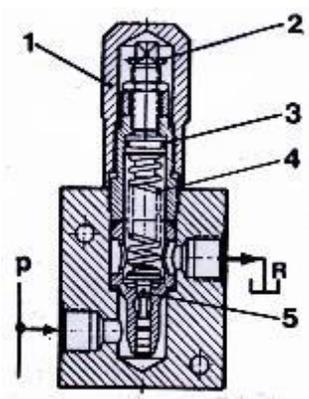
Arandela de estanqueidad en elastómero o en plástico.

Figura 10.1 Despiece de válvula.



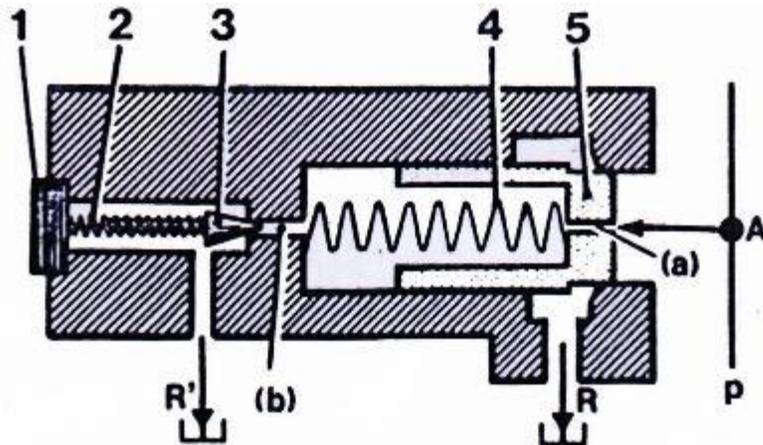
Un cojín de aceite o tubo amortiguador (para minimizar el movimiento vibratorio perjudicial de las bolas, las agujas o conos y de los émbolos, producto de las altas presiones a que son sometidos).

Figura 11. Cojín de aceite o tubo amortiguador



Válvulas de limitación de presión pilotadas. Una válvula de limitación de presión pilotada puede estar constituida según se indica en la figura 12.

Figura 12. Principio de funcionamiento de una válvula de limitación de presión pilotada.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA VALVULA DE LIMITACION DE PRESION PILOTADA

La cara derecha del pistón principal (5) está dirigida hacia el fluido del circuito de presión; un orificio (a) en el pistón (5) pone en comunicación la “presión del circuito” con la cámara posterior de éste. Detrás del pistón (5) está situado un resorte (4). En (R) figura el orificio de descarga: retorno al depósito (cuando funciona la válvula). La cámara posterior del pistón (5) está unida “al piloto” (3) por un orificio calibrado (b). El piloto no es más (que una válvula de limitación de presión de “acción directa”. El aceite que atraviesa el orificio (a) se encuentra tapado por el cono piloto (3) comprimido contra su asiento por el resorte (2). En este croquis figura igualmente un dispositivo de regulación (1) del resorte (2) y un retorno al depósito (R’). Este retorno, de caudal extremadamente débil, es utilizado por el fluido, antes del desplazamiento del pistón principal (5) y durante su apertura (acción de descarga). La compresión del resorte (2) es quien determina el calibrado de la válvula y por tanto el desplazamiento del pistón (5) hacia la izquierda, mientras que el resorte (4) hace el papel de soporte y de acelerador de cierre. Las características de compresión de este último resorte son muy reducidas.

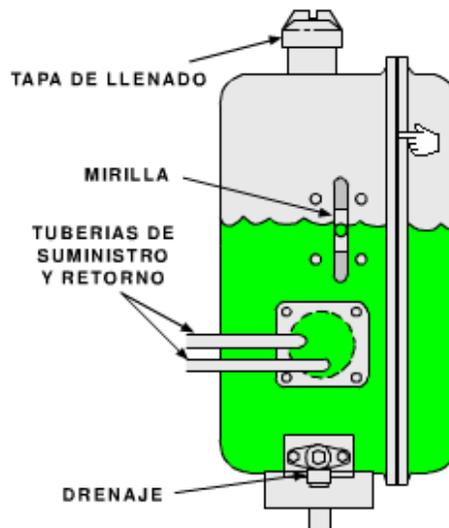
Debe tenerse en cuenta que, si el calibrado del resorte (2) determina la presión de apertura, no gobierna el funcionamiento global de la válvula, lo cual se explica de la forma siguiente: El fluido del circuito puede penetrar en la cámara posterior del

pistón principal (5) por el orificio calibrado (a) y llegar frente al cono piloto (3) a través del orificio calibrado (b). En el momento exacto en el que la presión en el circuito va a alcanzar (pero aún no ha alcanzado) el valor de calibrado del resorte (2), la presión en el conjunto de la válvula “pilotada”, es decir, detrás de (A), es estática. En cuanto la presión ejerce sobre el cono piloto (3) un empuje preponderante sobre el empuje antagónico ocasionado por el resorte (2), el cono piloto (3) se desplaza hacia la izquierda y descubre el retorno (R'), por lo que el fluido circula hacia el depósito por este orificio. La sección del orificio (b) es muy superior a la del orificio (a); se comprende por lo tanto que la pérdida en fluido por (b) no puede ser compensada por el caudal que proviene de (a). Por lo tanto, de ello se deriva una pérdida de carga detrás del pistón principal (5) que se desplaza francamente hacia la izquierda, permitiendo un gran caudal de retorno hacia (R). Cuando la presión disminuye, el cono del piloto vuelve a apoyarse sobre su asiento y el pistón principal cierra el retorno hacia (R).

Ventajas e inconvenientes de las válvulas de limitación de presión pilotadas Este tipo de válvulas tienen la ventaja de que prácticamente no vibran, además de que permiten una gama de regulación más amplia; sin embargo, tomando en cuenta que a partir del momento en que actúa la válvula, todo el fluido transportado por la bomba regresa al depósito, por las dimensiones de ésta, se da cierto calentamiento; así también, si no se tiene el cuidado suficiente para mantener limpio el aceite que es transportado, éste puede obstruir la sección del orificio del pistón principal.

5.4.6 Depósito hidráulico: Tanque hidráulico La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no deben dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos. A continuación se muestran los siguientes componentes del tanque hidráulico (Figura 13).

Figura 13. Componentes del tanque hidráulico

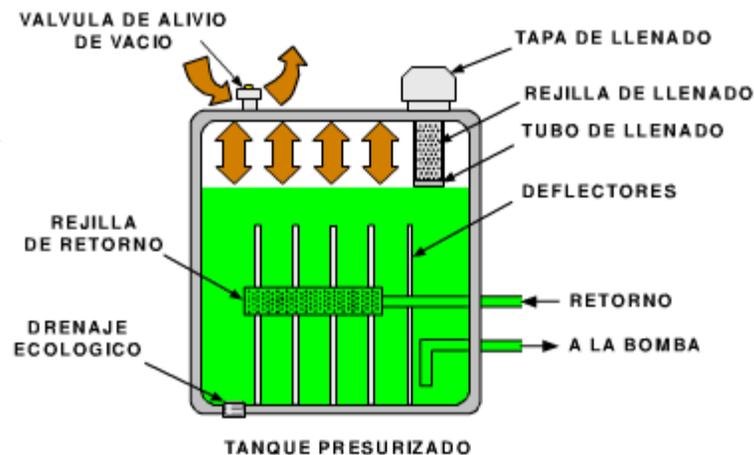


Tapa de llenado. Mantiene los contaminantes fuera de la abertura usada para llenar y añadir aceite al tanque. En los tanques presurizados la tapa de llenado mantiene hermético el sistema. Mirilla - Permite revisar el nivel de aceite del tanque hidráulico. El nivel de aceite debe revisarse cuando el aceite está frío. Si el aceite está en un nivel a mitad de la mirilla, indica que el nivel de aceite es correcto. Tuberías de suministro y retorno - La tubería de suministro permite que el aceite fluya del tanque al sistema. La tubería de retorno permite que el aceite fluya del sistema al tanque. Drenaje - Ubicado en el punto más bajo del tanque, el drenaje permite sacar el aceite en la operación de cambio de aceite. El drenaje también permite retirar del aceite contaminante como el agua y sedimentos.

Tanque presurizado. Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son: tanque presurizado y tanque no presurizado. El tanque presurizado está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque. Sin embargo, a medida que el aceite fluye por el sistema, absorbe calor y se expande. La expansión del aceite comprime el aire del tanque. El aire comprimido obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. La válvula de alivio de vacío tiene dos

propósitos: evita el vacío y limita la presión máxima del tanque. La válvula de alivio de vacío evita que se forme vacío en el tanque al abrirse y permite que entre aire al tanque cuando la presión del tanque cae a 3,45kPa (0,5 lb/pulg²). Cuando la presión del tanque alcanza el ajuste de presión de la válvula de alivio de vacío, la válvula se abre y descarga el aire atrapado a la atmósfera ver (figura 8). La válvula de alivio de vacío puede ajustarse a presiones de entre 70kPa (10 lb/pulg²) y 207kPa (30 lb/pulg²). Otros componentes del tanque hidráulico son:

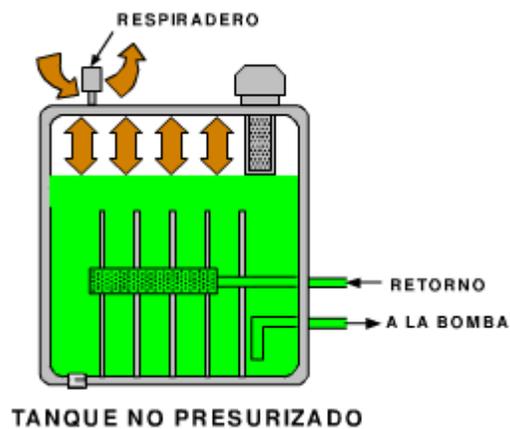
Figura 14. Otros componentes del tanque hidráulico



Rejilla de llenado. Evita que entren contaminantes grandes al tanque cuando se quita la tapa de llenado. Tubo de llenado - Permite llenar el tanque al nivel correcto y evita el llenado en exceso. Deflectores - Evitan que el aceite de retorno fluya directamente a la salida del tanque, y dan tiempo para que las burbujas en el aceite de retorno lleguen a la superficie. También evita que el aceite salpique, lo que reduce la formación de espuma en el aceite. Drenaje ecológico - Se usa para evitar derrames accidentales de aceite cuando se retira agua y sedimento del tanque. Rejilla de retorno -Evita que entren partículas grandes al tanque, aunque no realiza un filtrado fino.

5.4.7 Tanque no presurizado: El tanque no presurizado tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado. El respiradero permite que el aire entre y salga libremente. La presión atmosférica que actúa en la superficie del aceite obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. El respiradero tiene una rejilla que impide que la suciedad entre al tanque ver (figura 15).

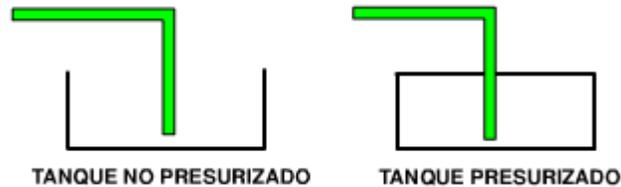
Figura 15. Tanque no presurizado. Respiradero



Símbolos ISO del tanque hidráulico

La figura indica la representación de los símbolos ISO del tanque hidráulico presurizado y no presurizado. El símbolo ISO del tanque hidráulico no presurizado es simplemente una caja o rectángulo abierto en la parte superior. El símbolo ISO del tanque presurizado se representa como una caja o rectángulo completamente cerrado. A los símbolos de los tanques hidráulicos se añaden los esquemas de la tubería hidráulica para una mejor representación de los símbolos ver (figura 16).

Figura 16. Símbolos de los tanques en su estado.



5.5 CIRCUITOS HIDRÁULICOS BÁSICOS

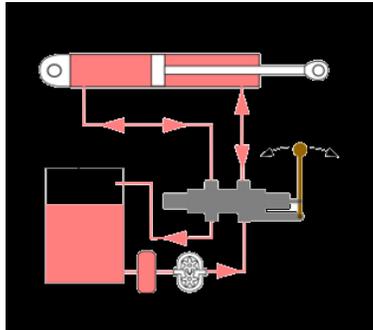
El esquema que sigue representa un circuito hidráulico de fuerza clásico, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza. Los elementos constitutivos del circuito hidráulico son:

- Un recipiente con aceite.
- Un filtro
- Una bomba para el aceite.
- Una válvula de control que incluye una válvula de seguridad o sobre presión y la respectiva palanca de mando.
- El cilindro de fuerza.
- Conductos de comunicación.

Mientras la palanca de accionamiento de la válvula de control está en su posición de reposo (centro) el aceite bombeado por la bomba retorna libremente al recipiente, de manera que el cilindro de fuerza se mantiene inmóvil (figura 17).⁵

⁵ referencia tomada de Sistemas Hidráulicos Neumática. Página 27 a la 35. Medellín. Recuperado (11 de septiembre del 2012) disponible en:
<http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fcourses.aiu.edu%2FSistemas%2520Hidraulicas%2520y%2520Neum>
referencia tomada de aceites hidráulicos

Figura 17. Circuito hidráulico



5.6 ACEITES HIDRÁULICOS

El rendimiento, la vida y la fiabilidad de los sistemas hidráulicos son muy sensible a la calidad y el mantenimiento del fluido hidráulico empleado. Hoy en día, los sistemas hidráulicos se pretende que obtengan el máximo rendimiento al funcionar a altas presiones y temperaturas y en condiciones difíciles. De ahí que vale la pena usar un aceite hidráulico de alta calidad, revisar las muestras de líquidos con regularidad y llevar a cabo el mantenimiento preventivo.⁶

Los aceites se dividen en dos grupos:

- Aceite hidráulico.
- Líquidos inflamables.

⁶ página 36A a la 37 recuperado (el 21 de septiembre del 2012) disponible en:http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqj=2&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Focw.uc3m.es%2Fingenieria-mecanica%2Fneumatica-y-oleohidraulica%2Ftrasparencias%2FtuberiasHidraulicas.pdf&ei=AO-4UJy4FJOs8ASql4CwCA&usg=AFQjCNGfsYgdVBGrqWSFRagz1xz_C09GAg%2FPDF%2FTema%25201.pdf&ei=sw45UJSYEIy20AGWkYCABQ&usg=AFQjCNFId7pDhtpWdv2Bs-qlpT4PEy1Urg&sig2=4nliyRXjnHeWIKWZ9tu5ww

- Los aceites hidráulicos cumplen requisitos en las máquinas.
- Transmisión de energía.
- Lubrican los aparatos hidráulicos.

Los aceites hidráulicos son aceites minerales refinados, se calcula que un 70% de las averías que varían el empleo de los aceites inadecuados o sucios otras misiones de los aceites hidráulicos son: protección contra la oxidación y corrosión, no hacer espuma separar el agua del aceite y controlar su viscosidad dentro un margen de temperaturas.

La elección de un aceite hidráulico se hace en función de:

- Tipo de circuito
- Temperatura ambiente
- Presión de trabajo
- Temperatura de trabajo
- Tipo de bomba

5.6.1 Aceites hidráulicos características técnicas: Peso específico: el peso 20°C de un dm³ (1litro) el aceite considerado para aceites hidráulicos va de 0,87 a 0,90 kg/dm³. Esto de acuerdo con ASTM (sociedad americana para ensayos de materiales) para productos derivados del petróleo. AIP (institución americana de petróleo) expresa el pe en grados tomando como base el agua a 10° por ejemplo: 26 grados: 0,898 kg/dm³ el aparato para medir se llama hidrómetro.

- **Punto mínimo de congelación y fluidez:** el punto de congelación es la temperatura a la cual un aceite hidráulico deben trabajar como mínimo a unos 15°C por encima del punto de congelación del aceite (de -15°C a 20°C) la temperatura controla para este ensayo de 5 en 5 grados f.

Punto de inflamación: los aceites hidráulicos deben tener un punto de inflamación elevado con objeto de reducir al mínimo los posibles riesgos de incendio. El punto de inflamación de los aceites hidráulicos suele estar alrededor de 170°C.

Viscosidad: La viscosidad es la característica más importante de los aceites hidráulicos se define como: La resistencia o frotamiento interno entre moléculas del aceite al deslizarse entre sí; la viscosidad no dice nada con respecto a la calidad del aceite.

Influye en la viscosidad la temperatura, la presión de trabajo y cizalladura producida por los estrangulamientos del circuito. Entre más viscoso es más difícil de que el circule por la tubería; la presión hace aumentar la viscosidad. La influencia de cizallamiento o cortadura producida por los estrangulamientos, válvulas, entre otros, es disminuir la viscosidad.

Líquidos resistentes al fuego:

- Sintéticos: esteres fosfóricos, cloruros aromáticos y siliconas.
- De base acuosa: soluciones agua-glicol, emulsiones agua en aceite, emulsiones aceite en agua.

Ejemplos:

- Pydual 150 y 200
- De a casa hougton el safe 620 y 1120
- Hydroluble 150-CP y 275-CP

5.7 TIPOS DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE RODAMIENTO

Existen diversas formas de montar y desmontar rodamientos estos se han ido perfeccionando mediante el desarrollo tecnológico realizado por los fabricantes de acuerdo a las necesidades de los clientes.

Los objetivos son: reducir daños prematuros que acorten la vida útil de los rodamientos debido a un incorrecto montaje mejorar continuamente la vida de los rodamientos y poder hacer estas instalaciones en más corto tiempo.

Entre las diferentes alternativas para el montaje y desmontaje de rodamientos sobresalen las 3 más comúnmente empleadas en los diferentes talleres.

- Montaje mecánico (por medio de martillo o almádana).
- Montaje por inducción de calor (placa de calentamiento, aparato inductivo de calentamiento y baño de aceite).
- Montaje hidráulico y de presión (prensas hidráulica).

Este último es utilizado en un 75% en montaje sin calentamiento previo y un 80 y un ochenta sin calentamiento.

5.7.1 Montaje mecánico: El método consiste en aplicar una fuerza a un casquillo de impacto a través de un martillo de goma, al parecer es una labor cansilla y rápida hay que olvidar que los rodamientos son muy susceptibles a cargas de impacto y de choques debido a que para darle una mayor resistencia al desgaste son templados lo que los hace frágiles así mismo soportan la misma carga en una área de contacto entre el área rodante de la superficie de las pistas de anillos interior y exterior. Si se aplica una carga excesiva o de impacto a esta pequeña área de contacto, se presentaran indentificaciones o marcas que provocan niveles de ruido, vibraciones y una rotación inapropiada figura (18)

Figura 18. Montaje mecánico



Además este método transmite la fuerza de montaje en forma efectiva al aro con ajuste de interferencia produciéndose errores de eliminar y producir de esta manera daños en los caminos de la rodadura (Figura 19).

Figura 19. Daños en los caminos de la rodadura



5.7.2 Montaje de rodamientos por inducción de calor: El llamado montaje por dilatación o térmico, consiste en aumentar la temperatura del rodamiento para hacer que su tamaño sobrepase la interferencia entre el aro el eje interior, es muy importante no aumentar la temperatura del rodamiento más de lo necesario, no sobrepasar los 120°C, ya que esto reduciría la dureza del rodamiento y acortaría su vida útil, después del calentamiento, el montaje debe ser inmediato dándole ligeras vueltas al cojinete para evitar atascamiento entre el aro interior y el lomo del eje. Los atascamientos se producen por falta de calentamiento y por una inserción en forma inclinada con respecto al plano de asentamiento, en este caso el montaje se vuelve tenso y se recomienda extraer inmediatamente el rodamiento para volver a calentarlo antes de montarlo al eje nuevamente.

Entre el juego interior y el lomo se produce cuando el rodamiento se enfría después de verlo montado ver figura (20) este se contrae en el sentido del eje desarrollado dicho juego, un método para evitar el juego es reapretar la tuerca mientras el eje esté todavía caliente (Figura 21).

Figura 20 Rodamientos



Figura 21 Extracción de un rodamiento



Hoy en día contamos con diferentes dispositivos para el calentamiento de estos rodamientos, para que de acuerdo a ello se pueda calentar el rodamiento hasta la temperatura ideal; estos aparatos eléctricos (figura 22), funcionan induciendo calor a través de unas barras. Este calor es uniforme, cuenta con controles de temperatura, controles de desmonetización en el caso de aparatos de inducción, además son aparatos muy útiles permiten desarrollar trabajos con calidad y garantizados, el proceso es rápido y limpio; permite el ahorro de tiempo y trabajo adecuado para rodamientos y piezas de acero (Figura 23).

Figura 22 Calentador por barra



Figura 23 Calentador portátil



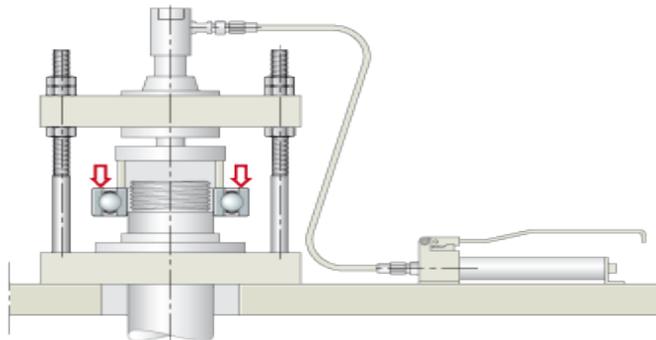
Todo esto hace que este aparato sea de alto costo funcional y de mantenimiento y que al trabajar con altas temperaturas representa un riesgo para el operador por lo que se requiere trabajar con equipos de seguridad industrial siendo esto un costo adicional.

5.7.3 Montaje en frío de los rodamientos: El fallo prematuro puede ocasionarse como consecuencia del daño producido al montar un rodamiento incorrectamente. Los problemas típicos que pueden causar fallos en apretamientos son:

- Daños causados durante el procedimiento de montaje.
- Ejes y soportes incorrectos demasiado fuertes o demasiado sueltos.
- Las tuercas de retención se aflojan durante el funcionamiento.
- Ejes y soporte arañados y dañados.
- Rodamientos montados incorrectamente.

Los rodamientos hasta $d = 80$ mm pueden ser montados en frío, a presión, en su asiento fijo, figura 24. Para ello son adecuadas las prensas mecánicas o hidráulicas.⁷

Figura 24. Rodamientos montados en frío



⁷ ISTRIA. Venta de máquinas y herramientas. Página 43. Recuperado (el 24 de septiembre del 2012) Disponible en Internet: <http://istria.cl/v2/categorias.php?cat=555&subdiv=1&div=1>
Medias Schaeffler: montaje y desmontaje de rodamientos. Disponible en: http://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_hr*ST4_102835979.

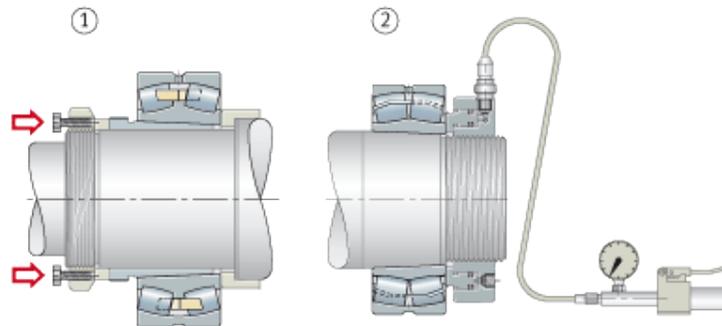
Montaje con prensa hidráulica Si no hay disponible ninguna prensa, los rodamientos se pueden montar mediante un martillo y un casquillo de montaje.

5.7.4 Método hidráulico: SKF es pionera en técnicas de montaje hidráulicas. Las técnicas hidráulicas de montaje de rodamientos fueron inventadas por SKF en la década de los años 40. Desde entonces, los métodos hidráulicos de SKF han sido desarrollados hasta convertirse en los métodos de montaje preferidos para rodamientos grandes así como para otros componentes. Estas técnicas han ayudado a simplificar las disposiciones de rodamientos y a facilitar un montaje correcto y sencillo (ver figura 25). Con las técnicas hidráulicas de montaje SKF, usted puede lograr:

- Mayor control, lo cual permite mantener la precisión, la exactitud y la repetición.
- Riesgo mínimo de dañar los rodamientos y los ejes.
- Menos esfuerzo manual.
- Mayor seguridad para los operarios.

Mediante el método hidráulico se facilita notablemente el montaje y, sobre todo, el desmontaje de rodamientos a partir de un agujero de, aprox. $d = 160\text{mm}$. Para el montaje se recomienda un aceite con una viscosidad de $75 \text{ mm}^2/\text{s}$ a $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ (viscosidad nominal $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ a $+40 \text{ }^\circ\text{C}$).

Figura 25. Método hidráulico



5.8 LA PRENSA

La prensa es una máquina herramienta que pertenece al grupo de aparatos de movimiento rectilíneo alternativo tiene como finalidad continuar con una deformación permanente e incluso cortar un determinado material mediante la aplicación una carga; son conocidas desde la antigüedad y empleadas prácticamente en todas las industrias y utilizadas para actuar sobre cualquier material ya sea en frío o en caliente aplicando diferentes medidas de presión. Por ejemplo: embalar, forjar, estampar, extrudir, laminar, estirar.

Consiste en un bastidor y sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia y un mecanismo para mover el ariete linealmente y con ángulos rectos con relación a la bancada, como se observa en la figura 26.

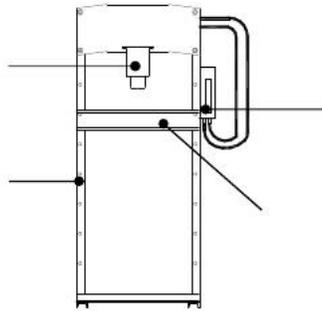
Ariete

Fuente de Potencia

Bastidor

Bancada

Figura 26. Esquema básico de una prensa



Estas máquinas tienen la capacidad para la producción rápida puesto que tienen de operación es solamente el que necesita para una carrera de ariete más el tiempo necesario para alimentar el material hay prensas que pueden producir 600 piezas por minuto o más.

Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción, esto la hace una máquina especial para los métodos de elaboración en mesa y es empleada cada día en mayor número sustituyendo a otra máquinas, y sistemas de fabricación (fundición), como lo evidencia su amplia aplicación para automóviles donde es notable observar el trabajo de una prensa de gran tamaño que de un solo golpe produce el techo de un automóvil cuya forma puede ser no tan sencilla y que sale de la prensa sin un arañazo o falla.

Otros campos de aplicación para este tipo de máquinas en la industria de: aviones, artículos de ferretería, juguetes y utensilios de cocina ya que con una buena operación de calidad de las prensas se pueden obtener productos de mucha homogeneidad, con diferencias de acabado entre una y otras piezas de 0.002” a un menos, lo cual es una buena tolerancia hasta para piezas maquinadas.

5.8.1 Prensa de balancín: Diseñada hacia los años 1500 por Leonardo Da Vinci, se generaliza para el cuñado 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 prensas de balancín se inicia en el siglo XIV y de hecho se conocen diseños de Leonardo Da Vinci, realizados en torno al año 1500 una de las principales máquinas para la fabricación de monedas, sin embargo, la puesta en práctica definitiva de la prensa del balancín se atribuye convencionalmente al grabador francés Nicolás Briot (1579-1646) cuyo modelo se puede observar en la figura 27.

Su uso se difunde en toda Europa a partir de 1645, 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 Schutte de 1913 tan parecida a Briot, a pesar de los casi trescientos años que las separan (ver figura 28).

Figura 27 Prensa del balancín

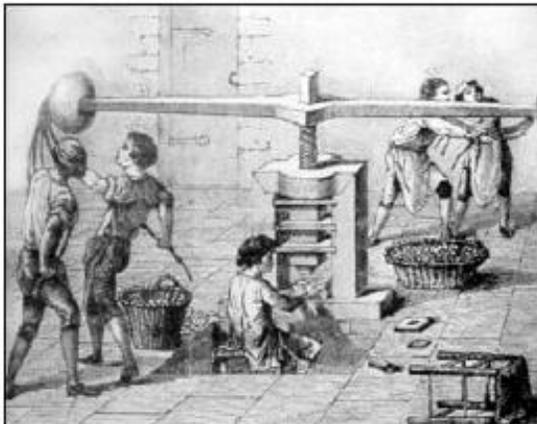
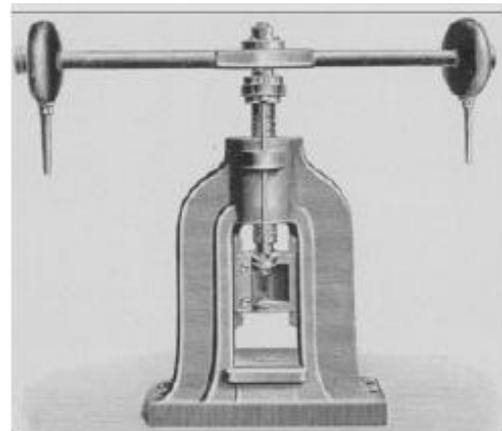


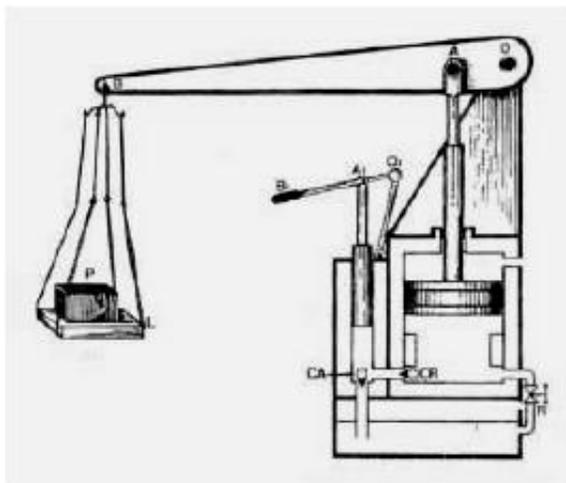
Figura 28 Prensa- cortador de doble brazo



5.8.2 Prensa hidráulica: Fue inventada por el industrial inglés Joseph Bramah (1749-1814) en torno al año 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 sentó las bases de 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. Con base en ello, formulo 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 diferentes secciones comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de cesiones diferentes se ajustan respectivamente, en cada uno de los cilindros (figura 29), de modo que estén en contacto con el líquido. La fuerza que actúa en las superficies de modo menor se transmite a través del fluido hacia el otro émbolo, dando lugar a una fuerza mayor que la primera.

Figura 29. Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah

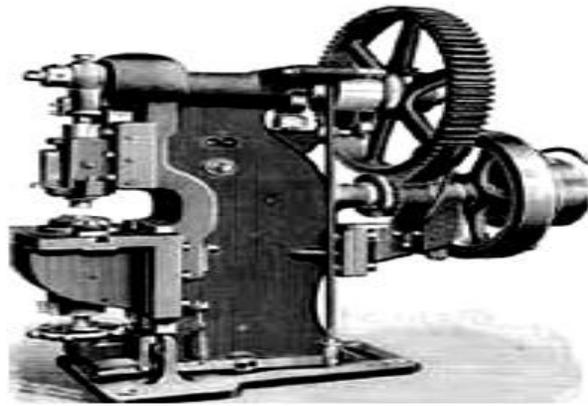


Esta primera prensa hidráulica conseguía presiones relativamente pequeñas y no era utilizable para la deformación de materiales. Fueron los hermanos Peier quienes, algunos años más tarde, llegaron la máquina de Bramah.

Permitiendo alcanzar presiones más altas sobre 70kg/cm*) 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 austriaco Haswell, de mucho mayor tamaño y capacidad de presión.

5.8.3 Prensa de fricción: A partir de un prototipo del francés Cheret de 1867, la fábrica de la moneda de París puso en marcha las primeras prensas de este tipo, cuyo principio de funcionamiento se ha mantenido hasta nuestros días. Al principio del siglo XX la prensa de fricción adquirió un notable desarrollo. Especialmente en su aplicación para el estampado de estos macizos como cucharas, tenedores, escudos, medallas o incluso para el doblado de piezas de chapa. En la figura 30 podemos observar un modelo de prensa de fricción de la primera década de 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 170mm. El volante tiene un recubrimiento de cuero destinado a reducir el desgaste.

Figura 30. Prensa de fricción para estampar de principio del siglo XX.



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 punzonado de agujeros de tres cuartos de pulgada con un espesor de media pulgada. Estaban diseñadas para trabajar a 100 rpm, y se mostraban en distintas variantes frontales, de cuello de cisne, de arcada, se generalizó con enorme rapidez, mejorándose progresivamente su capacidad y rendimiento, haciéndose imprescindible para trabajos de estampación, forja y pequeñas embuticiones, una muestra de estas máquinas se lo pueden ver en la figura 31.

Figura 31. Prensa excéntrica para embutir por estirado



6 CLASIFICACIÓN DE LA PRENSAS

La amplísima variedad permite numerosos sistemas de clasificación, esta puede estar en relación a la fuente de energía, ya sea operado manualmente o con potencia, por tipo de ariete, la forma del bastidor, entre otros; Como se indican en el cuadro 1.1 el cual consta de una gran variedad de este tipo en el cuadro 1.1.

Tabla 1. Cuadro de prensas 1.1

MOTIVO	TIPOS	
FUENTE DE ENERGIA (EL ACCIONAMIENTO)	Manual. Vapor, gas, neumática Potencia Hidráulica Mecánica	
ARIETE (ELEMENTOS ACTIVOS)	Vertical desimple efecto. En cuatro correderas Vertical de doble efecto de configuración especial	
DISEÑO DEL BASTIDOR	De banco de costados rectos Inclinable Yunque De escote Columna De puente	
METODOS DE APLICACIÓN DE POTENCIA AL ARIETE	Manivela Leva Excéntrica Tornillo de potencia Cremallera y piñón	Junta articulada Hidráulica Palanca acodillada Neumática

PROPÓSITO DE LA PRENSA	Doblado	Acuñado
	Punzonado	De transferencia
	Extruido	Roedora
	Empalmado	Estirado
	Enderezado	Revólver
	Forzado	Forja

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 el motor de funcionamiento está basada en el siguiente principio: el movimiento giratorio de un motor se convierte en movimiento lineal de una corredera por medio de un cigüeñales, exenticas, o mecánicas articuladas. Ver ejemplo en la figura 32.

Figura # 32. Prensa de excéntrica para perforar



6.1 PRENSAS HIDRÁULICAS

Durante los últimos años, hay 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 máquinas hidráulicas son más rápidas y más confiables, debido al mejoramiento de la tecnología que estas son experimentadas, incluyendo los nuevos sellos, mejores bombas, las mangueras reforzadas y los acoplamientos mejorados.

También del uso de controles PLC (control lógico programable) y otros controles electrónicos han mejorado la velocidad y la flexibilidad de estas prensas en el proceso de fabricación lo que las ha preferido en la manufactura mundial (ver figura 33) las máquinas hidráulicas reúnen las ventajas de las prensas mecánicas alta velocidad y autonomía.⁸

Figura 33. Prensas hidráulicas de doble pistón



⁸ SHUGULI PAREDES, Cristhian Javier. Construcción de una prensa hidráulica “Manual para montaje y desmontaje de rodamientos rígidos de bolas con un diámetro interior desde 20mm hasta 30mm”. De la página 43 a la 51. (Octubre 2 del 2012).

La diferencia principal de las prensas mecánicas en que se utilizan prensas hidráulicas por medio de uno o más pistones y cilindros para proporcionar un movimiento deslizante lineal, el cual empuja o comprime en tanto la prensa hidráulica lo golpea. Esta característica es la causa de las inherentes ventajas y desventajas de operación que defienden en forma aguda los tipos de trabajos apropiados para las prensas hidráulicas.

Siendo no tan rápidas en funcionamiento estas no se presentan para el 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 menor costo.

6.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras metálicas es un conjunto de piezas para un ensamblaje de elementos que mantiene su forma y su unidad.

Sus objetivos son: resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a un cuerpo, obra civil o máquina; el tipo de ensamble y el tipo de cuerpo definen el comportamiento final de la estructura, el objetivo es darle solución a una carga y forma determinada de acuerdo a un diseño.

Garantizando un equilibrio y una estabilidad en pocas palabras obtener una estructura en un estado estático.

La parte primordial de una máquina es poder soportar todas las partes que la componen poseen evidentemente 3 dimensiones pero en general pueden ocurrir dos dimensiones pero en general pueden ocurrir dos casos.

Dos dimensiones pueden ser más pequeña que una tercera la primera se llama barra y está representada por un eje lugar geométrico del campo de gravedad y su sección transversal, por ejemplo barras transversales (vigas) barras verticales (columnas).

La relación es pequeña con relación a las otras dos en el caso de losas placas cuyo espesor es pequeño con respecto a su superficie.

6.2.1 Elementos estructurales más comunes

- **Elemento tipo Cable:** No posee rigidez para soportar esfuerzos de flexión, compresión o cortantes. Al someter a cargas a un cable este cambia su geometría de tal manera que las cargas son soportadas por esfuerzos de tracción a lo largo del elemento. Siempre encontraremos que cuando aplicamos una fuerza el cable tendrá otra geometría.

Figura 34. Elemento tipo cable



Un cable bajo su propio peso adquiere la forma del diagrama de momentos de tal manera que al encontrar las fuerzas internas en cualquiera de sus puntos el valor del momento sea cero y solo presente componente de tracción.

Figura # 35. Reacción coaxial con el cable

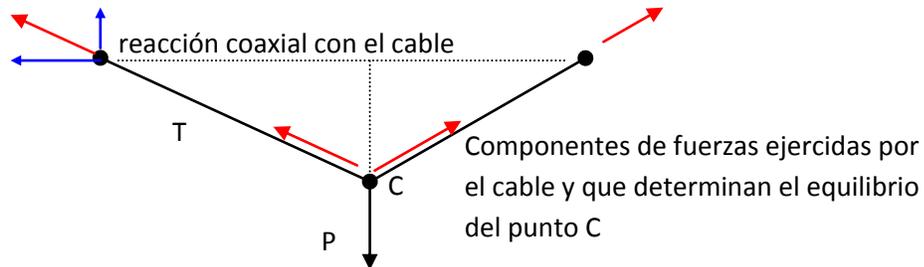
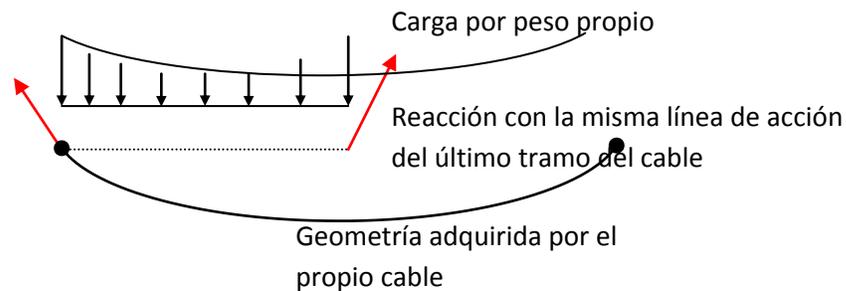


Figura 36. Carga por peso propio



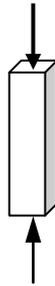
Un cable bajo carga puntual se deforma de tal manera que el momento interno en todo el tramo sea igual a cero. Los cables no tienen rigidez a flexión.

Es un elemento con poca **I** (inercia) y poca **A** transversal (área) pero con una gran resistencia a la tracción.

- **Elemento tipo Columna:** Es un elemento con dos dimensiones pequeñas comparadas con la tercera dimensión. Las cargas principales actúan paralelas al eje del elemento y por lo tanto trabaja principalmente a

compresión. También puede verse sometido a esfuerzos combinados de compresión y flexión.

Figura 37. Elemento tipo columna

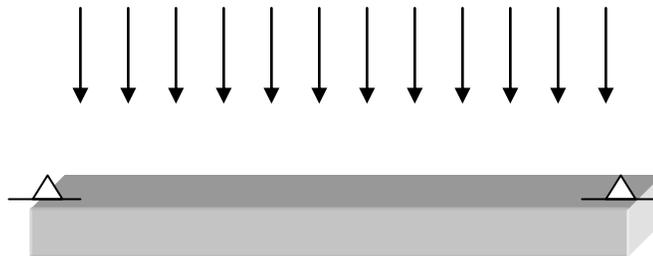


- **Elemento tipo viga:** Es un elemento que tiene dos de sus dimensiones mucho menores que la otra y recibe cargas en el sentido perpendicular a la dimensión mayor. Estas características geométricas y de carga hacen que el elemento principalmente esté sometido a esfuerzos internos de flexión y de cortante. Es un elemento que debe tener la suficiente **I** (inercia transversal) y **A** (área transversal) para soportar estos tipos de esfuerzos. Recordemos que los esfuerzos de flexión dependen directamente de la

inercia de la sección ($\sigma = \frac{M.c}{I}$) y los de cortante indirectamente del área (

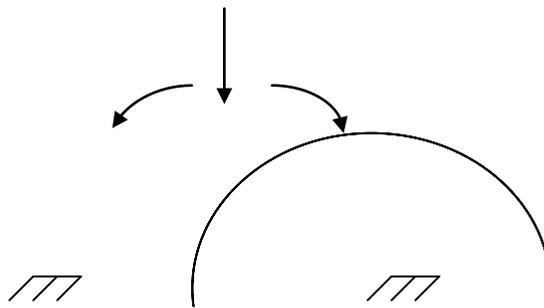
$\tau = \frac{V.Q}{I.t}$ donde Q, es el primer momento del área).

Figura 38. Elemento tipo viga



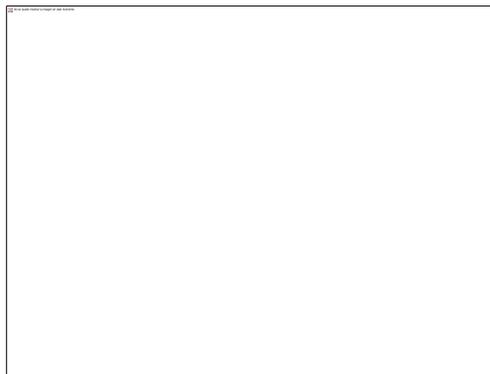
- **Elementos tipo Arco:** Se comporta o es similar a un cable invertido aunque posee rigidez y resistencia a flexión. Esta característica lo hace conservar su forma ante cargas distribuidas y puntuales. Debido a su forma los esfuerzos de compresión son mucho más significativos que los de flexión y corte.

Figura 39. Elemento tipo arco



Sus esfuerzos principales son compresión y esto permite que su sección transversal sea pequeña relacionada con la luz o claro entre sus apoyos. En el caso de cargas asimétricas el esfuerzo de flexión empieza a ser notable y el arco debe tornarse más grueso.

Figura 40. Elemento tipo cercha



- **Elementos tipo Cercha:** Es un elemento cuya área transversal es pequeña comparada con su longitud y está sometido a cargas netamente axiales aplicadas en sus extremos. Por su geometría y tipo de cargas actuantes soporta solamente fuerzas de tracción y de compresión.

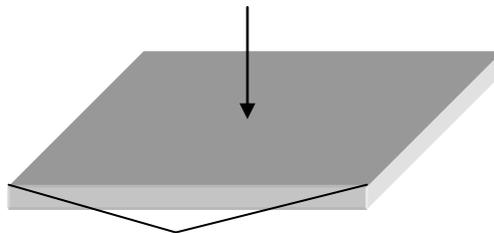
Su comportamiento netamente axial exige que sus conexiones a otros elementos o soportes sean rotulas sin rozamiento. Sin embargo en la práctica se construyen uniones rígidas que obligan a mantener la geometría de la sección y la posición de los nudos. Esto hace que las pequeñas deformaciones de alargamiento o acortamiento de los elementos por sus tensiones axiales, no se disipen en deformaciones de los nudos y producen entonces esfuerzos de flexión en los elementos.

Estos esfuerzos de flexión son muy pequeños comparados con sus grandes fuerzas axiales y no se tienen en cuenta en su análisis y diseño.

- **Elementos tipo cascarón:** Pueden ser flexibles, en este caso se denominan membranas, o rígidos y se denominan placas.

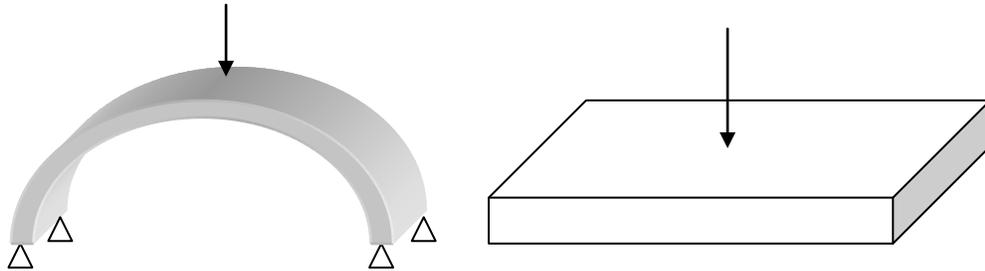
Membrana: no soporta esfuerzos de flexión, es como si fueran cables pegados. Trabaja por tracción netamente.

Figura 41. Elementos tipo cascarón



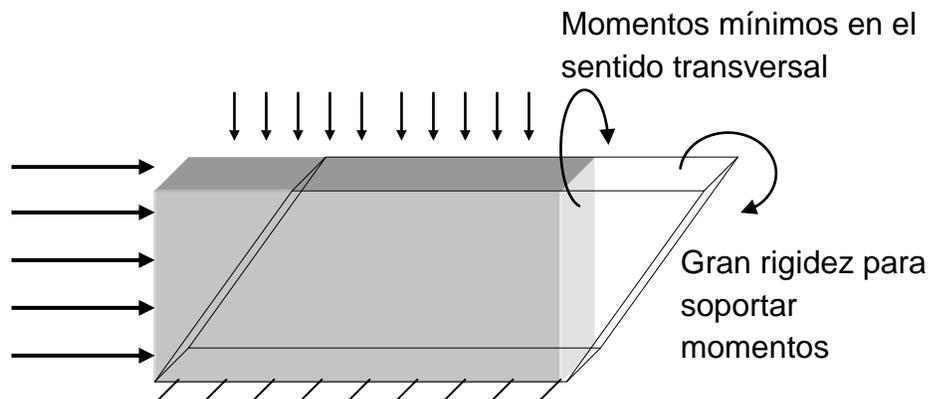
Cascarón o placa: tiene rigidez a flexión es decir trabaja principalmente por compresión, pero se asocia con esfuerzos cortantes y flectores mínimos.

Figura 42. Elementos tipo cascarón



- **Elementos tipo muro:** Estos elementos se caracterizan por tener dos de sus dimensiones mucho más grandes que la tercera dimensión y porque las cargas actuantes son paralelas a las dimensiones grandes. Debido a estas condiciones de geometría y carga, el elemento trabaja principalmente a cortante por fuerzas en su propio plano. Adicionalmente a esta gran rigidez a corte los muros también son aptos para soportar cargas axiales siempre y cuando no se pandeen.

Figura 43. Elementos tipo muro

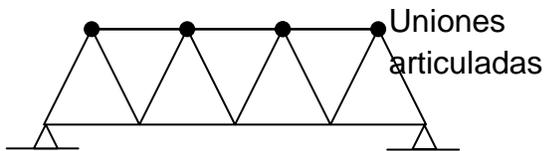


6.2.2 Principales sistemas estructurales

- Cerchas
- Armaduras planas y espaciales
- Marcos o pórticos planos y espaciales
- Sistemas combinados o duales
- Sistemas de muros
- Sistemas de piso
- Sistemas continuos

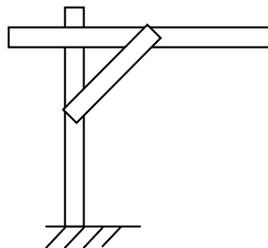
Cerchas: Este sistema combina elementos tipo cercha donde la disposición de los elementos determina la estabilidad. Pueden ser planas y espaciales

Figura 44. Cerchas



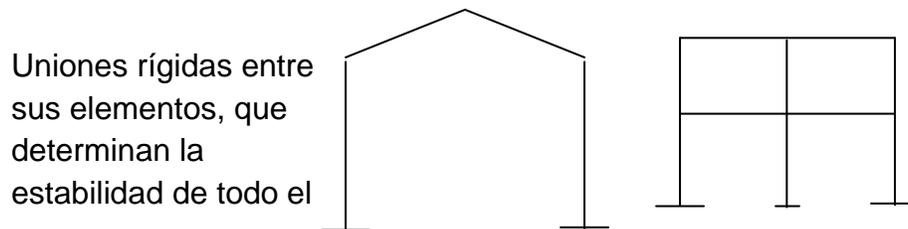
Armaduras: En este sistema se combinan elementos tipo cercha con elementos tipo viga o columna unidas por articulaciones.

Figura 45. Armaduras



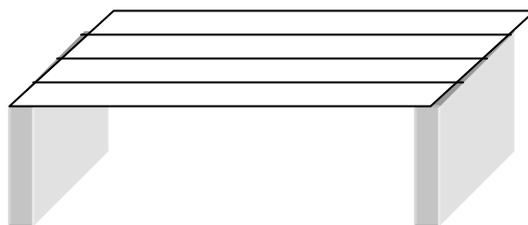
Marcos o pórticos: Este sistema conjuga elementos tipo viga y columna. Su estabilidad está determinada por la capacidad de soportar momentos en sus uniones. Pueden ser planos y espaciales

Figura 46. Marcos o pórticos

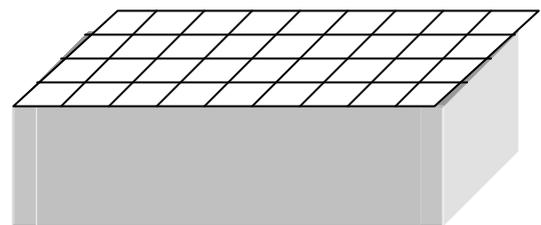


Sistemas de pisos: Consiste en una estructura plana conformada por la unión varios elementos (cáscara, viga, cercha) de tal manera que soporte cargas perpendiculares a su plano. Se clasifican por la forma en que transmiten la carga a los apoyos en bidireccionales y unidireccionales.

Figura 47. Sistemas de pisos



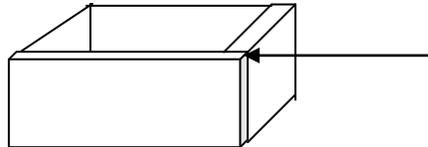
Sistema unidireccional, solo apoyo en dos extremos



Sistema bidireccional, apoyo en sus cuatro extremos

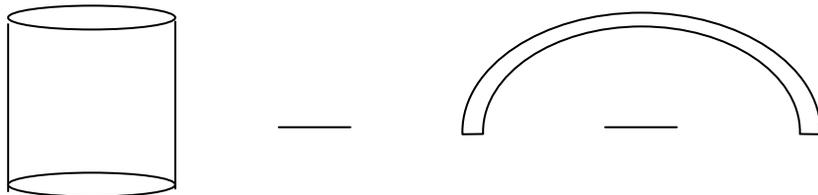
Sistemas de muros: Es un sistema construido por la unión de muros en direcciones perpendiculares y presenta gran rigidez lateral. Este sistema es uno de los más usados en edificaciones en zonas sísmicas.

Figura 48. Sistemas de muros



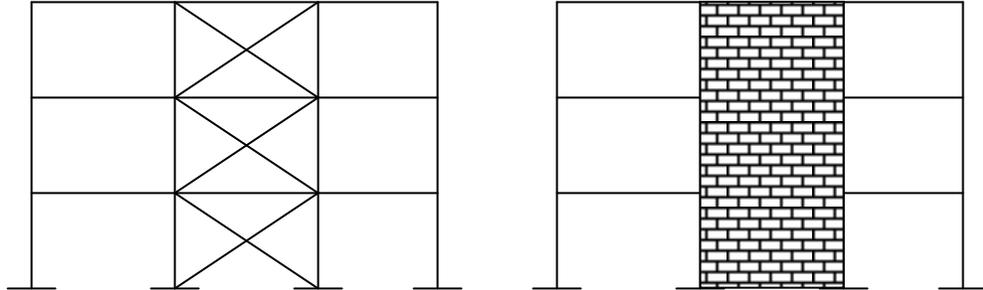
Domos, silos y tanques

Figura 49. Domos, silos y tanques

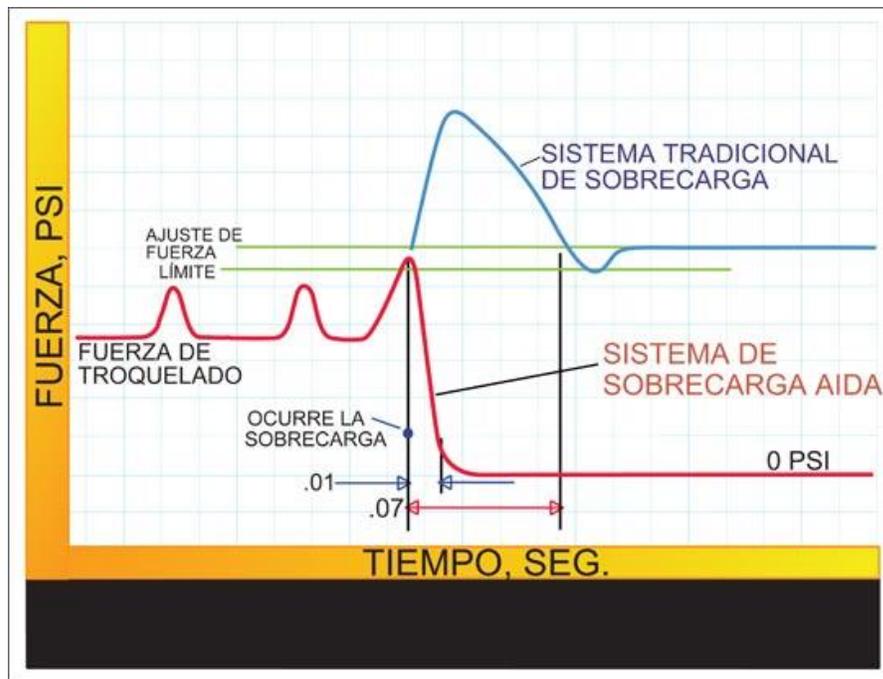


Sistemas combinados para edificaciones: Se aprovechan las cualidades estructurales de los elementos tipo muro con las cualidades arquitectónicas de los sistemas de pórticos. Las características de rigidez lateral también se pueden lograr por medio de riostras que trabajan como elementos tipo cercha (ver figura 50).

Figura 50. Sistemas combinados para edificaciones



Sistemas masivos: Presas o elementos en 3 dimensiones



La grafica es de Sistemas combinados para edificaciones

6.4 MATERIALES

El tipo de material usado en la estructura define la resistencia, la flexibilidad, la durabilidad y muchas otras características de la estructura. Entre los materiales más comunes están el hormigón, acero, madera, piedra, unidades de arcilla cocida, plástico, entre otros. Como se mencionaba al principio en la definición de ingeniería estructural, el avance en el conocimiento de las propiedades de los materiales nos permite que nuestro análisis se acerque más a la realidad. Es parte de nuestra labor seleccionar adecuadamente los materiales para lograr que nuestra estructura sea segura, económica y factible. Tengamos en cuenta que el seleccionar presupone un buen conocimiento de las propiedades mecánicas del material elegido.

6.5 PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN

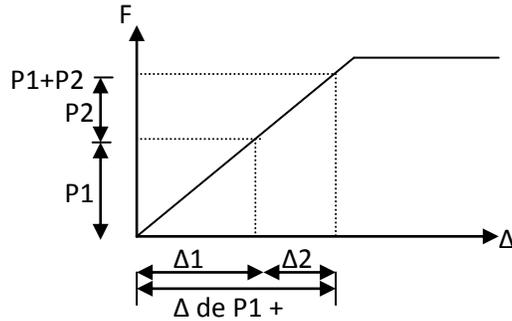
La respuesta de una estructura debida a un número de cargas aplicadas simultáneamente es la suma de las respuestas de las cargas individuales, aplicando por separado cada una de ellas a la estructura; siempre y cuando para todas las cargas aplicadas y para la suma total de ellas los desplazamientos y esfuerzos sean proporcionales a ellas.

Esto implica que para aplicar el principio de superposición necesitamos trabajar con materiales elásticos, que cumplan la ley de Hooke. Si la estructura a analizar cumple con estos requisitos podemos usar la teoría elástica en su estudio.

¿Qué otras teorías existen para analizar estructuras que no cumplan con una relación lineal de esfuerzos desplazamientos?

Figura 51. Gráfica fuerza Vs deformación.

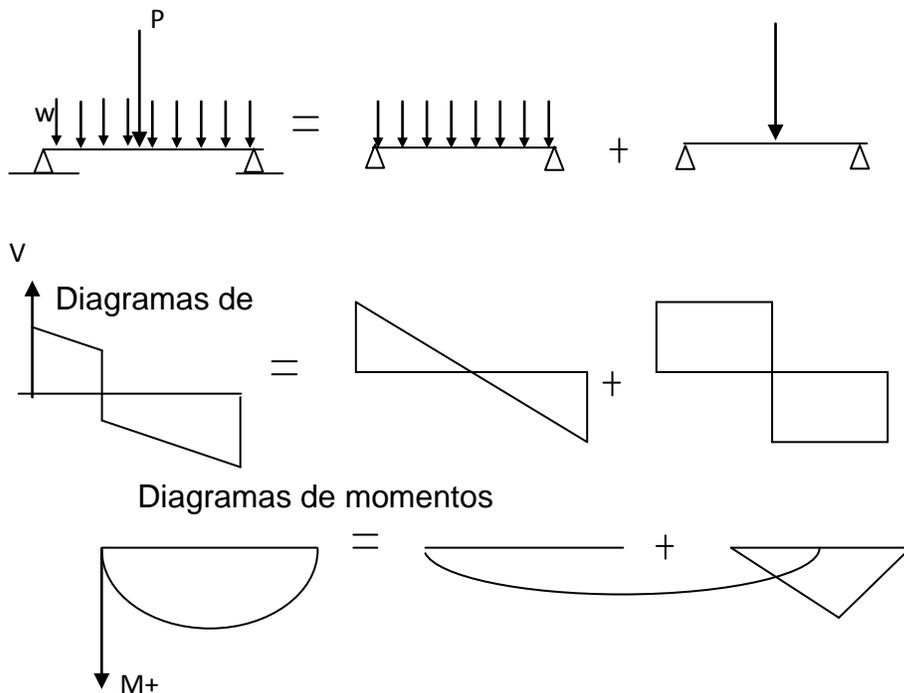
Gráfica: Fuerza Vs Deformación, para un elemento constituido con un material perfectamente elástico.



Cuando se habla de respuesta se refiere a los desplazamientos y a las fuerzas internas.

Por el principio de superposición podemos expresar los efectos totales como la suma de efectos de cargas parciales:

Figura 52. Diagramas cortante y de momentos



6.6. MODELADO DE LA ESTRUCTURA

El modelado es la abstracción de lo real al papel de tal manera que me permita analizarlo y diseñarlo.

En el modelado se debe tener bastante cuidado para que la representación del sistema sea lo más parecido a la realidad; la ubicación y determinación de los apoyos, la selección del tipo de elemento, la combinación de estos y sus uniones juegan un papel primordial en esta etapa.

En este curso trabajaremos principalmente con estructuras reticulares, aquellas cuyos elementos tienen una de sus dimensiones mucho más grande que las otras dos. El modelado de este tipo de estructuras se hace por medio de líneas que representan el eje centroidal de la sección de los elementos.

Figura 53. Diagrama de líneas que representa la estructura

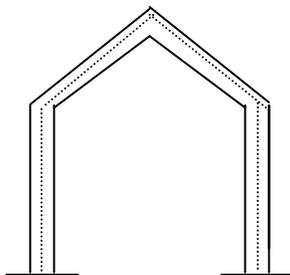


Diagrama de líneas que representa la estructura.

6.6.1 Tipos de apoyos y conexiones: Parte del modelado va en la representación de los soportes o apoyos, estos nos proporcionan estabilidad impidiendo el movimiento.

Los tipos de apoyo se clasifican por la cantidad de grados de libertad que restrinjan. Van desde los más simples que restringen un solo grado de libertad hasta los más complejos que restringen seis grados de libertad en el espacio.

Los más simples son rodillos, superficies lisas, uniones con cables, apoyos basculantes, entre otros.

Al segundo tipo, aquellos que restringen dos grados de libertad, pertenecen las articulaciones, las superficies rugosas, las rotulas, entre otros.

Al tercer y último tipo en estructuras planas pertenecen los empotramientos.

Figura 54. Empotramientos

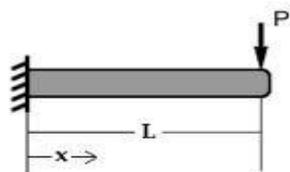
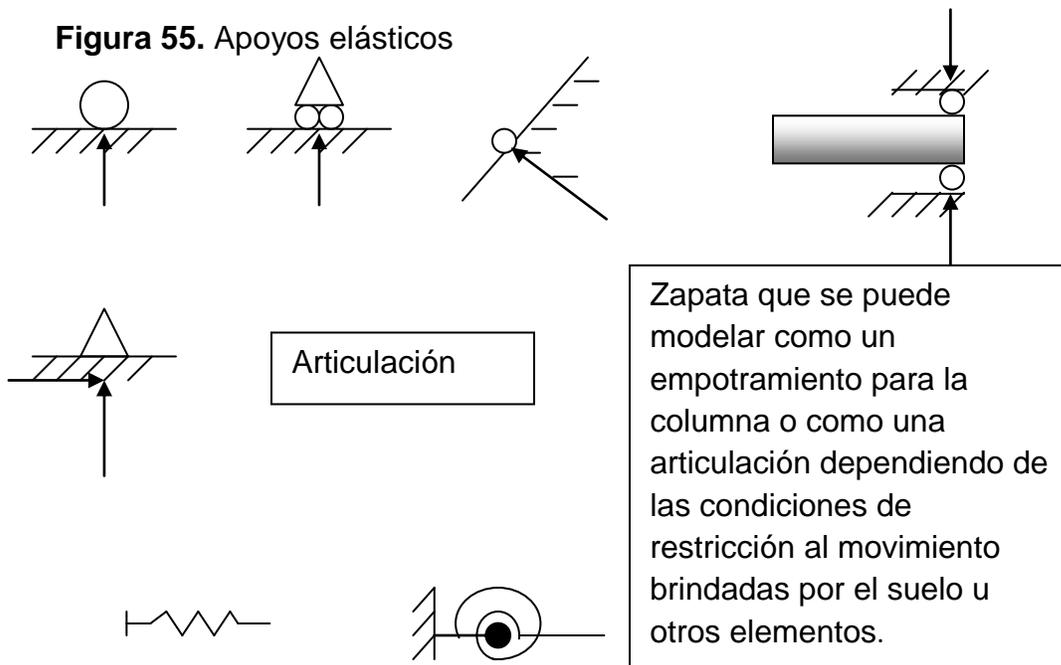


Figura 55. Apoyos elásticos



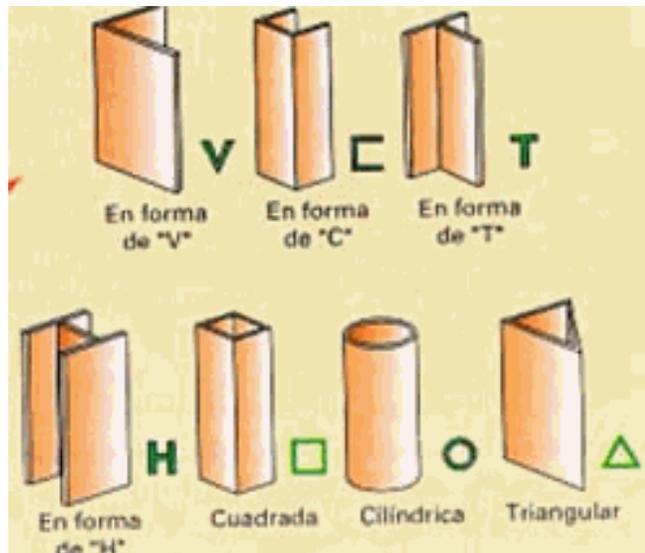
Se considera como un resorte donde la fuerza de reacción es proporcional a la deformación lineal o angular del apoyo. Entre estos tipos podemos considerar las zapatas sobre un lecho elástico constituido por el suelo de fundación.

6.7 PRODUCTOS LAMINADOS PERFILES

Se llama perfil de un elemento resistente a la forma que tiene su sección. Los perfiles con forma L o V son los menos resistentes. El perfil redondo es el de mayor resistencia. Los cuatro primeros son abiertos y el resto cerrados (ver figura 56).⁹

⁹ Referencia tomada de: Algunas definiciones de ingeniería. De la página 52 a la 65. Recuperado el (5 de octubre 2012) disponible en:
<http://estructuras.eia.edu.co/estructuras1/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>

Figura 56. Laminados perfiles



6.7.1 Cálculo estructural

El diseño de una estructura lo principal sería entrar en el análisis estructural ya que de acuerdo a ello podemos saber qué cantidad de material necesitaría el tipo de estructura, así como también saber qué capacidad posee de acuerdo a sus dimensiones y por el material con que va a ser fabricado; y además los diferentes componentes que posee la estructura.

6.7.2 Piezas sometidas a flexión

Se consideran como piezas trabajando a flexión aquellas barras de la estructura en las que los esfuerzos más importantes son los provocados por el momento flector, bien porque sólo reciben cargas transversales, se preside de posibles esfuerzos de tracción o compresión cuando éstos son poco importantes. Se conocen como vigas y están situados en posición generalmente horizontal en la estructura. Se encargan de soportar y transmitir a los pilares cargas verticales casi siempre de tipo gravitatorio.

6.7.3 TIPOLOGIA ESTRUCTURAL

Los elementos estructurales sometidos a flexión pueden resolverse mediante. Alguno de los tipos siguientes:

- Vigas de alma llena
- Simples (perfiles laminados)
- Múltiples (dos o más perfiles unidos)
- Armadas (formadas por chapas unidas)
- Vigas aligeradas
- Vigas de celosía

Un ejemplo que se representa en la figura (1) se observa que por efecto de la carga la viga a flexado.

- La parte inferior a sufre una compresión de sus moléculas.
- La parte exterior b sufre un alargamiento de sus moléculas.
- La línea (XX), parte central o fibra neutra no sufre deformación.

6.7.4Cálculo de Vigas

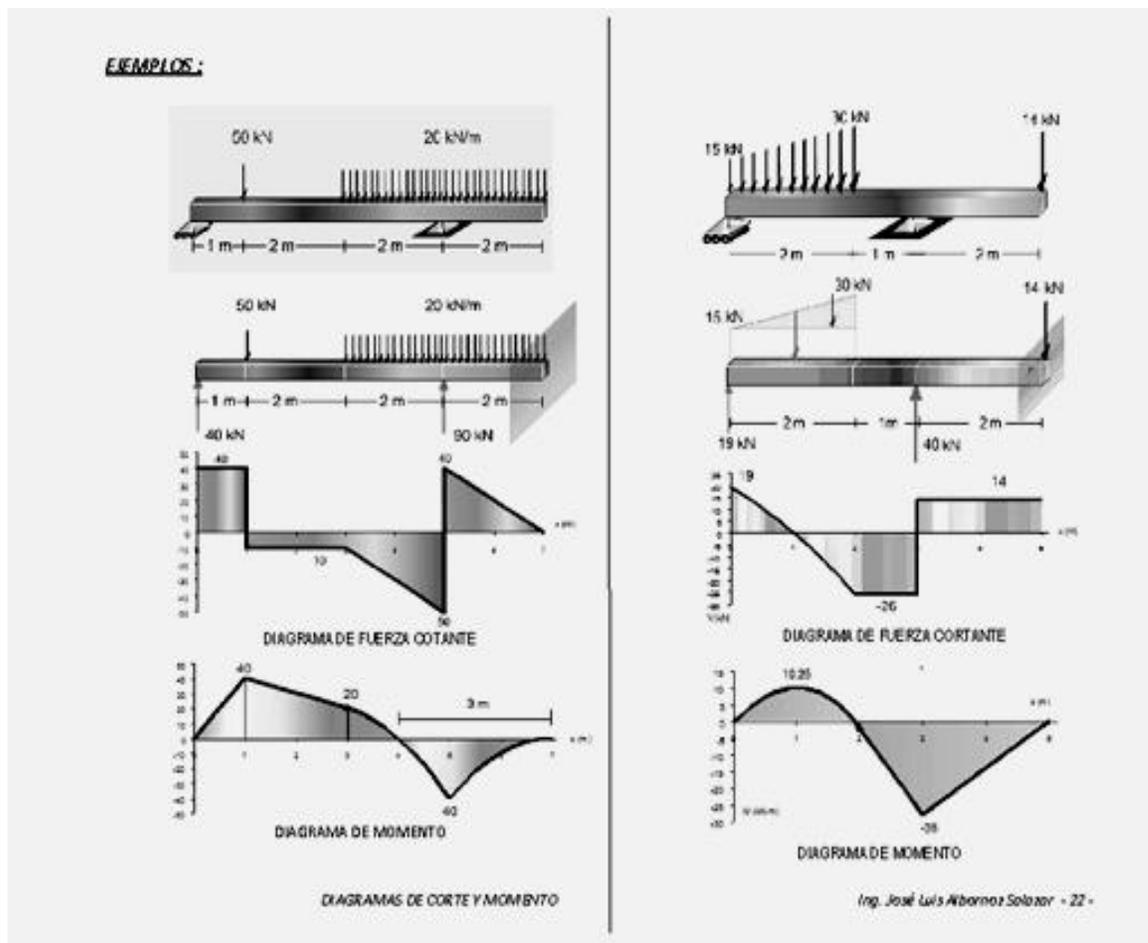
Las vigas son elementos estructurales que han de soportar esfuerzos de flexión. Para el cálculo de una viga, considerando los esfuerzos de flexión que ha de soportar, se puede usar la fórmula siguiente:

$$M = R \cdot Z$$

En la fórmula **M** es el momento de las fuerzas exteriores que producen la flexión en una sección determinada de la viga, **Z** es el módulo de la sección y **R** es el valor de la resistencia del material a tracción.

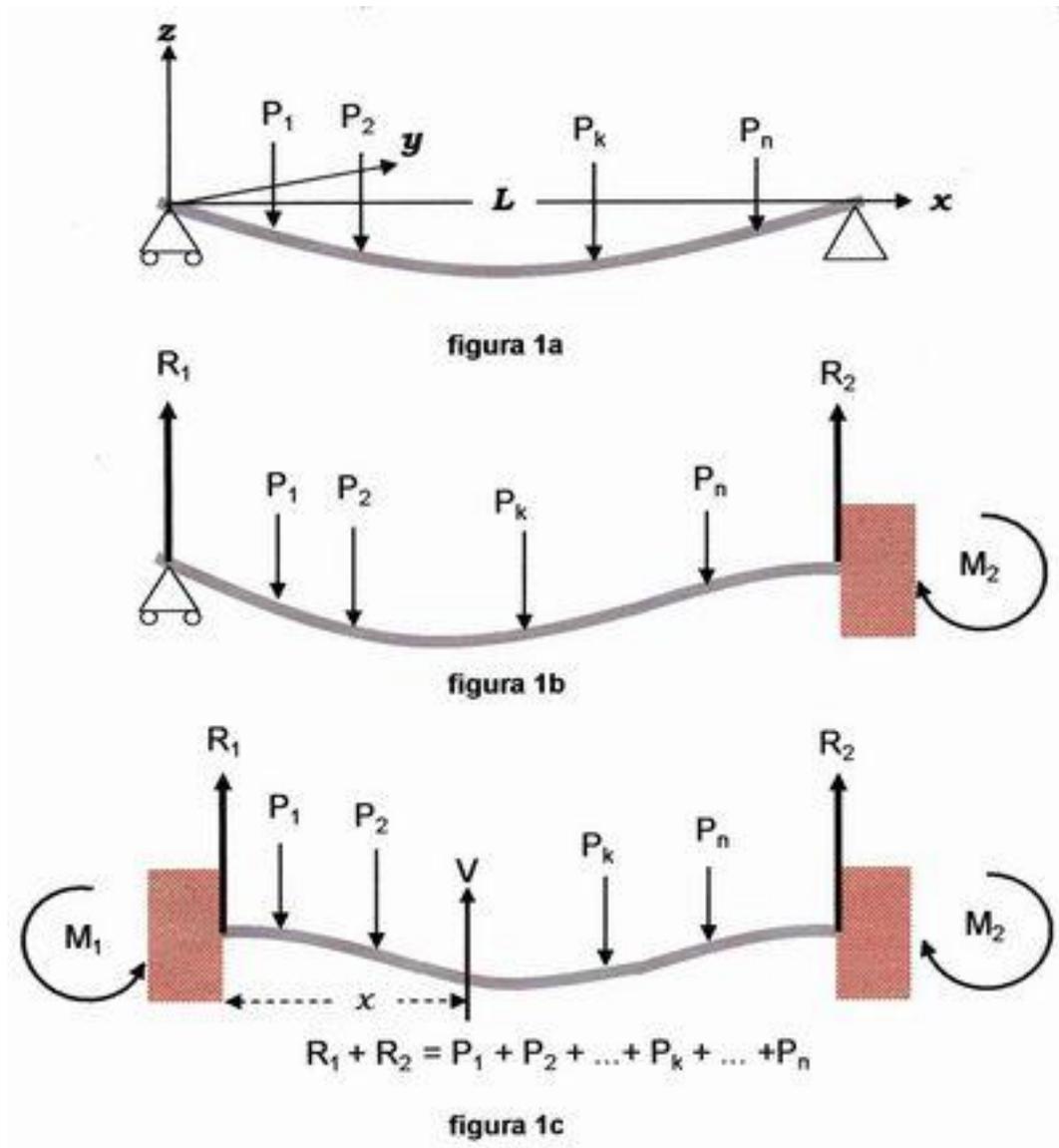
Los siguientes grabados muestran las fórmulas que nos permiten calcular el momento de las fuerzas exteriores M para distintos tipos de vigas. Este momento depende del peso que ha de soportar la viga, de cómo está situado a lo largo de la misma y de su longitud. Mientras más larga es la viga y mayor es el peso que ha de soportar, mayor será el valor del momento M . El primer grabado se refiere al caso de vigas en voladizo.

Figura 58. Vigas en voladizo



A continuación se pueden ver diferentes casos de vigas apoyadas en dos puntos.

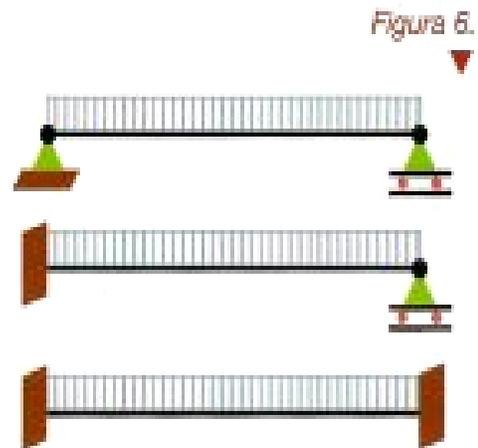
Figura 59. Vigas apoyadas en dos puntos



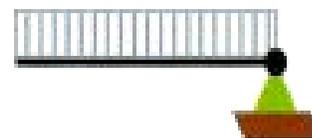
Por último se muestran las diferentes situaciones de vigas empotradas por sus extremos.

Figura 60. Vigas

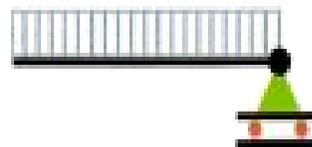
- Viga con apoyos articulados en ambos extremos
- Viga con un apoyo articulado y el otro empotrado
- Viga con los dos apoyos empotrados



- Articulado fijo



- Articulado móvil



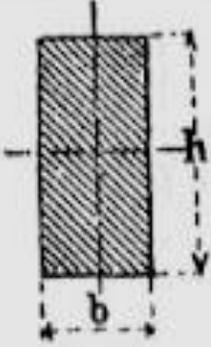
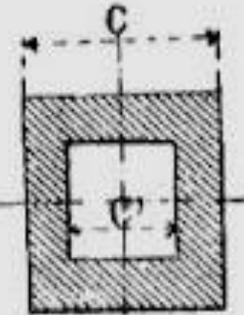
- Empotrado



Figura 7. ▲

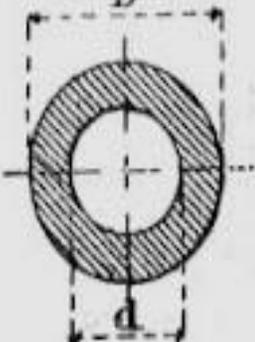
El módulo de la sección **Z** (Momento de inercia de la sección) depende de la forma geométrica que tenga la sección de la viga y de sus dimensiones. El siguiente grabado muestra las fórmulas para calcular el módulo de la sección **Z** y su superficie, en el caso de secciones rectangulares y cuadradas huecas.

Figura 61. Fórmulas para calcular el módulo de la sección **Z**

CROQUIS de la sección	MÓDULO Z de la sección	ÁREA A de la sección
	$\frac{1}{6} b h^2$	$b h$
	$\frac{1}{6} \frac{C^3 - C'^3}{C}$	$C^2 - C'^2$

El siguiente grabado muestra la forma de realizar el cálculo de **Z** para secciones circulares y circulares huecas (Tubos).

Figura 62. Cálculo de **Z** para secciones circulares y circulares huecas (Tubos).

CROQUIS de la sección	MÓDULO Z de la sección	ÁREA A de la sección
	$\frac{\pi}{32} d^3 = 0,0982 d^3$	$\frac{\pi}{4} d^2 = 0,785 d^2$
	$\frac{\pi}{32} \times \frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$

Por último se muestra la fórmula que permite calcular **Z** para secciones rectangulares huecas, en doble **T** y en **U**, que son perfiles habituales en arquitectura e ingeniería.

Figura 63. Cálculo Z para secciones rectangulares huecas, en doble T y en U

CROQUIS de la sección	MÓDULO Z de la sección	AREA A de la sección
	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	$BH - bh$

1º.- ¿Qué sección ha de tener una viga cuadrada de madera, empotrada por un extremo y cargada con 1.200 Kg a 1,5 metros del muro de empotramiento?

Se toma como valor de la resistencia del material **R**, 60 Kg por centímetro cuadrado (Se trata de un valor práctico o de seguridad, que en este caso es la décima parte del límite de rotura).

Aplicando la fórmula **$R Z = M$** y sustituyendo **M** por su valor será:

$$R Z = P l$$

Las unidades utilizadas son el Kg y el centímetro. Sustituyendo las letras por sus valores resultará (En el caso de una sección cuadrada $Z = \frac{1}{6} C^3$ en donde **C** es el lado del cuadrado):

$$60 \frac{C^3}{6} = 1200 \times 150$$

Despejando C^3 :

$$C^3 = 1200 \times 150 \cdot 6 / 60$$

Calculando la raíz cúbica resulta:

$$C = 26 \text{ Cm}$$

2º.- Una viga hueca de hierro, uniformemente cargada con un peso de 500 kilogramos por metro de longitud, tiene la forma de un tubo cuyo diámetro interior es igual a los 2/3 del diámetro exterior. La viga tiene 4 metros de longitud. Calcular los diámetros interior y exterior del tubo.¹⁰

Para un tubo **Z** es igual a:

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$

¹⁰ Referencia tomada de: Cálculo de resistencia de una viga De la página 66 a la 72.-Medellín- Recuperado el 5 de octubre del 2012) Disponible en Internet: <http://almadeherrero.blogspot.com/2009/09/calculo-de-la-resistencia-de-una-viga.html>

Teniendo en cuenta que además:

$$d = \frac{2}{3} \cdot d$$

Entonces resulta que:

$$Z = 0,098 \cdot (D^4) - \left[\frac{2}{3} \cdot D^4 \right] / D$$

Y

$$Z = 0,098 \cdot D^3 \left[1 - \frac{2}{3} \right]$$

Y

$$Z = 0,78 D^3$$

El valor de la resistencia a la tracción $R = 600$ kilogramos por centímetro cuadrado, y cada centímetro de longitud del tubo sostiene 5 Kg, por lo que aplicando la fórmula $R Z = M$ para este caso resultará:

$$600 \times 0,78 \times D^3 = \frac{400^2}{2}$$

Despejando D^3 resulta:

$$D^3 = 8.547$$

$$D = 21 \text{ centímetros}$$

$$d = 14 \text{ centímetros}$$

Espesor de pared del tubo = 3,5 centímetros.

3º.- Un techo, sostenido por una viga de hierro en doble **T**, produce sobre ésta una carga uniforme de 420 kilogramos por metro de longitud, siendo de 5 metros la distancia entre los muros en que está apoyada la viga. ¿Qué dimensiones habrá que adoptar para esta viga en doble **T**?

En este caso $R = 600$ kilogramos por centímetro cuadrado y 4,2 Kg la carga que ha de soportar la viga por cada centímetro de su longitud.

Aplicando la fórmula $R Z = M$ resulta:

$$600 \cdot Z = 4,2 \cdot \frac{500^2}{8}$$

Y

$$Z = 218,75$$

Buscando este módulo en las tablas proporcionadas por los fabricantes de vigas, se puede comprobar que las vigas de hierro en doble T, de 18 centímetros de altura y alas anchas, tienen aproximadamente el mismo módulo. Podremos pues adoptar una de dichas vigas.

6.8 TORNILLOS

Se denomina tornillo a un elemento mecánico cilíndrico dotado de cabeza, generalmente metálico, aunque pueden ser de madera o plástico, utilizado en la fijación de unas piezas con otras. Los elementos de las mismas pertenecen a un grupo de uniones desmontables y son juntas muy gruesas y de fácil mantenimiento los tornillos en cada estructura serán de dos o más diámetros distintos o bien diferenciados.

6.8.1 Los Tornillos “Socket” son aquellos que tienen cabeza cilíndrica y que tiene una base hexagonal la cual sirve para ajustar utilizando llaves Allen normalmente.

Figura 64. Muestras de tornillos Socket.



6.8.2 Los tornillos de Gorra o Corona (Cap Screw) son aquellos en los que es necesario utilizar un desarmador de tuerca para ajustar.

Figura 65. Muestras de tornillos de gorra o corona.



6.8.3 Tornillos Maquinados son aquellos en los que el estilo tanto de la cabeza como del ajuste puede variar; este tipo de tornillo es utilizado con mayor frecuencia en aplicaciones universales.

Figura 66. Muestras de tornillos maquinados



6.8.4 Cálculo de tornillos

Una pieza está sometida a efectos de corte cuando fuerzas exteriores tienden a fragmentarlo, en este caso diremos cuando las chapas unidas tratan de deslizarse una con respecto a la otra, produciendo un esfuerzo de corte en el vástago.

Cálculo tanto del material como de las uniones serán para:

- Cortadura.
- Aplastamiento.
- Tracción y cortante.
- Flexión simple.

De estas solicitaciones realizaremos el cálculo de la unión.

6.8.5 CÁLCULO A CORTADURA.

Se produce de contacto entre chapas y se tomará la sección resistente resultante del diámetro del vástago d .

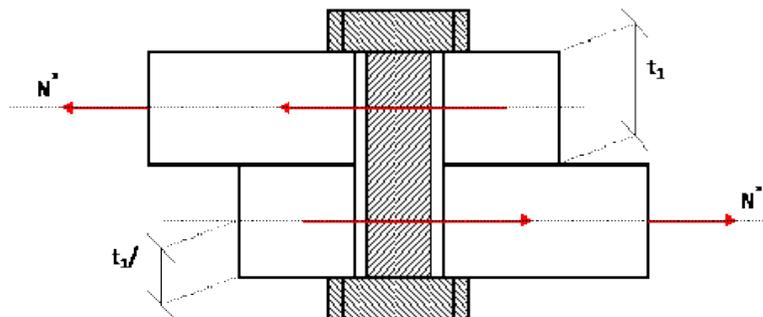
$$\emptyset = d \text{ para T}$$

$$\emptyset = d+1 \text{ para TC y TR}$$

Este esfuerzo se produce cuando, en el vástago; las chapas unidas tratan de deslizar una con respecto a la otra. Generalmente vamos a tener dos casos:

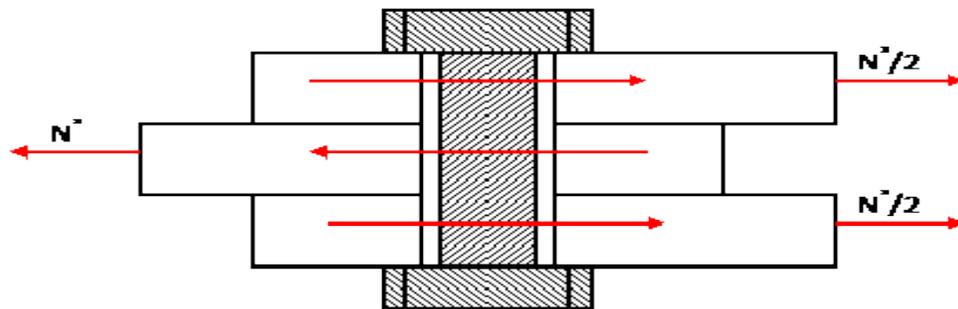
De SIMPLE CORTADURA.

Figura 67. Simple cortadura



y de DOBLE CORTADURA

Figura 68. Doble cortadura



El espesor de las tres chapas a unir, es t_1 .

No son aconsejables las uniones en simple cortadura, para evitar la aparición de un momento $N^* \times t_1$; en la sección del vástago; siempre que se pueda habrá que adoptar la disposición de doble cortadura.

La sollicitación de agotamiento de un remache o tornillo a cortadura, en la sección del vástago definida por la posición de contacto entre chapas¹¹.

$$N = K \cdot \sigma_t \cdot m \cdot F$$

K es un coeficiente adimensional que vale 0.65 para tornillos ordinarios y 0.8 para tornillos calibrados y roblones.

σ_t Es la resistencia de cálculo y vale 2400 Kp/cm² para el A4t (habitual en roblones y tornillos ordinarios) y 3000Kp/cm² para el acero A5t el habitual de los tornillos calibrados.

m , se denomina al número de secciones transversales

$m = 1$, para la simple cortadura.

$m = 2$, para la doble cortadura.

F será la sección resistente del vástago y será igual a $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$

Al producto $K \cdot \sigma_t = \tau_v$ se le llama también agotamiento a cortadura, para calcular el número de remaches o tornillos N_c , para absorber un esfuerzo N^* a cortadura tendremos que:

$$N_c = \frac{N^*}{m \cdot F \cdot \tau_v} = \frac{N^*}{m \cdot F \cdot K \cdot \sigma_t}$$

¹¹ Referencia tomada de: Cálculo de tornillería De la página 74 a la 76.-Medellín- Recuperado (el 8 de octubre del 2012) Disponible en Internet en: <http://www.construccion-civil.com/2011/07/calculo-de-remaches-y-tornillos.html>

6.9 CILINDROS HIDRÁULICOS

El funcionamiento de los cilindros hidráulicos es similar al funcionamiento de los cilindros neumáticos. Las dos principales características que diferencian a unos de otros son los materiales utilizados en su construcción y la fuerza que pueden llegar a desarrollar. Sobre esto último, es de sobras conocido que los cilindros hidráulicos desarrollan más energía o fuerza que los cilindros neumáticos. Sobre los materiales de construcción existen divergencias entre diferentes fabricantes, baste decir que los fabricantes de cilindros neumáticos se suelen inclinar en favor del aluminio, y los fabricantes de cilindros hidráulicos por el acero inoxidable y el cromado, en los dos casos es para evitar oxidaciones del material.

Cuando tenemos que analizar, comprar o pedir un cilindro nos tenemos que regir en unas consideraciones o características básicas, independientemente de que el cilindro sea neumático o hidráulico:

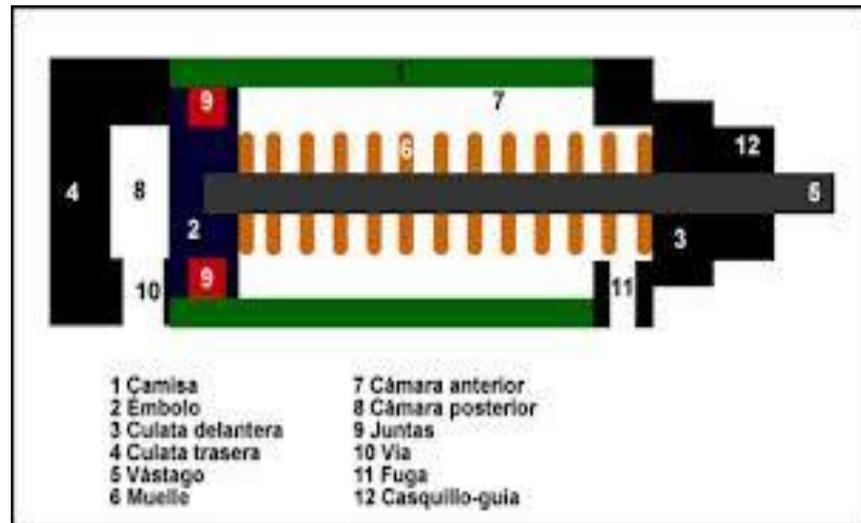
1. **La fuerza.** Tanto en el avance como en el retroceso del vástago.
2. **La carrera.** La distancia que recorre el vástago.
3. **La velocidad.** La velocidad de entrada y salida máxima del vástago.
4. **La presión.** El rango de presiones en que puede trabajar el cilindro. Referente a la presión de trabajo de las dos cámaras.
5. **La sujeción.** La gran mayoría de cilindros tienen varios tipos de sujeciones, es algo auxiliar al propio cilindro y puede ser de libre elección.
6. **El caudal de la bomba.** Solo para cilindros hidráulicos.
7. **El fluido.** Solo para cilindros hidráulicos.
8. **Diámetro y sección del cilindro.**
9. **Diámetro y sección del vástago.**

6.9.1 Clasificación de los cilindros hidráulicos.

De la misma manera que existen varias clases de cilindros neumáticos, también existen varias clases de cilindros hidráulicos. Pero como ya hemos indicado más arriba, el funcionamiento es similar.

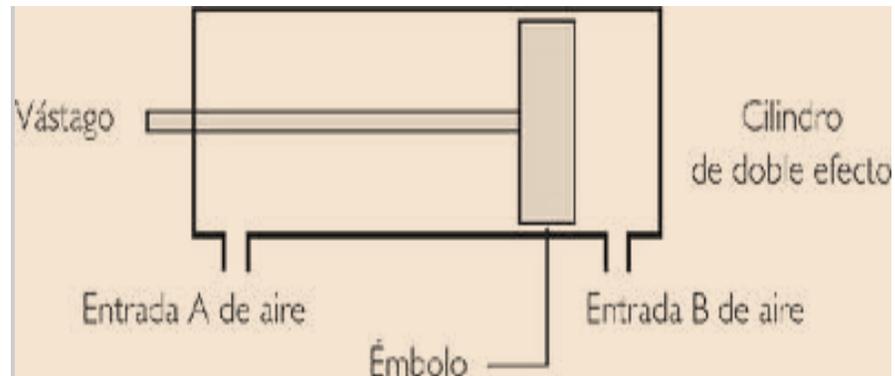
1. Cilindros de simple efecto. Con muelle o sin muelle, para la recuperación del vástago (ver figura 69)

Figura 69. Cilindros de simple efecto



2. Cilindros de doble efecto. Nos los podemos encontrar con un vástago o con dos, diferenciales, con o sin amortiguación.

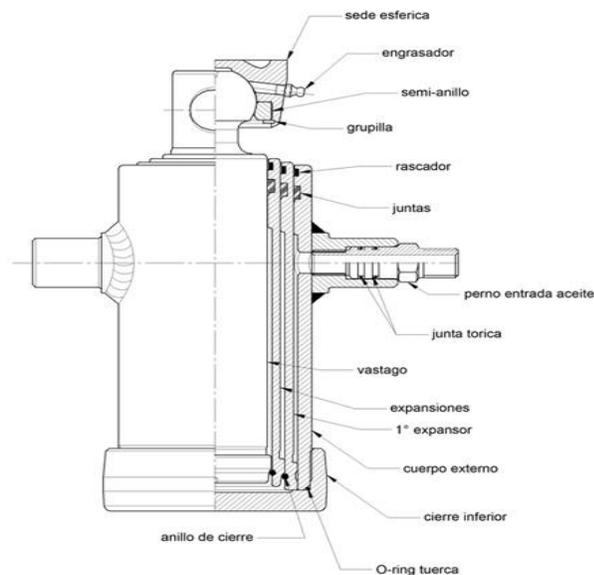
Figura 70. Cilindros de doble efecto



3. Cilindros telescópicos. Los podemos obtener simples o dobles.

La barra de tipo tubo multi etápico es empujada sucesivamente conforme se va aplicando al cilindro aceite a presión. Se puede lograr una carrera relativamente en comparación con la longitud del cilindro (ver figura 71)

Figura 71. Cilindros telescópicos



4. Cilindros giratorios. Hay muchos tipos de ellos

6.9.2 Tipos de cilindros hidráulicos 1.

Existen varios tipos o clases de cilindros hidráulicos. La construcción física de tales cilindros es muy similar a la construcción de los cilindros neumáticos, por este motivo, en esta web solamente nombraremos los diferentes tipos de cilindros con una pequeña explicación, sin gráficos, pues sería repetir lo mismo de lo que podéis encontrar en la web destinada a la neumática. Baste saber que la principal diferencia entre unos y otros es el material empleado para su construcción.

6.9.3 Cilindro hidráulico tipo buzo.

Es el típico cilindro que encontramos en los gatos o elevadores hidráulicos. Ejercen la presión en una sola dirección, liberándose dicha presión cuando accionamos algún tipo de mecanismo, ya sea una palanca, llave o pulsador. Solo disponen de una cámara, se suelen montar en vertical porque el retorno se hace por la fuerza de la gravedad. También llamados de simple efecto.

6.9.4 Cilindro hidráulico tipo simple efecto.

Este tipo de cilindro puede ser de empuje o tracción. El retorno del vástago se realiza mediante la fuerza de la gravedad, el peso de una carga o por medio de un muelle.

Es costumbre encontrar en este cilindro un orificio para que la cámara no se llene de aire.

6.9.5 Cilindro hidráulico tipo doble efecto.

En este tipo de cilindro tenemos dos orificios que hacen de entrada y salida de fluido, de manera indistinta. Incluso pueden llevar de fabricación válvulas para regular la velocidad de desplazamiento del vástago.

Suelen ir acompañados de válvulas distribuidoras, reguladoras y de presión en su montaje en la instalación hidráulica.

Tiene dos cámaras, una a cada lado del émbolo. En el émbolo es donde va sujeto el vástago o pistón; y es el que hace que se desplace el vástago de un lado a otro según le llegue el fluido por una cámara u otra.

El volumen de fluido es mayor en el lado contrario al vástago, esto repercute directamente en la velocidad del mismo, haciendo que la velocidad del retorno del vástago sea algo mayor que en su desplazamiento de salida.

7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en resolver una necesidad de la empresa ROSS SAND CASTING por la difícil tarea de embutir piezas mecánicas, rodamientos, bujes ejes, teniendo en cuenta que el acero de estas piezas son de un material dúctil y frágil lo que ocasiona problemas con el modelo actual de extracción, para resolver este problema se propone apropiar y aplicar los conocimientos sobre hidráulica y resistencia de materiales para diseñar y fabricar una prensa hidráulica manual. Después de completar el ensamble de dicha máquina se deben tener en consideración una serie de instrucciones para poder garantizar el buen funcionamiento del equipo. Primero antes de poner el equipo en funcionamiento el operario debe observar:

1. Posibles fugas hidráulicas.
2. Daños en la estructura o en el cilindro.
3. Uniones correctamente soldadas y/o entornilladas.
4. Accesorios correctamente conectados.

Luego de verificar estas posibles fallas se puede proceder a trabajar el equipo y en caso tal de mostrar alguna anomalía se debe proceder a parar el trabajo inmediatamente para así evitar un accidente.

Para comprobar su correcto funcionamiento se accionaría la palanca de la bomba manual y se observa el avance del cilindro sin colocar nada en la prensa, dejándolo llegar a su longitud máxima de avance, después de que ocurra esto se mantiene accionado la palanca hasta alcanzar la máxima presión en el manómetro y se observaría que no existieran fugas, de ser así ya se encontraría en condiciones óptimas para su funcionamiento.

Las partes a inspeccionar frecuentemente serían:

Desgaste del cilindro o bomba

Fugas de aceite

Aflojado de tornillos

Daños en estructura o soportes de prensa

Posibles signos de corrosión.

Deformación de la mesa de trabajo

El realizar este procedimiento de inspección le garantiza a la prensa una larga vida útil y correcto funcionamiento a la vez evitaran perdidas a la empresa aplicándole un correcto mantenimiento.

Además realizaremos unos cálculos para la estructura de la prensa hidráulica.

Principalmente fuimos donde el profesor y asesor de grados el señor Sigifredo quien nos brindó la asesoría de los cálculos para esta estructura. A continuación mostraremos los cálculos que se realizaron.

7.1 CÁLCULOS

7.1.1 CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA DE LA PRENSA HIDRÁULICA

Los cálculos se harán por medio de un programa para calcular estructuras; hay gran variedad de programas pero en este caso utilizaremos el MDSOLID 3.5.

Iniciaremos los cálculos con la viga de la estructura a la cual le queremos instalar un cilindro 6 toneladas y utilizaremos unas fórmulas que automáticamente el programa las calcula y son siguientes formulas:

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

σ = Esfuerzo

F = Fuerza

A = Área

$$\text{Factor de Seguridad} = \frac{\text{esfuerzo normal admisible}}{\text{esfuerzo normal ultimo}} = \frac{\square \text{ ultimo}}{\square \text{ admisible}}$$

τ = cortante

$$\sigma_y = \frac{MC}{I}$$

σ_y = esfuerzo de fluencia

M = momento

C = punto donde se desea saber el esfuerzo (distancia)

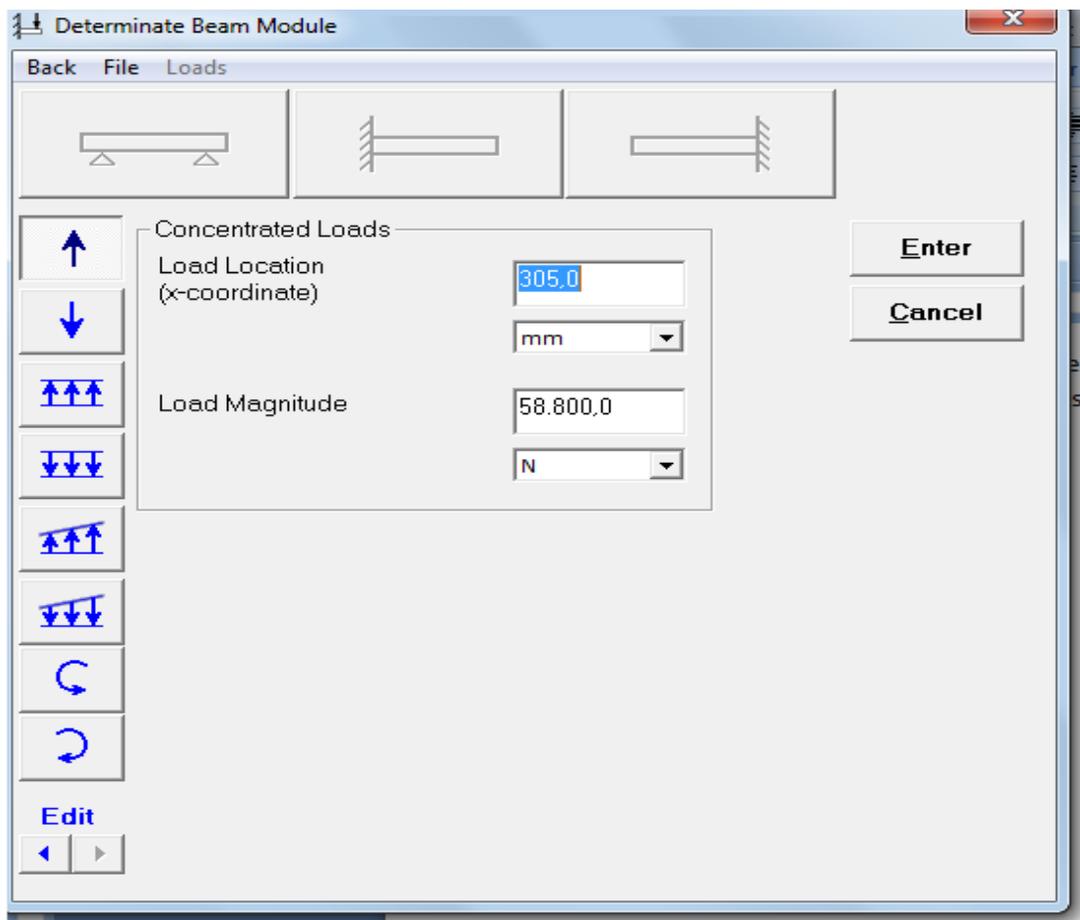
I = momento de inercia

Nota: si queremos calcular el momento de inercia manualmente hay que buscar la fórmula de los centro de gravedad de aéreas usuales para la geométrica que tiene el elemento a calcular.

7.1.3 CÁLCULOS DE LA VIGA

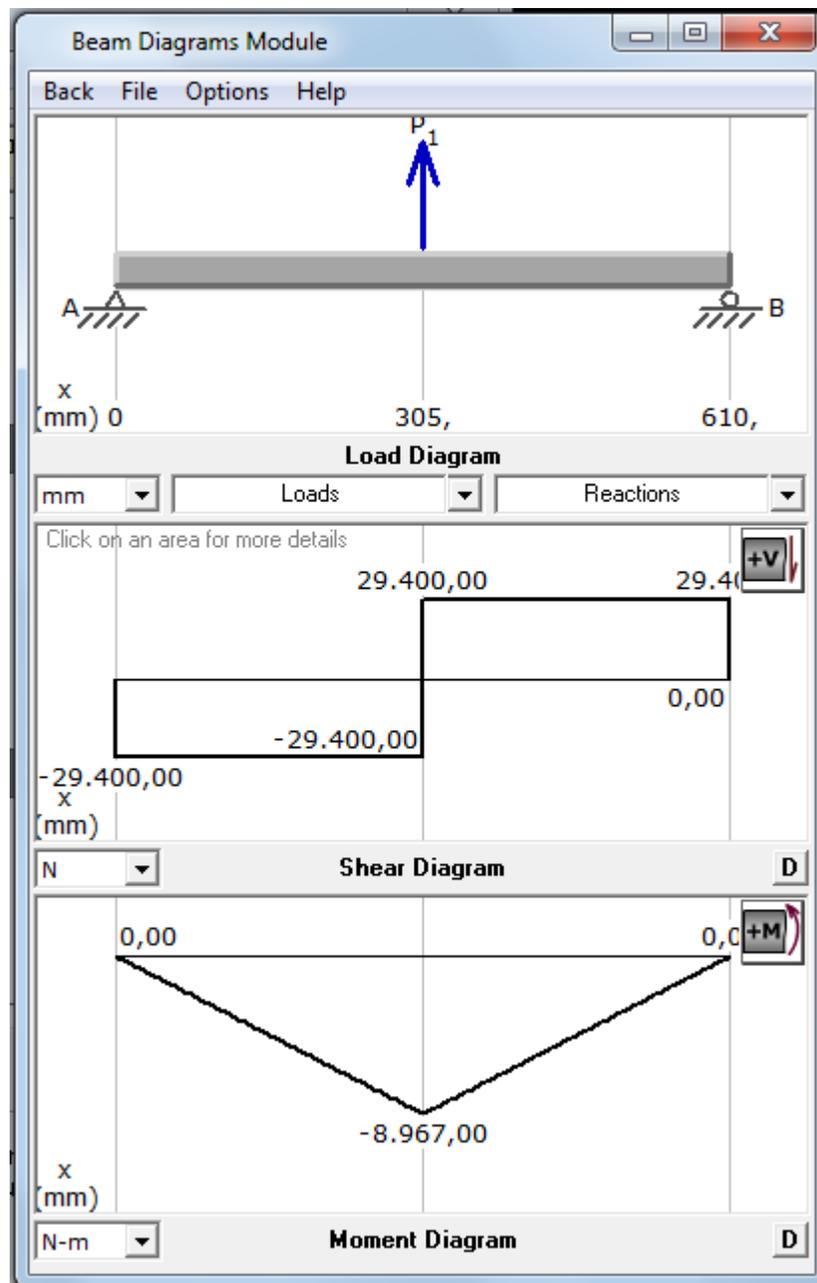
En la figura 72 muestra como 58800N a la mitad de la viga,

Figura 72. Muestra 58800N a la mitad de la viga



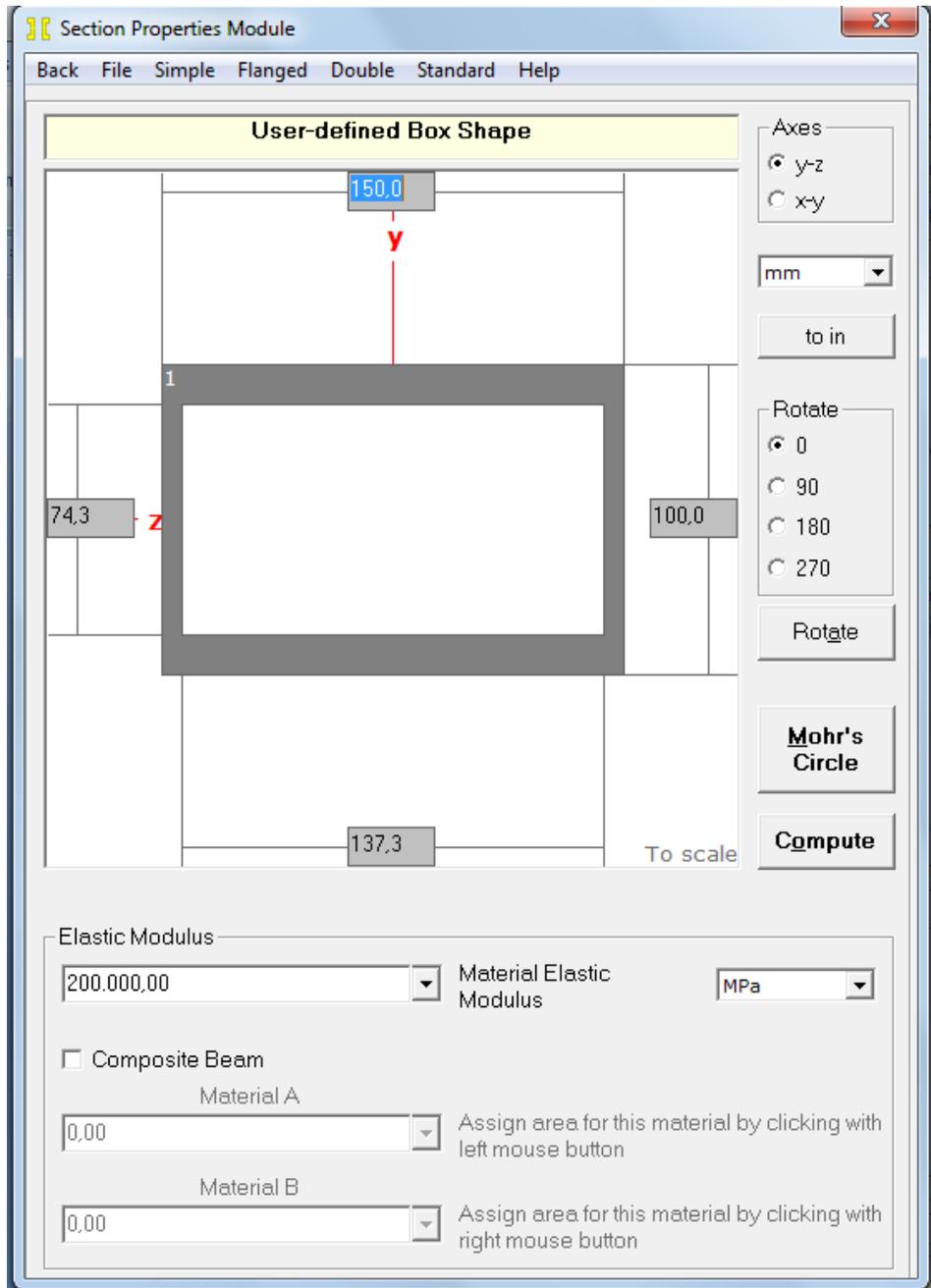
En la figura 73 muestra una gráfica con la distribución de los esfuerzos en la viga y momento.

Figura 73. Gráfica con la distribución de los esfuerzos en la viga y el momento.



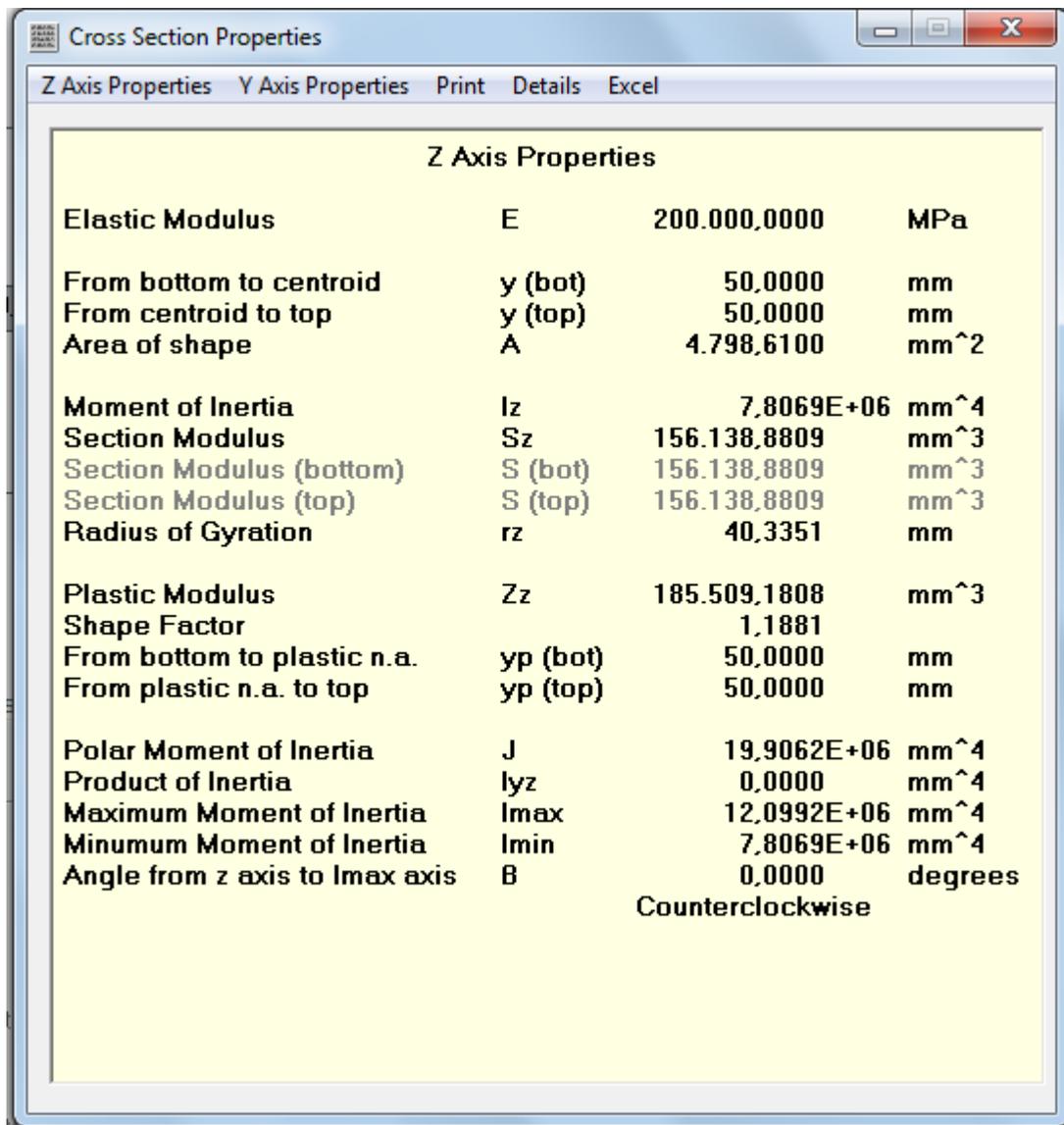
En la figura 74 le damos dimensiones a la viga y el modulo elástico del material, en este caso es ACERO ESTRUTURAL ASTM A-36.

Figura 74. Dimensiones de la viga y el modulo elástico ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36.



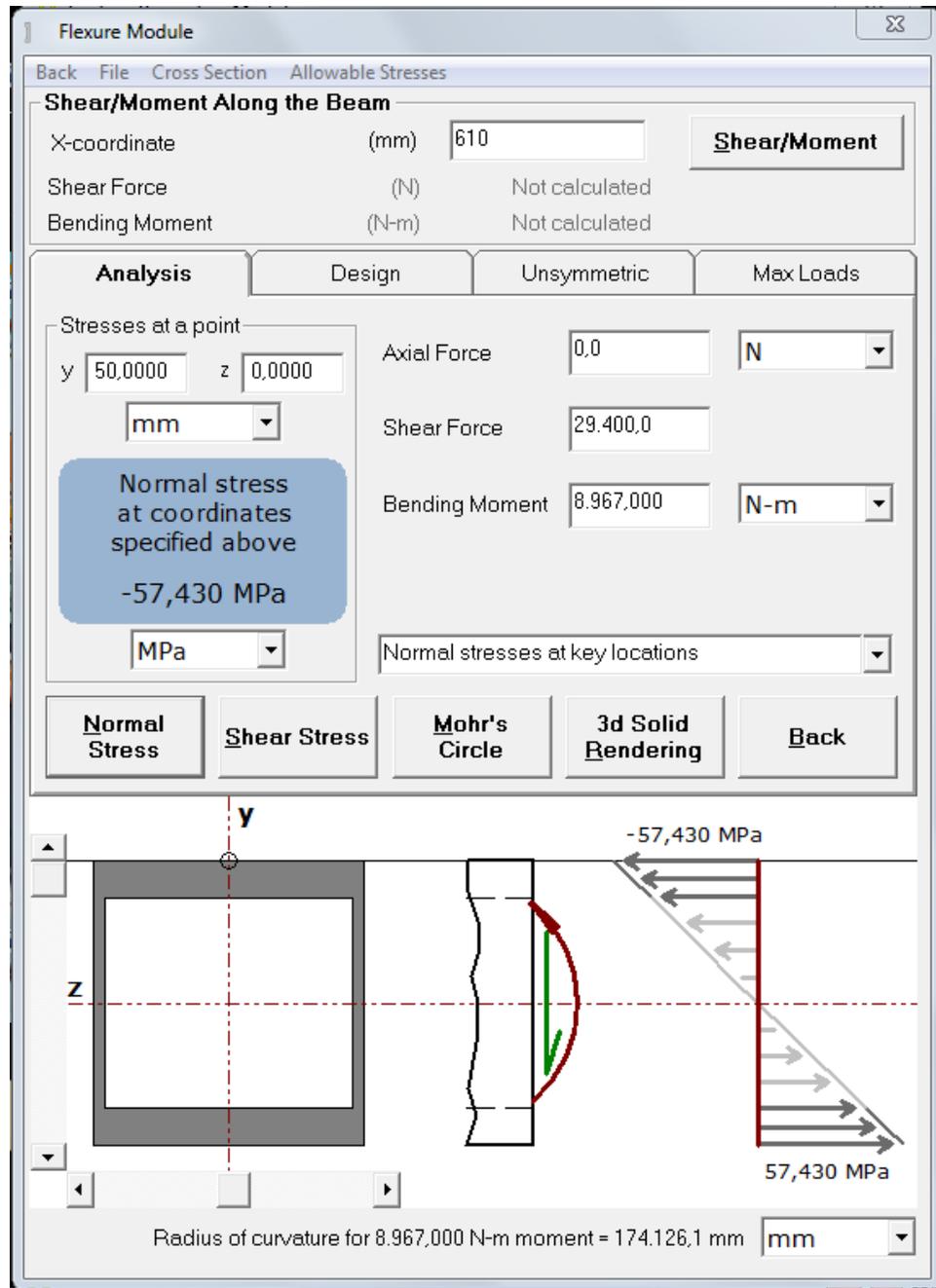
Los cálculos que hizo el programa de acuerdo a los datos que le ingresaron arrojaron unos resultados (ver figura 75).

Figura 75. Resultados del cálculo hecho



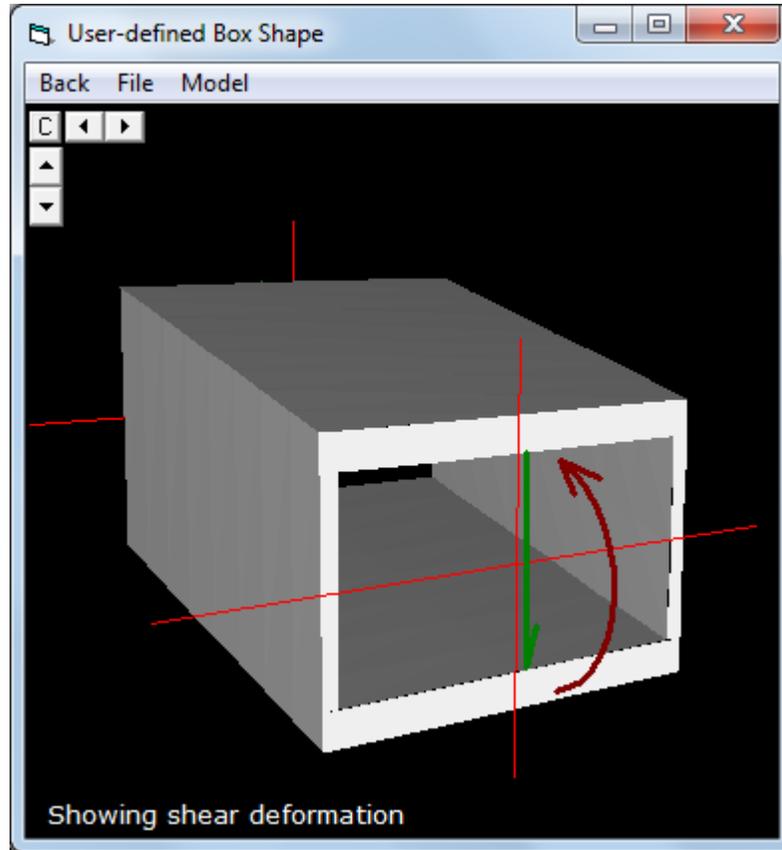
La figura 76 muestra un resultado de 53530 MPa. Este resultado es el esfuerzo al que está sometida la viga, la cual está por debajo de los 200000MPa que resiste el material.

Figura 76. Resultado de 53530 MPa.



La figura 77 es una imagen en 3D que muestra la excentricidad en la viga y el momento al cual está sometido.

Figura 77. Imagen en 3D que muestra la excentricidad en la viga y el momento al cual está sometido.



7.2 CÁLCULOS DE LA COLUMNA

Para calcular la columna utilizaremos las fórmulas de deformación de esfuerzos máximos o esfuerzo ultimo; las formulas son las siguientes:

$$\gamma_{normal} = \frac{F}{A}$$

$$\gamma_{máximo} = \frac{F}{A}$$

$$\square = \frac{PL}{AE}$$

\int :deformación

P: fuerza

L: longitud

A: área

E: módulo de elasticidad del material.

$$E = \frac{\square}{L}$$

$$\gamma_{normal} = \frac{29400}{4,757m^2} = 6180,365 Pa$$

$$\gamma_{maximo} = \frac{29400}{0,1 - 0,027 \times (0,15)} = 2940000 Pa$$

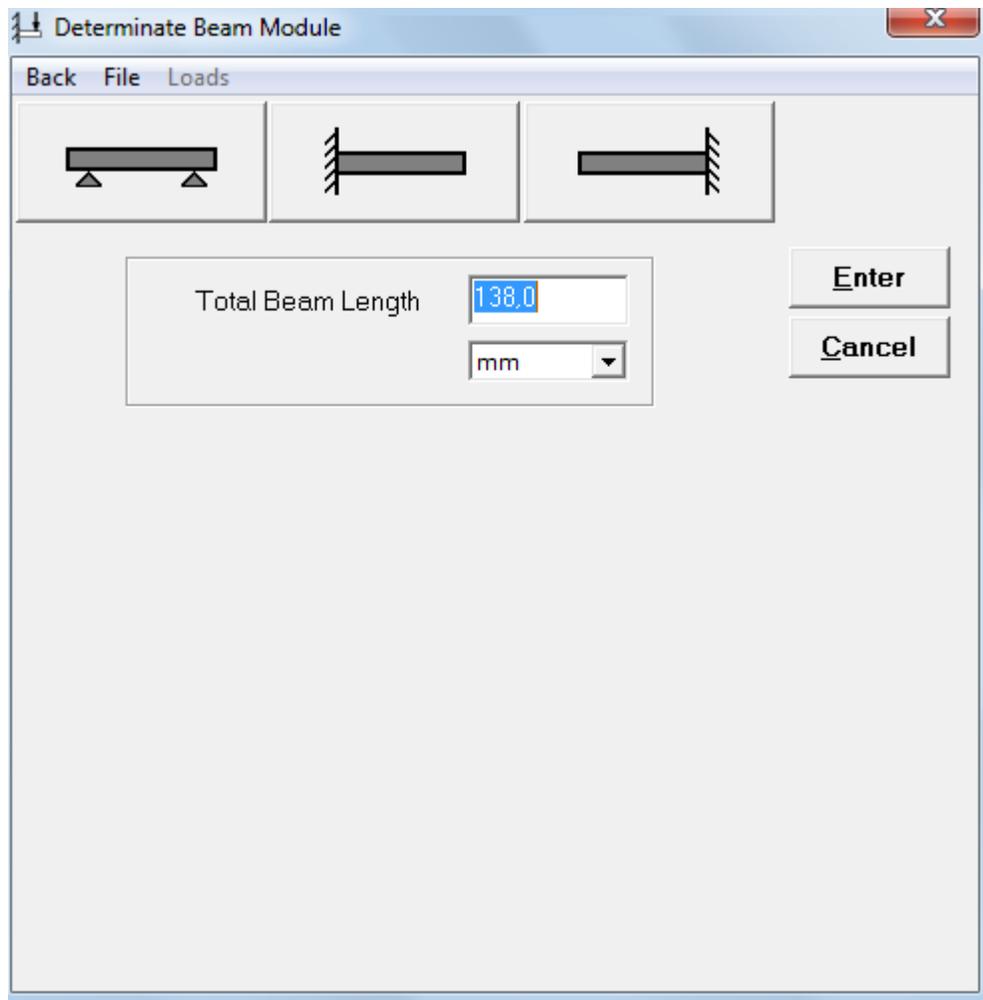
$$\square = \frac{29400 N \times 1.635 m}{3.013m^2 \times 200 \times 10^6} = 7.977 \times 10^{-5} m$$

NOTA: estos cálculos nos demuestran que no hay deformación en la columna y puede soportar los esfuerzos de acuerdo a los exigidos en la estructura.

7.2.1 CALCULAREMOS LA BARRA PARA SOSTENER LA MESA

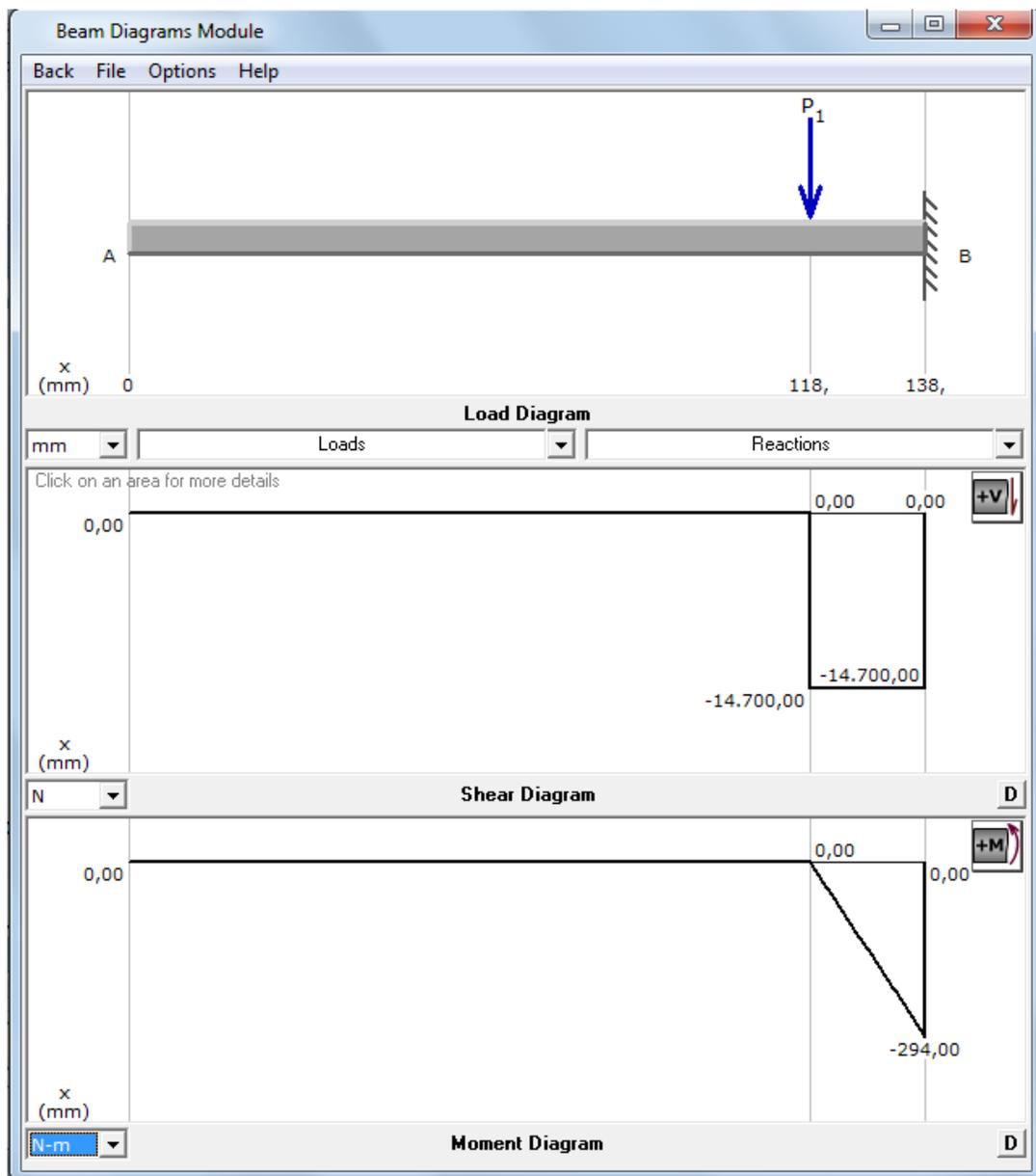
Lo que hacemos es poner la longitud la barra mide 430mm pero como la barra está dentro de otro tubo que hará, que la fuerza mayor no se dé dentro del tubo sino en una distancia determinada a la cual saldrá la barra. Se dará un esfuerzo cortante 20 o 30 mm de donde está sujeto (ver figura 78).

Figura 78. Cálculo de la barra para sostener la mesa.



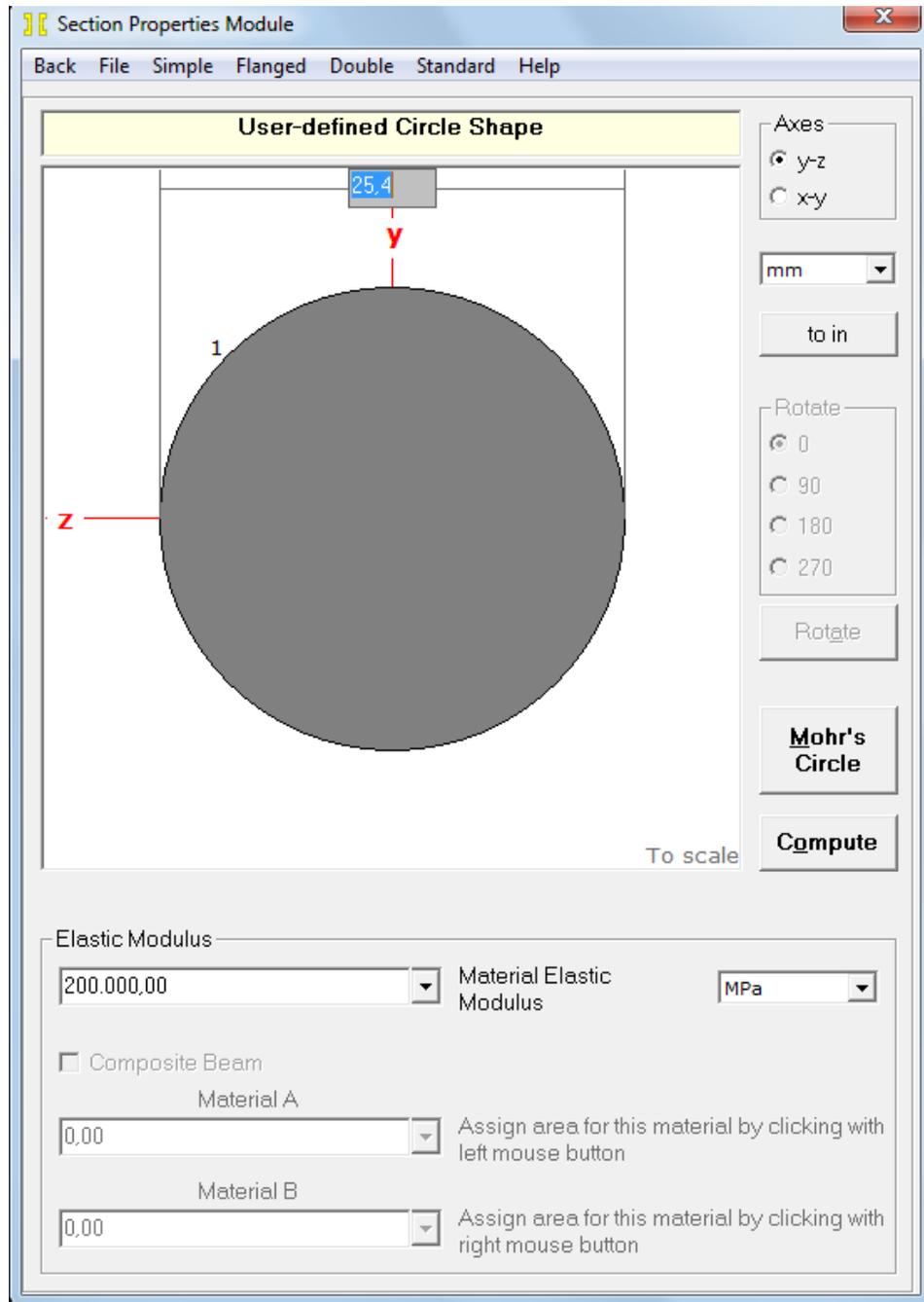
Después de haberle colocado la longitud le colocamos la fuerza que queremos que nos soporte esta barra en este caso el esfuerzo es de 14700 y nos muestra la siguiente grafica dándonos las distribución de fuerzas en las barra y el momento (ver figura 79).

Figura 79. Distribución de fuerzas en la barra y el momento.



Luego le damos las dimensiones a la barra y tipo de material en que se obtendrá es de acero AISI 4340 con un coeficiente de elasticidad de 200GPa (ver figura 80).

Figura 80. Dimensiones de la barra de acero AISI 4340



Luego de haberle dado las dimensiones el nos mostrara una tabla con las respuestas de los esfuerzos y momentos en la barra ver figura 10. A estos esfuerzos le agregaremos los esfuerzos cortantes que sufre la barra son los siguientes:

$$\tau = \frac{F/2}{A}$$

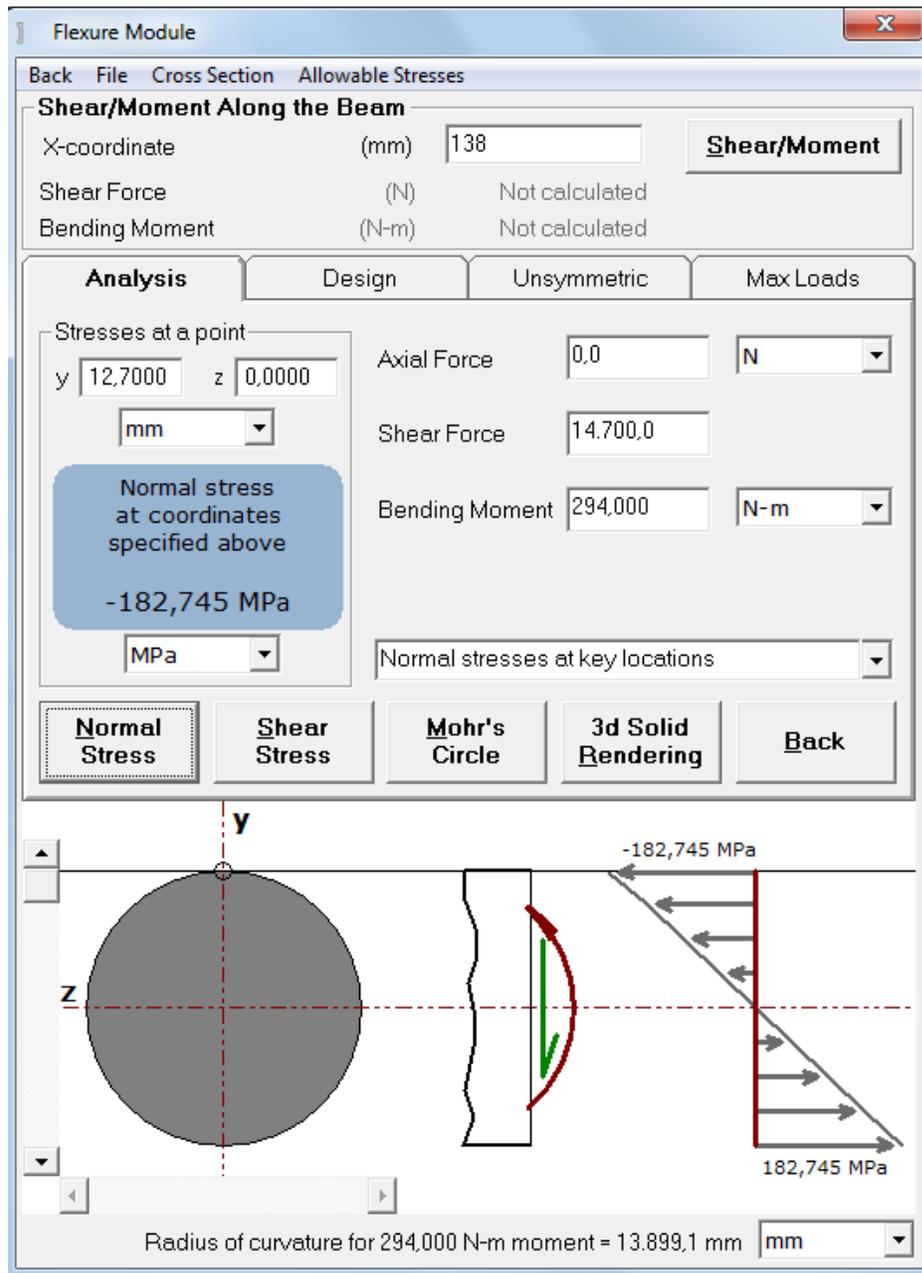
$$\tau = \frac{29400/2}{\frac{\pi}{4}(0,0254)^2} = \frac{14700}{5.067 \times 10^{-4}} = 29011249.26 Pa$$

Figura 81. Esfuerzos cortantes que sufre la barra.

Z Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	12.7000	mm
From centroid to top	y (top)	12.7000	mm
Area of shape	A	506.7075	mm ²
Moment of Inertia	Iz	20.431,7123	mm ⁴
Section Modulus	Sz	1.608,7962	mm ³
Section Modulus (bottom)	S (bot)	1.608,7962	mm ³
Section Modulus (top)	S (top)	1.608,7962	mm ³
Radius of Gyration	rz	6.3500	mm
Plastic Modulus	Zz	2.731,1773	mm ³
Shape Factor		1.6977	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	12.7000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	12.7000	mm
Polar Moment of Inertia	J	40.863,4247	mm ⁴
Product of Inertia	Iyz	0.0000	mm ⁴
Maximum Moment of Inertia	I _{max}	20.431,7123	mm ⁴
Minumum Moment of Inertia	I _{min}	20.431,7123	mm ⁴
Angle from z axis to I _{max} axis	B	0.0000	degrees
		Clockwise	

La figura 82 muestra el momento de elongación de la barra es menor que la resistencia del material.

Figura 82. Momento de elongación de la barra menor que la resistencia del material.



7.3 CÁLCULOS PARA LA MESA

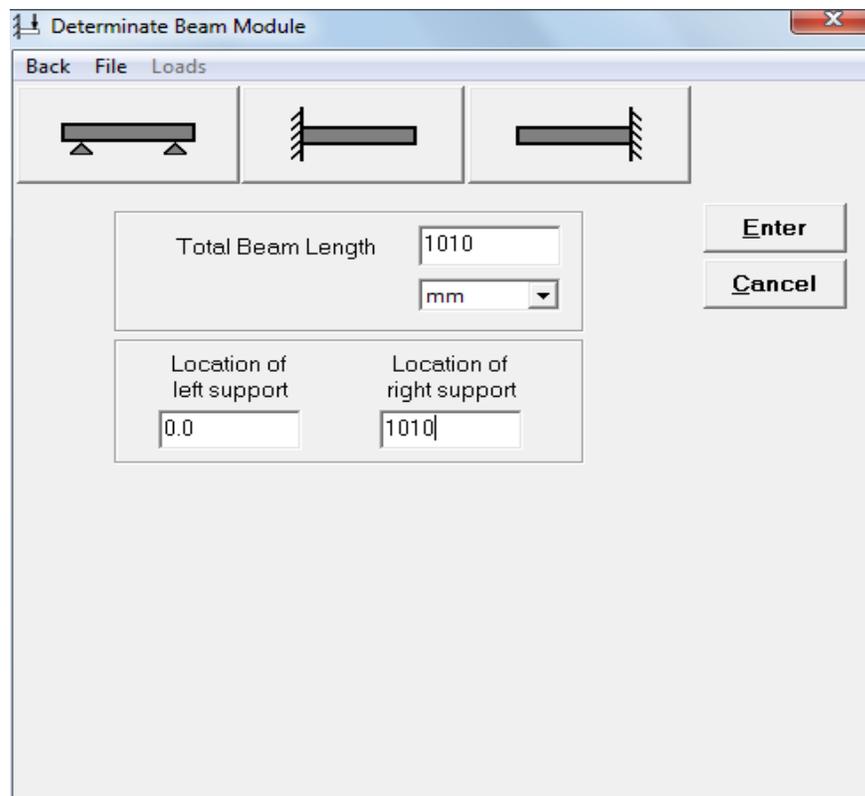
La mesa de la estructura le haremos los cálculos de flexión pura deformación y esfuerzos cortantes y esfuerzos normales para saber que no nos vaya a fallar la estructura por un exceso de fuerzas.

Vamos a calcular una de las vigas de la mesa sin los refuerzos que ella posea si nos soporta los esfuerzos no tendré necesidad de calcularlos.

Esto lo calcularemos con el programa y agregaremos algunos cálculos.

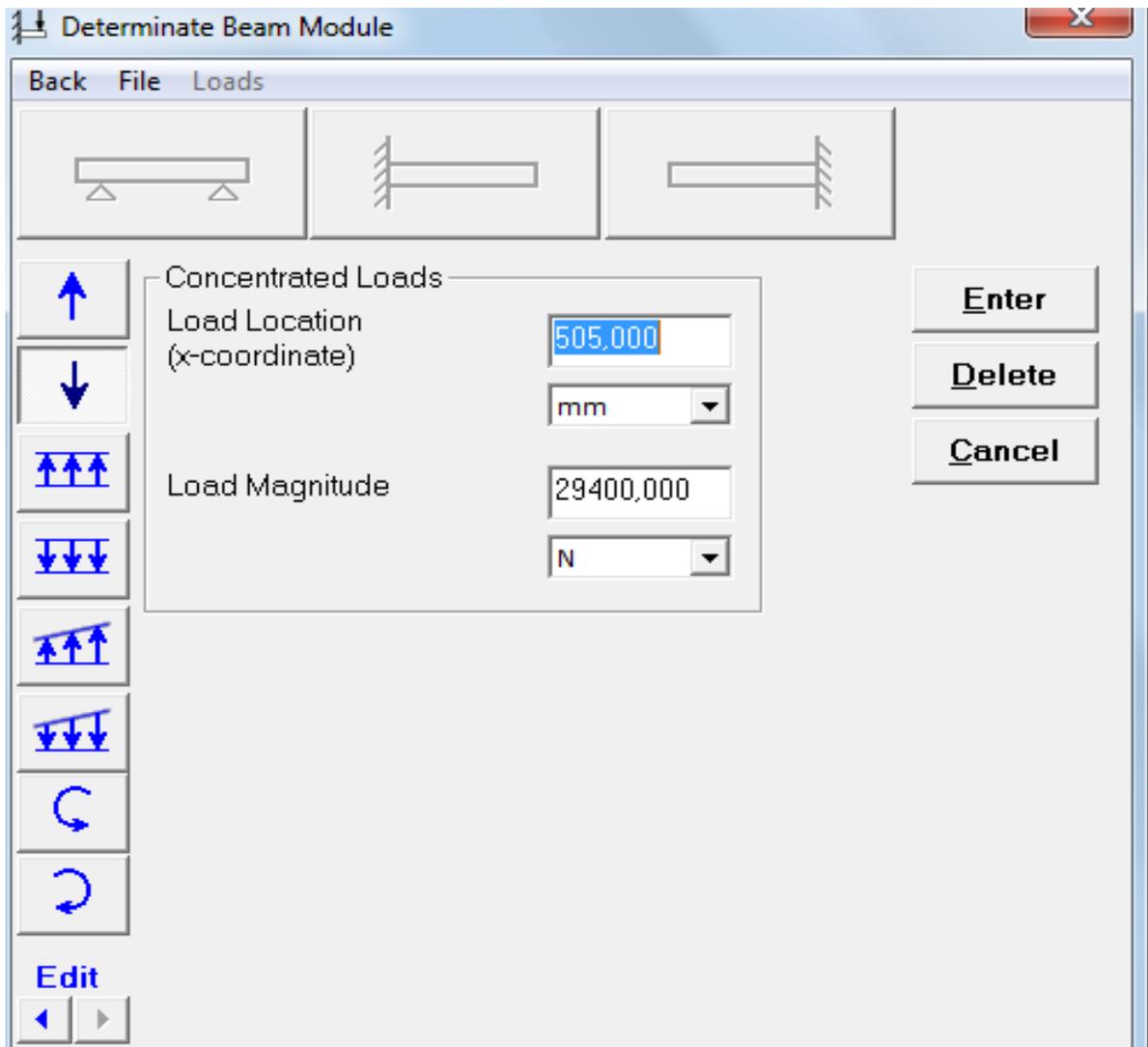
En la figura # 83 le daremos la longitud determinada a la viga

Figura 83. Formato de longitud determinada a la viga



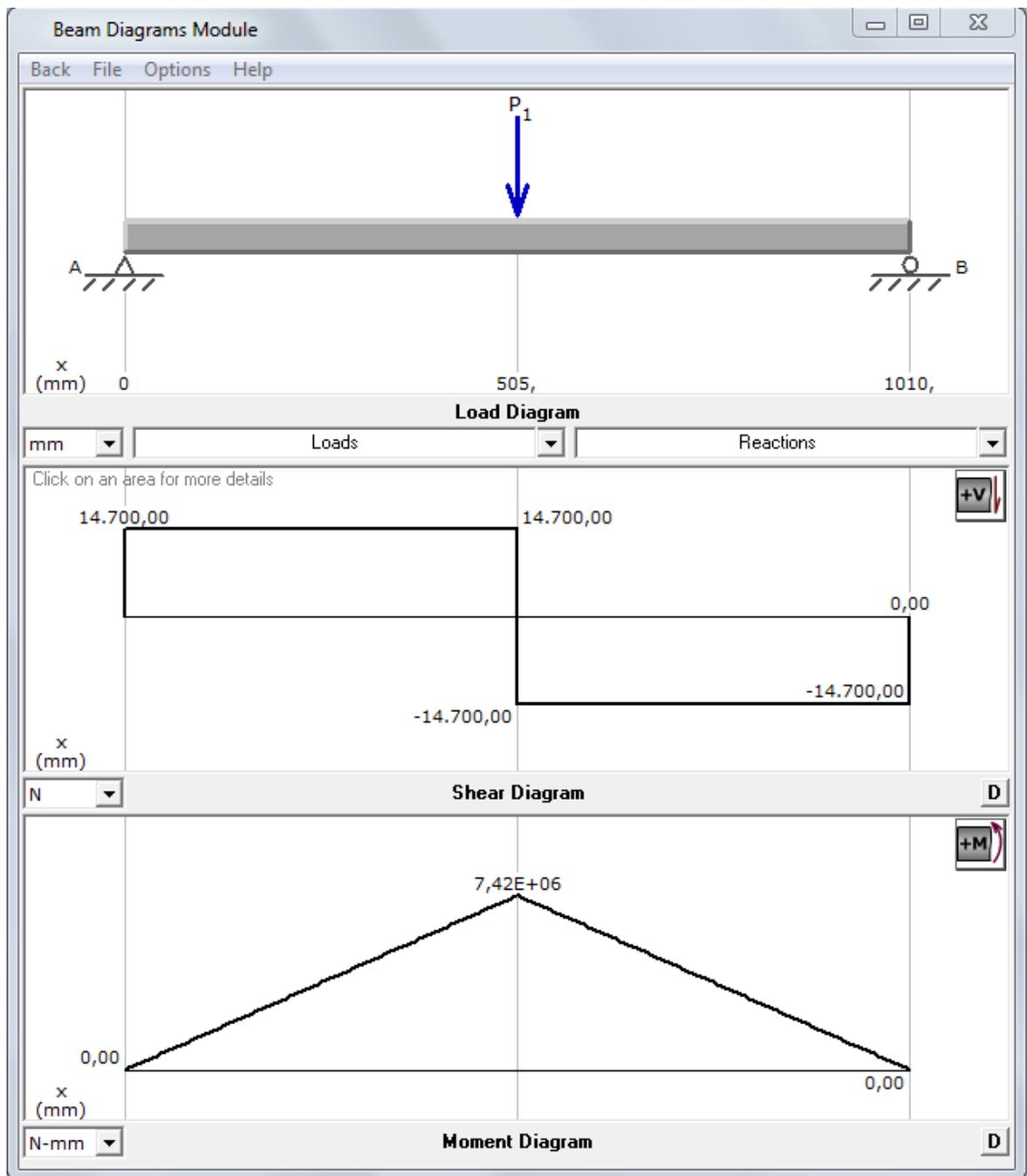
En la siguiente figura le daremos la fuerza aplicada en la viga la cual nos tiene que soportar este esfuerzo (ver figura 84).

Figura 84. Fuerza aplicada en la viga



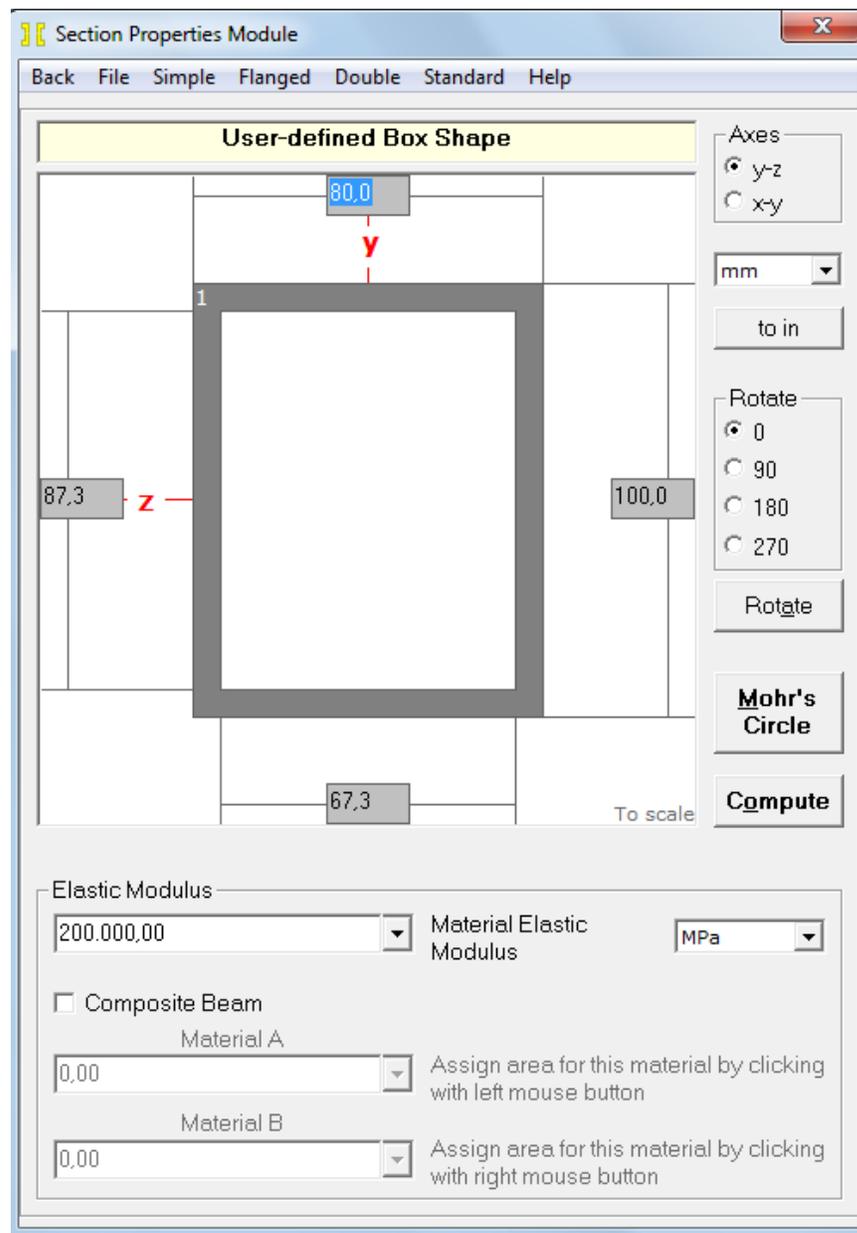
En la siguiente figura nos mostrara una gráfica con la distribución de esfuerzos y el momento en la viga (ver figura 85).

Figura 85. Gráfica con la distribución de esfuerzos y el momento en la viga.



En la siguiente figura 86 le daremos las dimensiones de la sección y tipo de material para saber los cálculos.

Figura 86. Dimensiones de la sección y tipo de material para saber los cálculos.



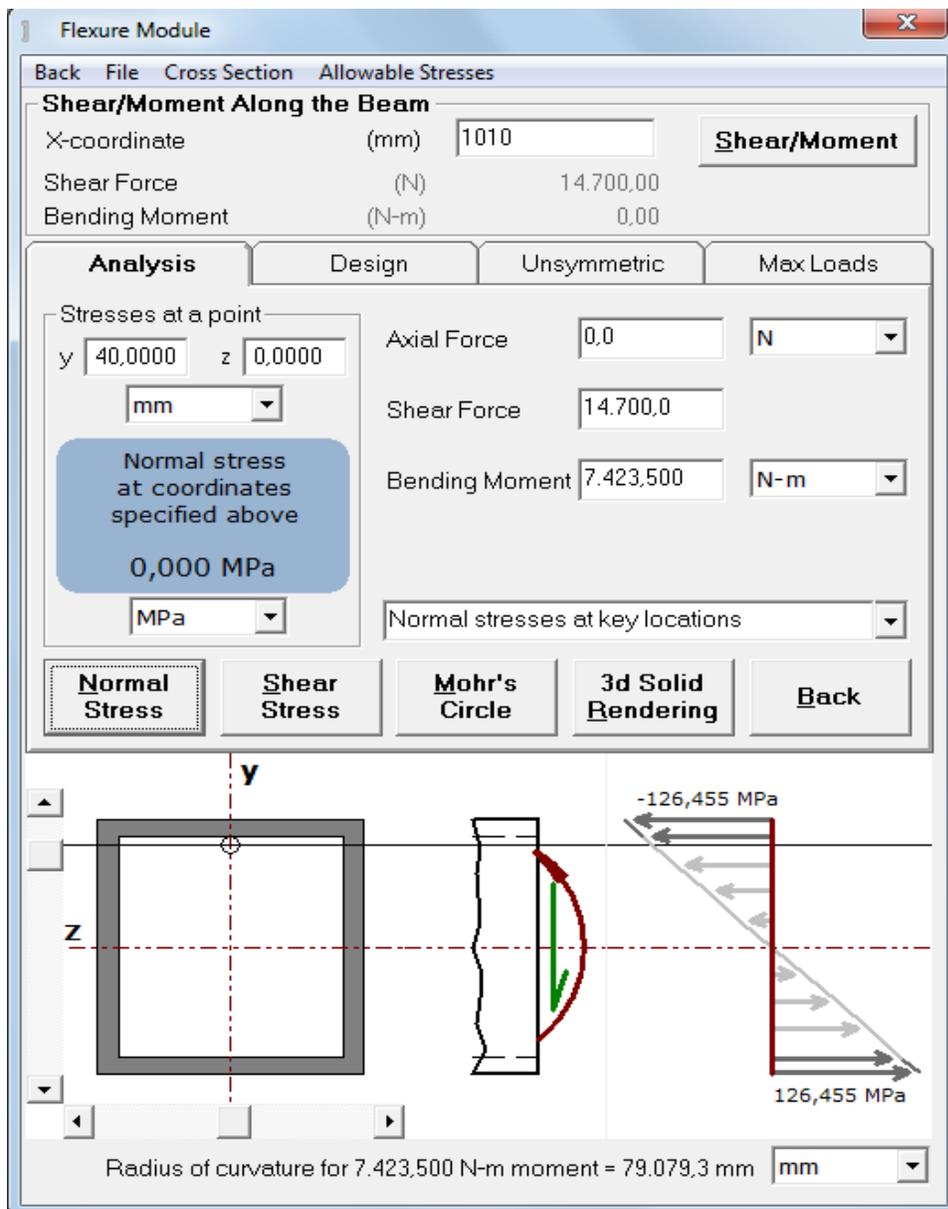
En la siguiente figura mostrará los cálculos realizados por el programa (ver figura 87).

Figura 87. Cálculos realizados por el programa.

Z Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	50,0000	mm
From centroid to top	y (top)	50,0000	mm
Area of shape	A	2.124,7100	mm ²
Moment of Inertia	Iz	2,9352E+06	mm ⁴
Section Modulus	Sz	58.704,5185	mm ³
Section Modulus (bottom)	S (bot)	58.704,5185	mm ³
Section Modulus (top)	S (top)	58.704,5185	mm ³
Radius of Gyration	rz	37,1681	mm
Plastic Modulus	Zz	71.771,7957	mm ³
Shape Factor		1,2226	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	50,0000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	50,0000	mm
Polar Moment of Inertia	J	4,9843E+06	mm ⁴
Product of Inertia	Iyz	0,0000	mm ⁴
Maximum Moment of Inertia	I _{max}	2,9352E+06	mm ⁴
Minumum Moment of Inertia	I _{min}	2,0491E+06	mm ⁴
Angle from z axis to I _{max} axis	B	0,0000	degrees
		Counterclockwise	

En la siguiente figura veremos la reacción de la viga y el esfuerzo que provoca si es mayor que los 200000MPa del material y cómo podemos ver la viga aguanta perfectamente este esfuerzo (ver figura 88).

Figura 88. Reacción de la viga y el esfuerzo que provoca si es mayor que los 200000MPa



$$\sigma = \frac{29400/2}{\frac{4}{4}(0,04076)^2} = \frac{14700}{1,310^{-3}} = 11265723,8Pa$$

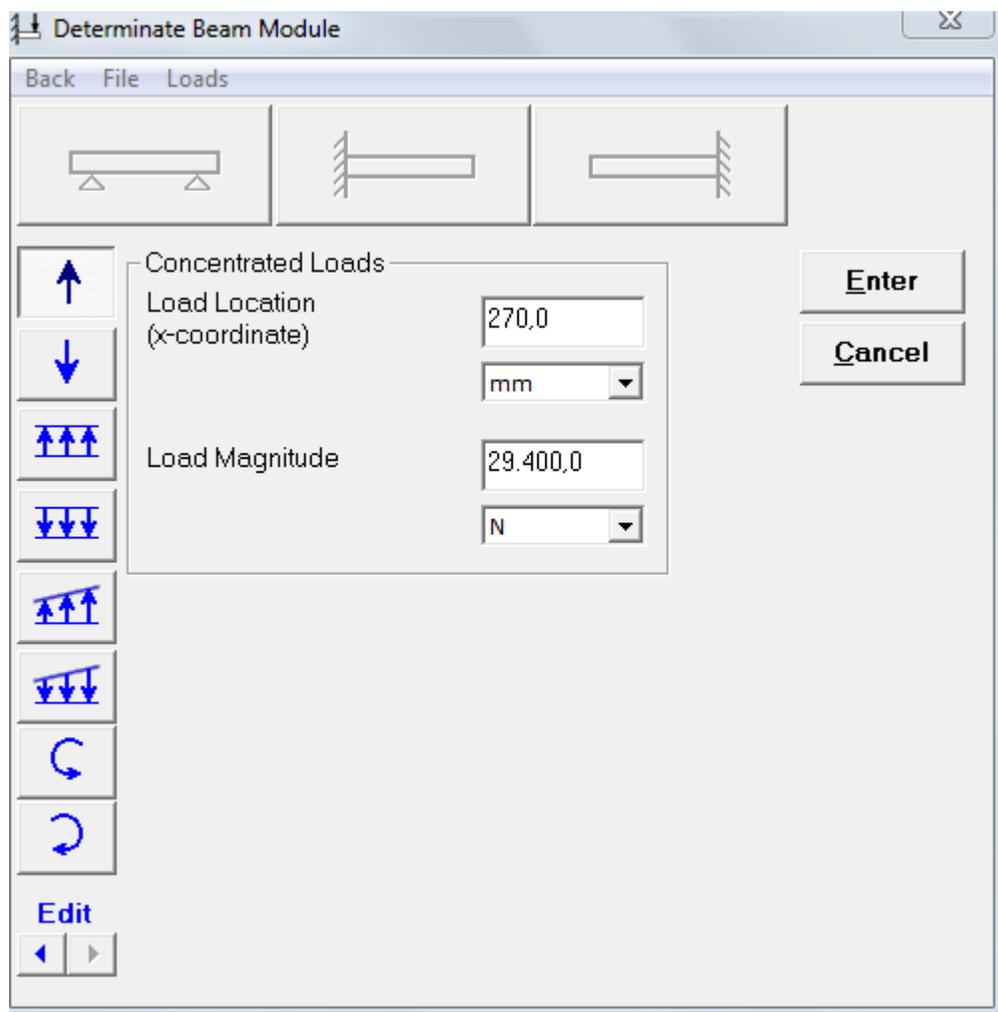
$$\gamma_{normal\ maximo} = \frac{14700}{0,08 \times 0,1 - (0,0873 \times 0,0673)} = \frac{14700}{2,13 \times 10^{-3}} = 6901408,451Pa$$

7.3.1 VIGA TIPO H

Los cálculos analizados esta viga son iguales a la primera viga que analizamos vamos a iniciar los cálculos de la viga tipo H.

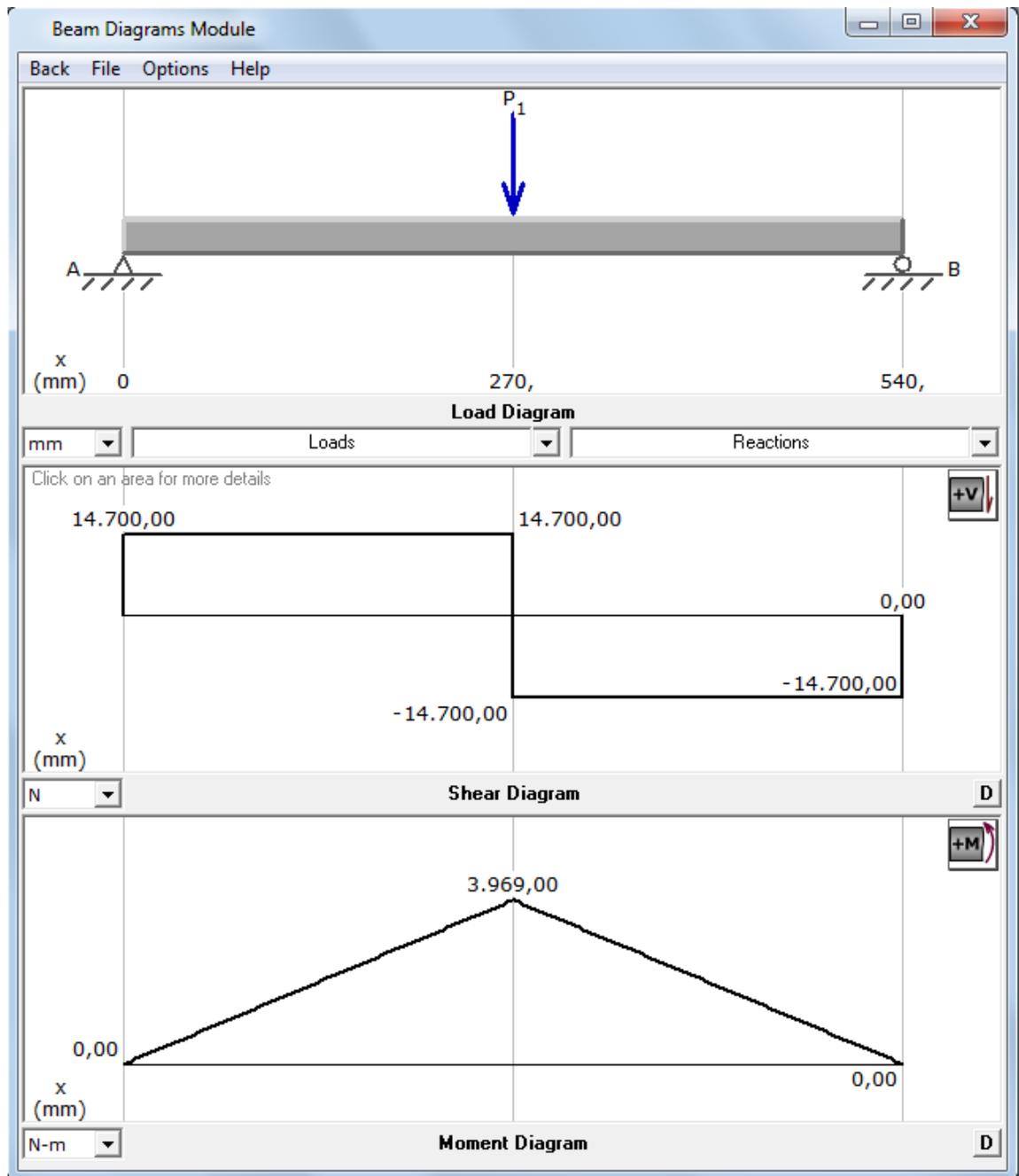
En la figura le daremos los esfuerzos que se quiere aplicar (ver figura 89).

Figura 89. Viga tipo H y los esfuerzos



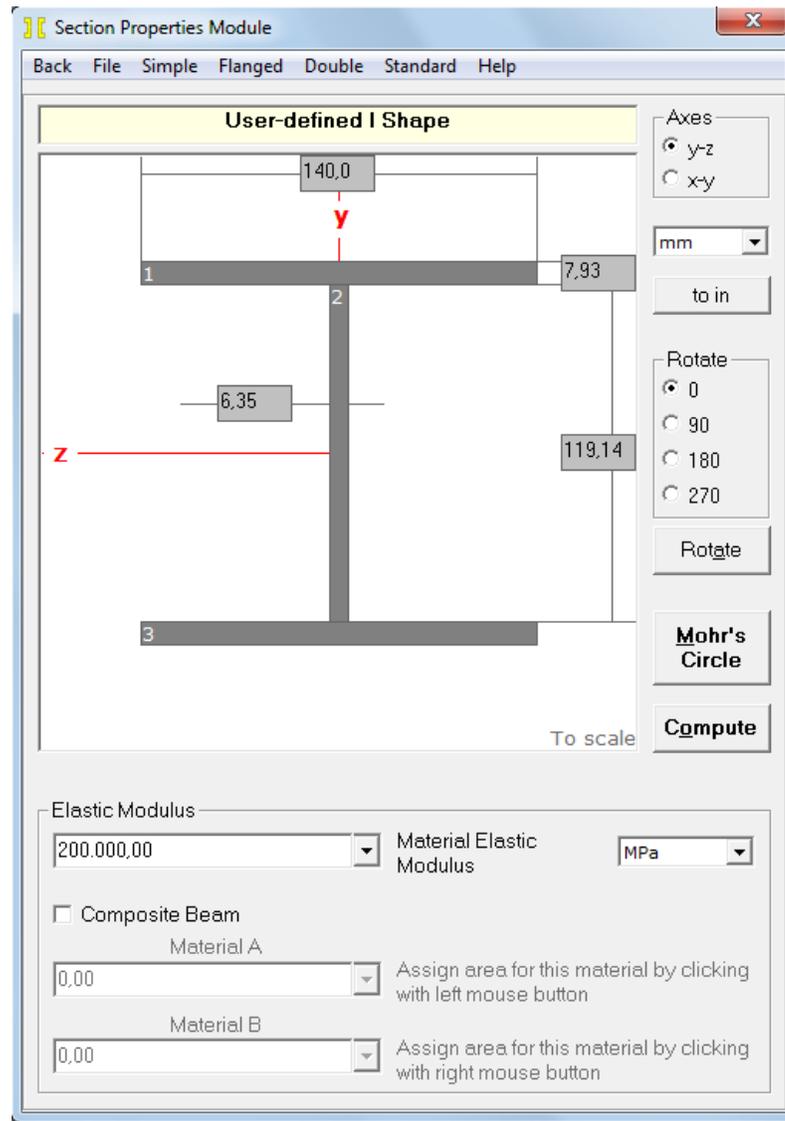
En la siguiente figura nos mostrara las dos graficas con la distribución de esfuerzo y el momento (ver figura 90).

Figura 90. Gráficas con la distribución de esfuerzo y el momento.



En la figura 91 le daremos las dimensiones a la viga y el tipo de material.

Figura 91. Dimensiones de la viga y tipo de material.



En la siguiente figura nos mostrara una tabla con los resultados de los cálculos (ver figura 92).

Figura 92. Tabla con los resultados de los cálculos

Cross Section Properties			
Z Axis Properties			
Elastic Modulus	E	200.000,0000	MPa
From bottom to centroid	y (bot)	67,5000	mm
From centroid to top	y (top)	67,5000	mm
Area of shape	A	2.976,9390	mm ²
Moment of Inertia	Iz	9,8696E+06	mm ⁴
Section Modulus	Sz	146.216,2527	mm ³
Section Modulus (bottom)	S (bot)	146.216,2527	mm ³
Section Modulus (top)	S (top)	146.216,2527	mm ³
Radius of Gyration	rz	57,5791	mm
Plastic Modulus	Zz	163.606,6281	mm ³
Shape Factor		1,1189	
From bottom to plastic n.a.	yp (bot)	67,5000	mm
From plastic n.a. to top	yp (top)	67,5000	mm
Polar Moment of Inertia	J	13,4988E+06	mm ⁴
Product of Inertia	Iyz	0,0000	mm ⁴
Maximum Moment of Inertia	I _{max}	9,8696E+06	mm ⁴
Minumum Moment of Inertia	I _{min}	3,6292E+06	mm ⁴
Angle from z axis to I _{max} axis	θ	0,0000	degrees
		Counterclockwise	

En la figura 93 veremos la reacción de la viga y el resultado del momento de elongación que nos puede generar el esfuerzo aplicado si es menor de 200000MPa soporta el esfuerzo que se le aplicó.

Figura 93. Reacción de la viga y el resultado del momento de elongación si es menor de 200000MPa

Flexure Module

Back File Cross Section Allowable Stresses

Shear/Moment Along the Beam

X-coordinate (mm) **Shear/Moment**

Shear Force (N) Not calculated

Bending Moment (N-m) Not calculated

Analysis Design Unsymmetric Max Loads

Stresses at a point

y z

Normal stress at coordinates specified above

-27,145 MPa

Axial Force N

Shear Force

Bending Moment N-m

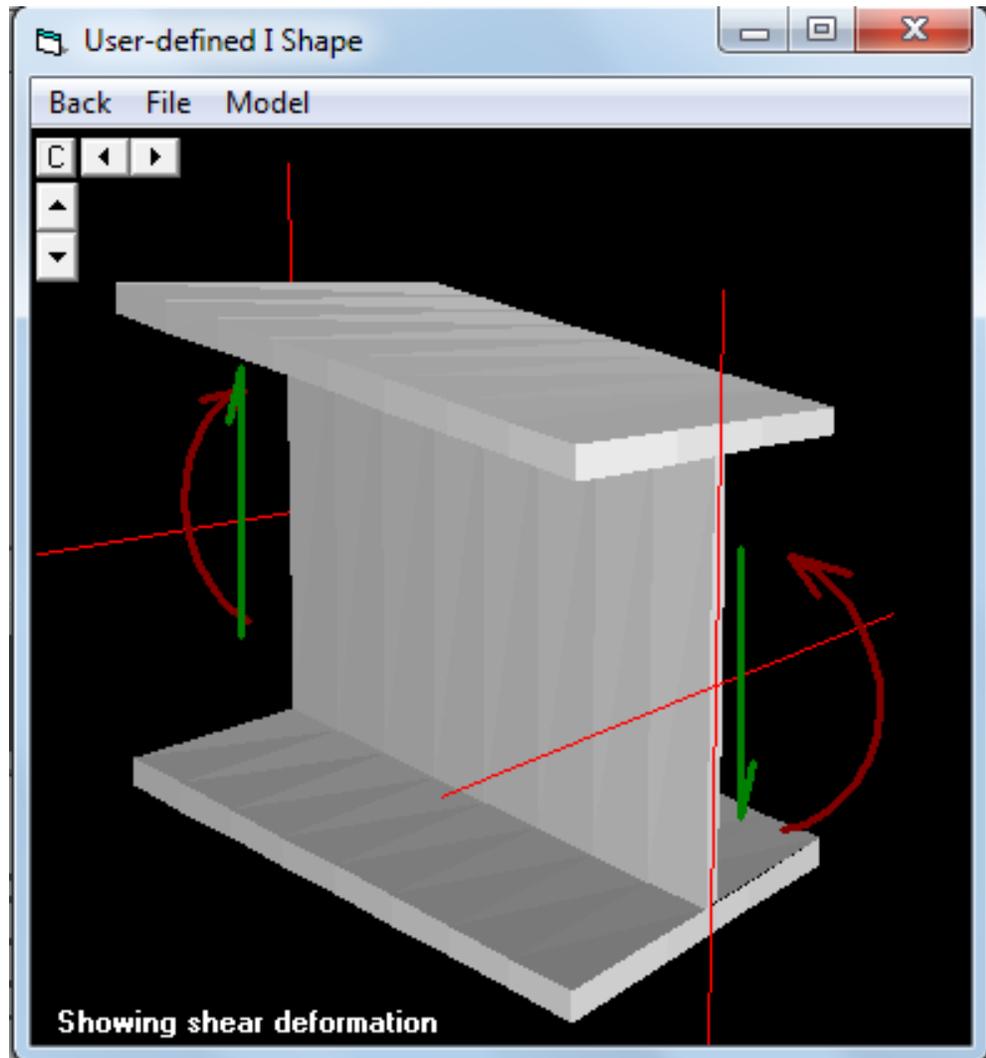
Normal stresses at key locations

Normal Stress Shear Stress Mohr's Circle 3d Solid Rendering Back

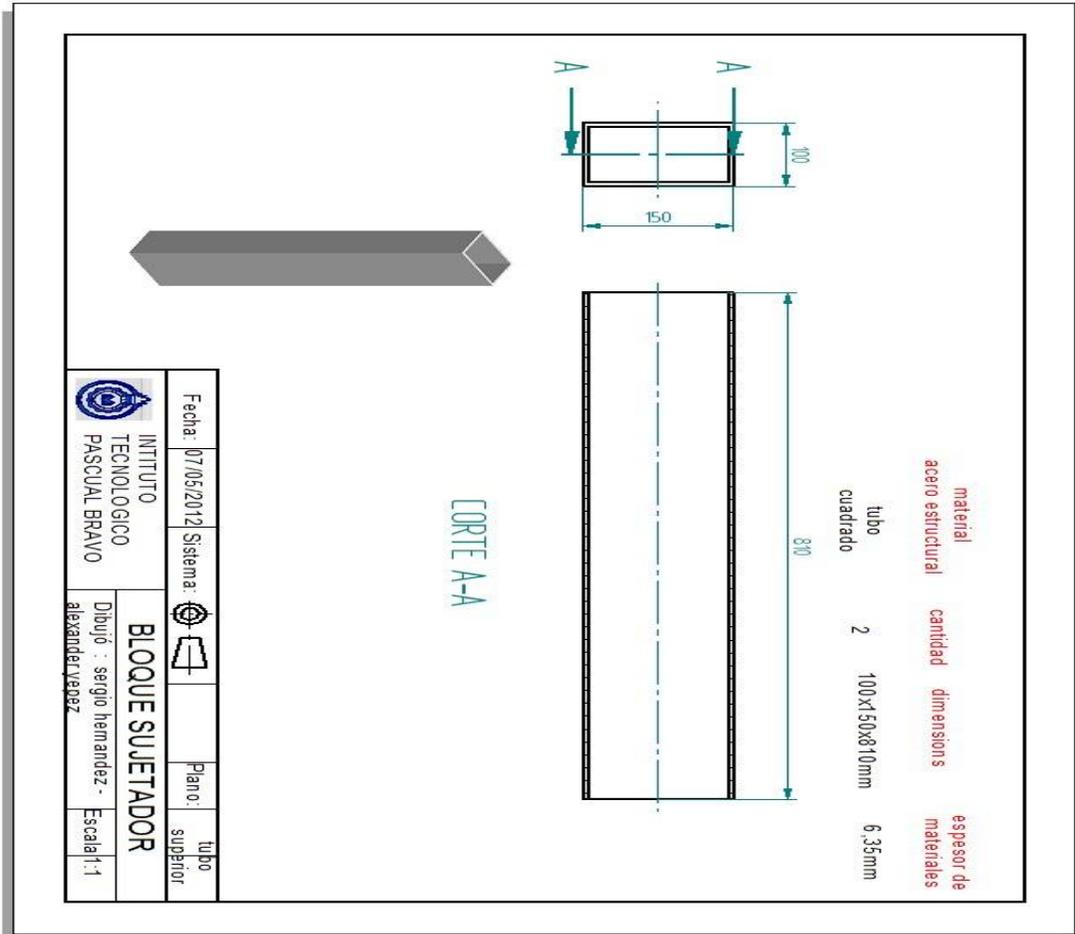
Radius of curvature for 3,969,000 N-m moment = mm

LISTA DE PLANOS

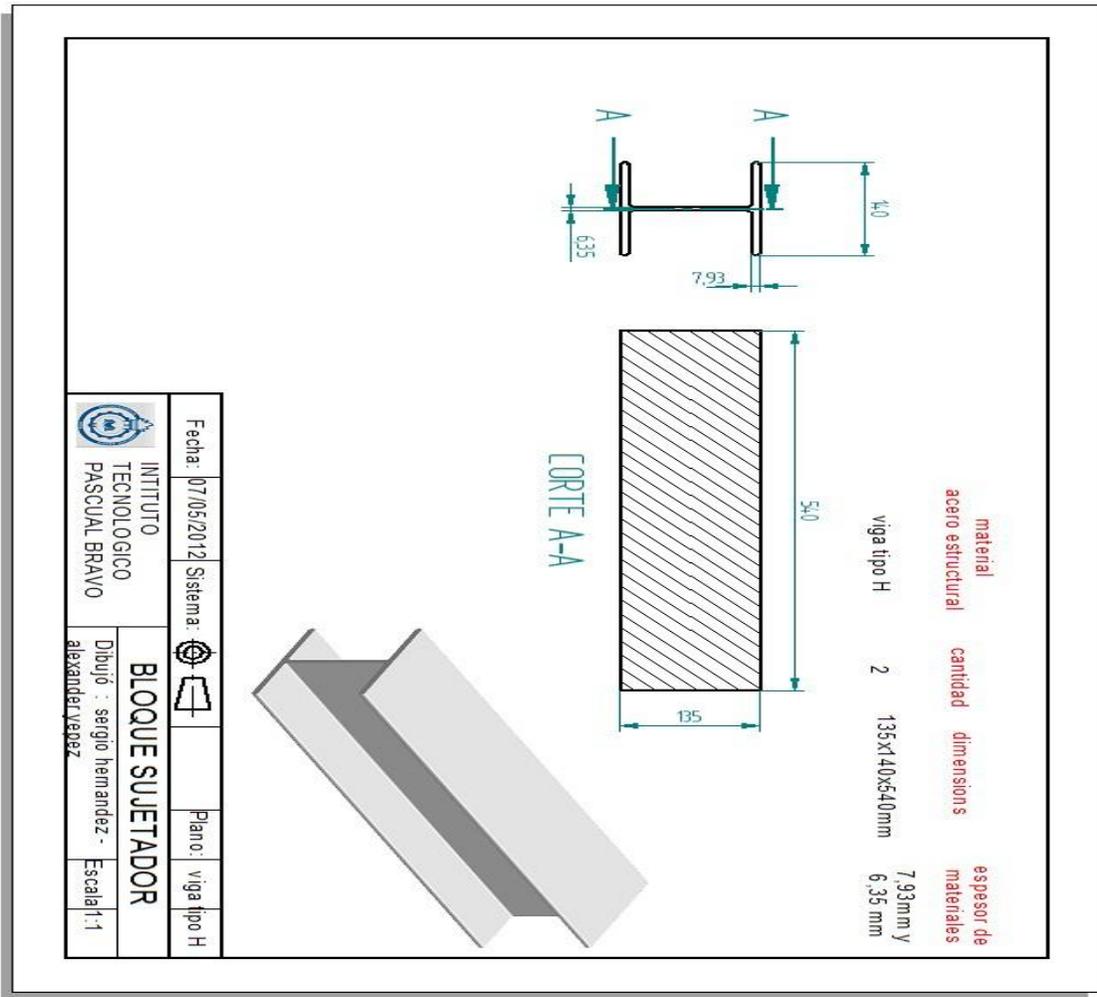
PLANO 1. ANIMACIÓN DE LA VIGA TIPO H EN 3D.



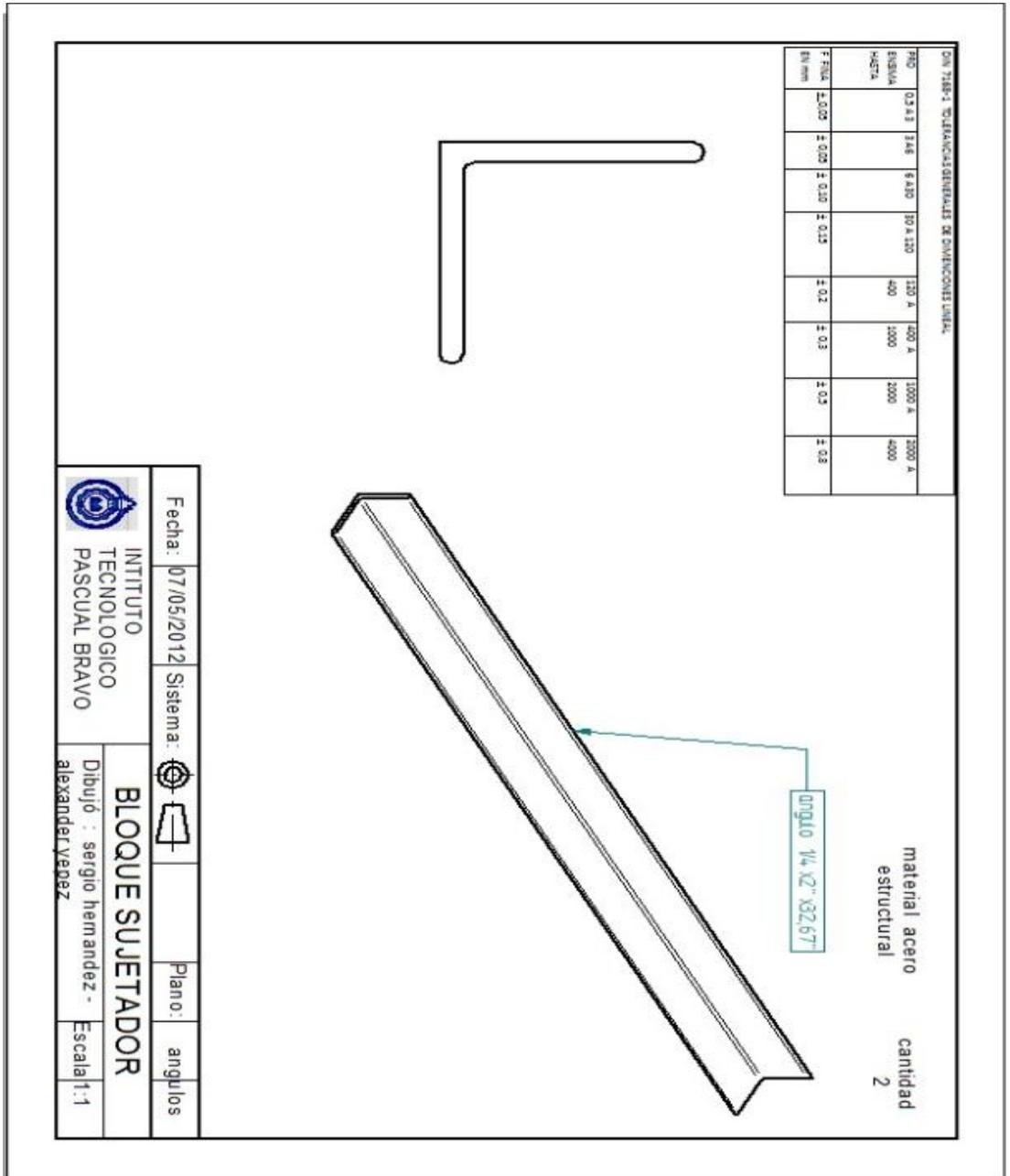
PLANO 2. TUBO SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA



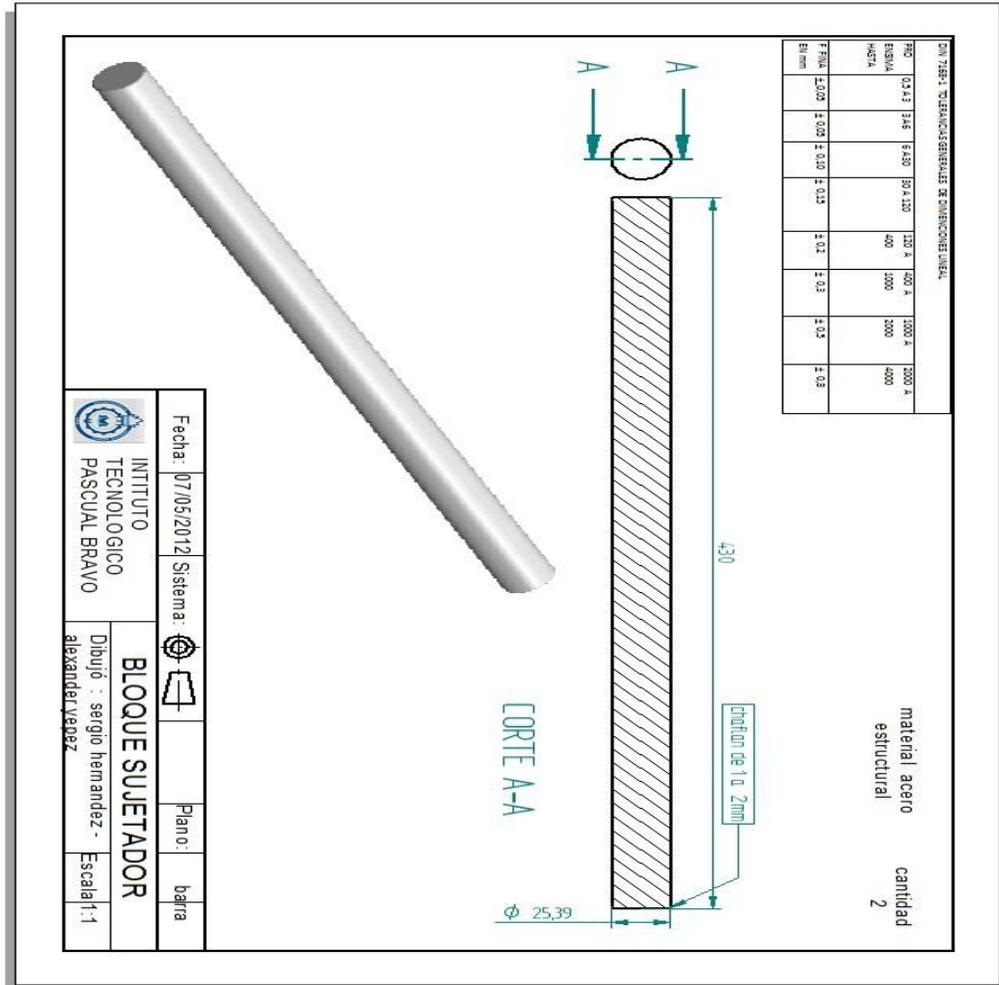
PLANO 3. VIGA TIPO H



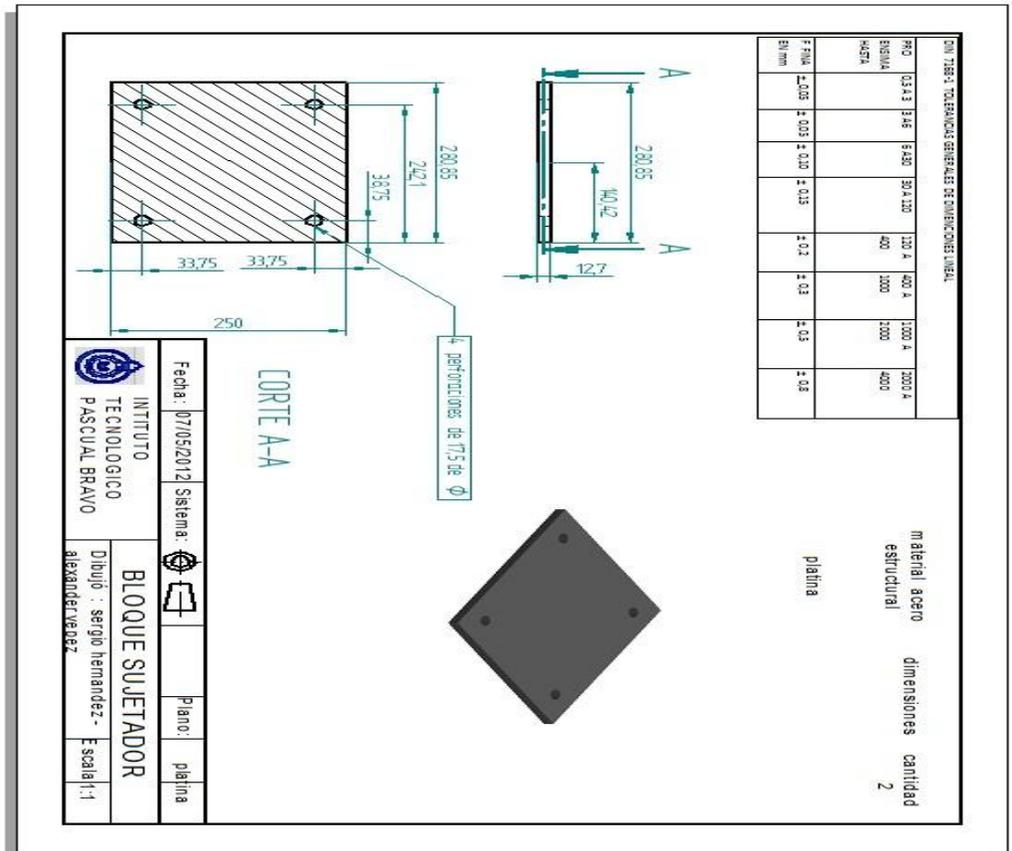
PLANO 4. ANGULOS



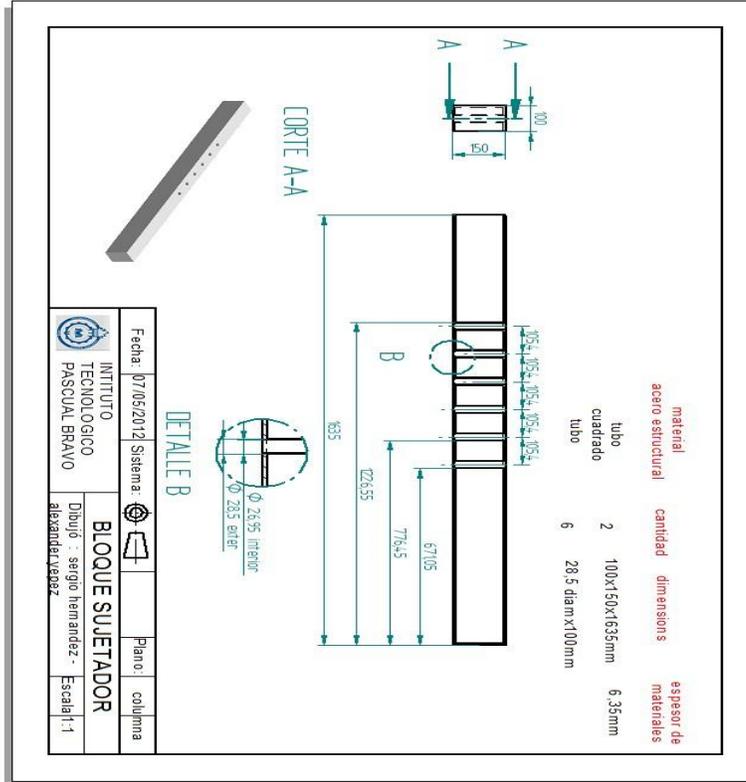
PLANO 5. BARRA



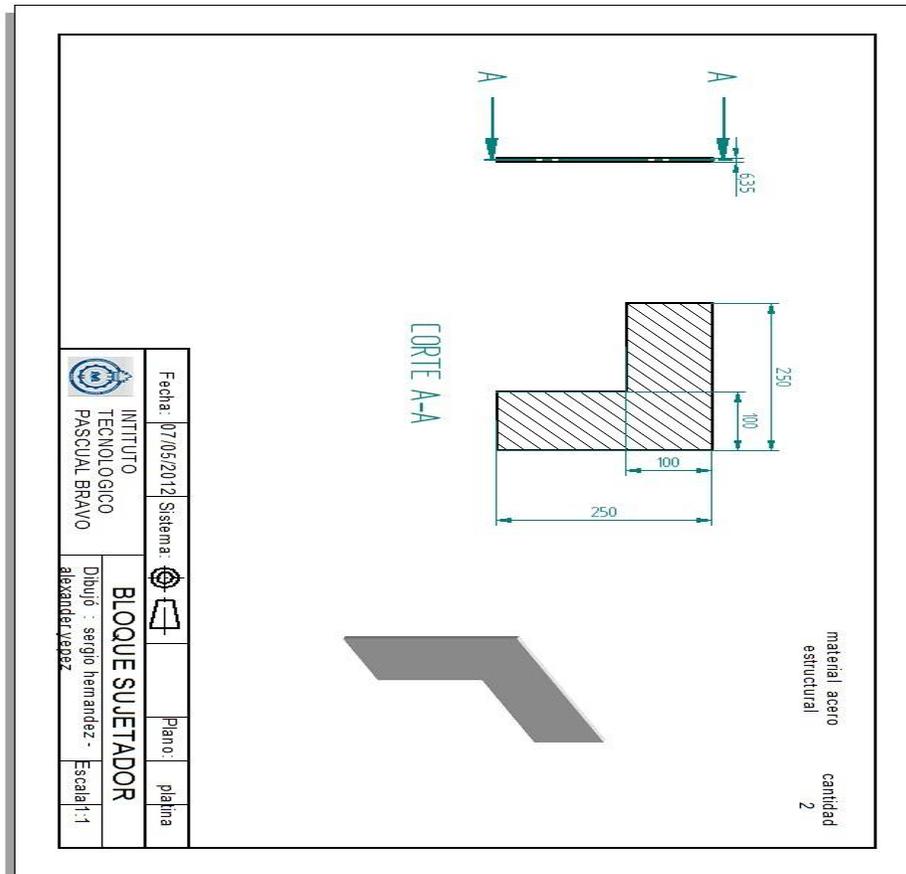
PLANO 6. PLATINAS



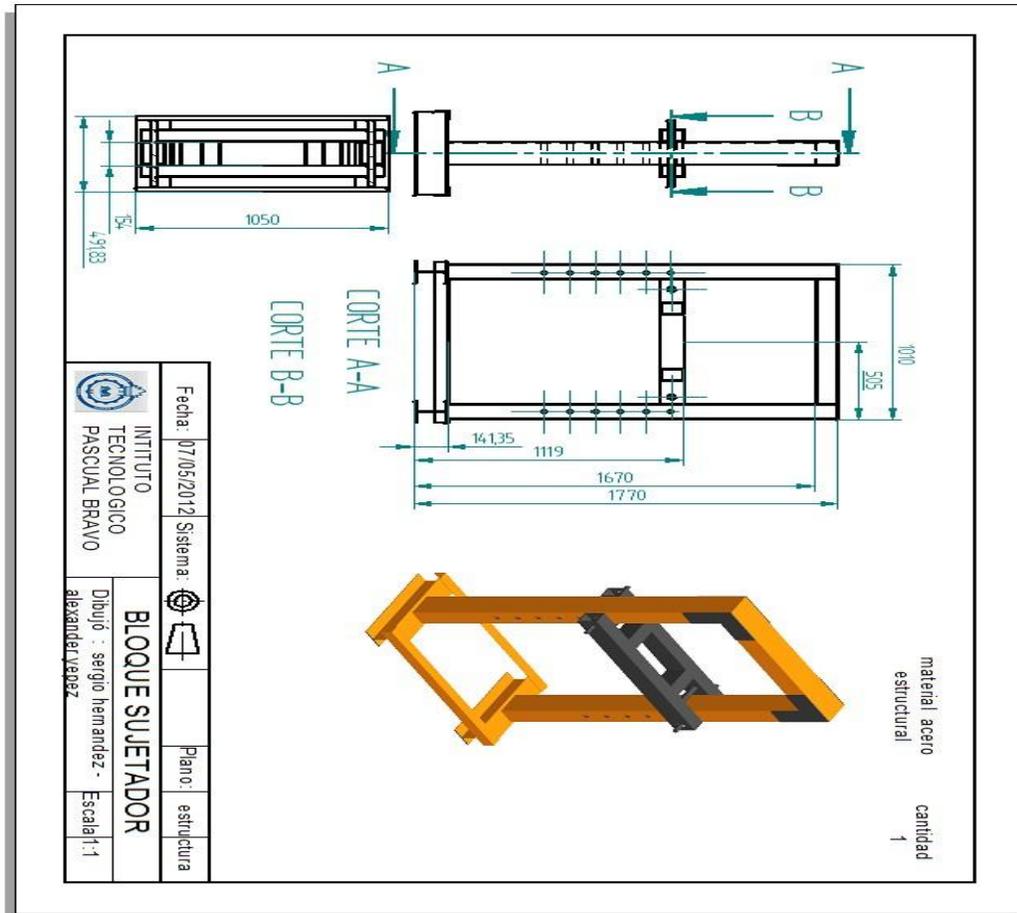
PLANO 8. COLUMNA



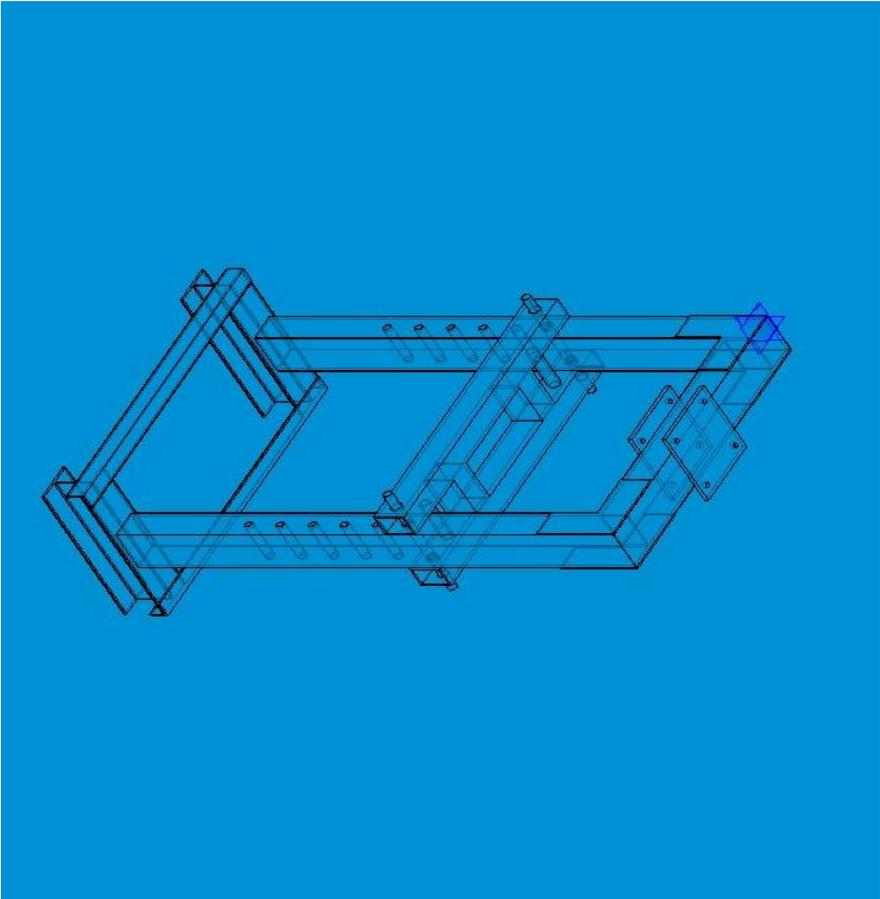
PLANO 9. PLATINA



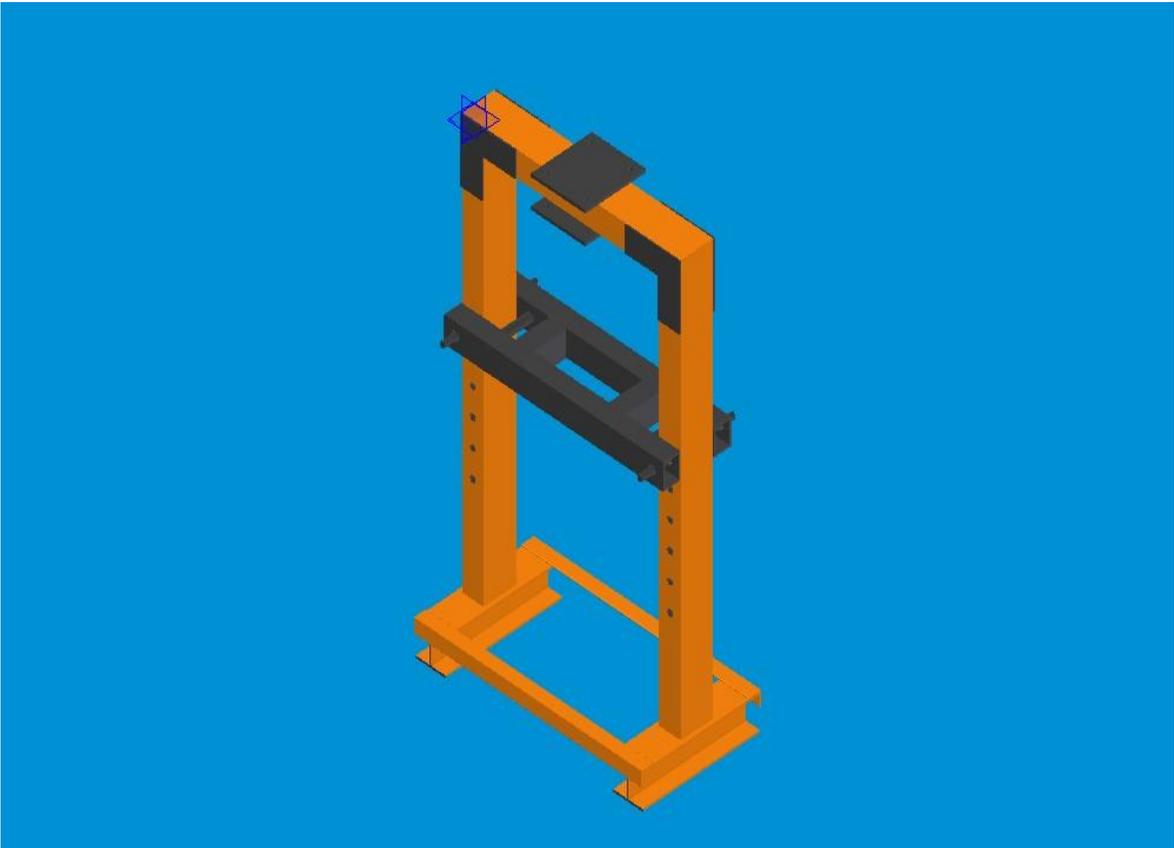
PLANO 10 ESTRUCTURA



PLANO 11. ESTRUCTURA CN BORDES VISBLES Y OCULTOS



PLANO 12. ESTRUCTURA SOMBREADA



8. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el proyecto debemos tener en cuenta unos pasos a seguir el primero de ellos es la apropiarnos de información detallada y concisa para adquirir esos conocimientos sobre el funcionamiento de sistemas hidráulicos; el siguiente paso es seguir el cálculo de todo el sistema mediante el cual podemos analizar su estructura el tipo de cilindro, estos cálculos los podemos realizar con las fórmulas (1, 2) las cuales de esta forma podemos acomodarnos a las necesidades de la empresa.

$$P = \frac{F}{A}, \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}, \quad \text{Ec. (2)}$$

Con la anterior ecuación se puede conocer la presión obtenida por el cilindro hidráulico, también mediante cálculos de:

- Resistencia a la fatiga, mediante la ecuación

$$\gamma_{pa} = \frac{\gamma_{fatiga} + \gamma_{falla\ medio}}{\gamma_{ultima}} = 1 / N^n \text{ donde}$$

n = factor de seguridad

γ_{Pa} = esfuerzo de falla alternante

$\gamma_{Falla\ medio}$ = esfuerzo de falla medio

γ_{Fatiga} = resistencia a la fatiga

γ_{Ultima} = resistencia última

Flexión, con la ecuación $\rho = \frac{M \cdot C}{I}$ donde,

M = momento flector

C = distancia desde el eje neutro a la fibra más alejada

I = primer momento polar de inercia

Factor de seguridad, FS= ρ último / ρ admisible

Con estas ecuaciones se realizaran los cálculos de la estructura del tipo de cilindro a utilizar y además mostrara que el tipo de cilindro y la estructura cumpla con las necesidades a las cuales se enfrenta la empresa Ross sand casting.

8.1 RECURSOS HUMANOS

Personal	Formación Académica	Aportes al Proyecto	Horas a la Semana	Costo Hora*	Número de Semanas	Total*
Sergio de Jesús Hernández	Estudiante de Tecnología Mecánica	Investigación	4	5000	24	480000
Alexander Yepes Londoño	Estudiante de Tecnología Mecánica	Estructuras. Ensayos de Funcionamiento.	4	5000	24	480000

*Valores en pesos colombianos.

9. RECURSOS TÉCNICOS

TABLAS DE RECURSOS Y MATERIALES PARA LA FABRICACION DE LA PRENSA HIDRAULICA

MATERIALES	CANTIDAD	JUSTIFICACIÓN	CANTIDAD
Acero estructural	50	Estructura	240000

Valores en pesos colombianos

EQUIPOS	JUSTIFICACIÓN	COSTOS
Cilindro	Prensa	300000
Bomba Hidroneumática	Accionado de prensa	250000

Valores en pesos colombianos.

OTROS	JUSTIFICACIÓN	COSTOS
Salidas e investigación	Accesorias	600000

Valores en pesos colombianos

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad						
SEMANAS	Investigación Consulta Bibliográfica.	Modelo de Cálculo de la Estructura.	Diseño de Ensamble	Visitas	Pruebas de Funcionamiento	Redacción de Trabajo de Grado
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Lo que está en negro son las semanas que vamos a trabajar por ejemplo investigación y consulta las primera 16 semanas; el modelos y cálculo de la estructura la vamos a trabajar las primeras 8 semanas junto con las investigación; el diseño comenzamos con él a partir de la 9 semana hasta la 16; las visitas se realizaran desde la 9 semana hasta la 20 semanas; las pruebas, funcionamiento y redacción del trabajo desde la semana 17 a la 24.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ingeniero BERNAL R. Jorge – VIGAS, HORMIGÓN ARMADOS, diseño y calculo. Recuperado el 8 de septiembre del 2012.

CARNET, Juan Miguel – CALCULO DE ESTRUCTURAS – fundamentos y estudio de secciones libro 1 (septiembre 12 2012)

shuguli paredes, Cristhian Javier. Construcción de una prensa hidráulica manual para montaje y desmontaje de rodamientos rigidos de bolas con un diámetro interior desde 20mm hasta 30mm. (Octubre 2 del 2012).

CORRALES Vásquez Marcial– HERRANZMANUAL, Tomas. CORTES, Rodríguez García Félix. Manual de mecánica industrial. Edición: MMVIII Recuperado el (2 de octubre 2012).

IES VILLALBA HERBAS. TECNOLOGIA INDUSTRIAL II. Propiedades de los fluidos hidráulicos, recuperado (15 de octubre del 2012)

BARRERA, María Cecilia Principio y funcionamiento de una prensa hidráulica - Medellín – (Recuperado el 21 de agosto del 2012) posible en: <http://www2.ib.edu.ar/becaib/cd-ib/trabajos/Barrera.pdf>.

HIDALGO BATISTA, Alexander. Sistemas de frenos de fuerzas. -Medellín- (recuperado 22 de agosto del 2012). Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-fuerza/sistema-frenos-fuerza.shtml>).

Buenas Tareas. Prensa hidráulica. Se recuperó el 22 de agosto 2012. Disponible en Internet: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Prensa-Hidraulica/139119.html> (4:54 p.m.).

Sistemas Hidráulicos.-Medellín-: recuperado (septiembre 5 del 2012) disponible en:

<http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fcourses.aiu.edu%2FSistemas%2520Hidraulicas%2520y%2520Neumaticos%2FPDF%2FTema%25201.pdf&ei=sw45UJSYEly20AGWkYCABQ&usg=AFQjCNFId7pDhttpWdv2Bs-qlpT4PEy1Urg&sig2=4nliyRXjnHeWIKWZ9tu5ww>

Departamento de mecánica hidráulica y neumática Aceites hidráulicos, recuperado (el 21 de septiembre del 2012). Disponible

en:http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Focw.uc3m.es%2Fingenieria-mecanica%2Fneumatica-y-oleohidraulica%2Ftrasparencias%2FtuberiasHidraulicas.pdf&ei=AO-4UJy4FJOs8ASqI4CwCA&usg=AFQjCNGfsYgdVBGrqWSFRagz1xz_C09GAg

FABRICA DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS ISTRIA. ingeniero Santiago Recuperado (el 24 de septiembre del 2012) Disponible en Internet: <http://istria.cl/v2/categorias.php?cat=555&subdiv=1&div=1>

Medias Schaeffler: montaje y desmontaje de rodamientos. Disponible en: http://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_hr*ST4_102835979

Algunas definiciones de ingeniería. Recuperado el (5 de octubre 2012) disponible en:

<http://estructuras.eia.edu.co/estructurasl/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>

Cálculo de resistencia de una viga. De león vengo De la página 66 a la 72. Medellín. Recuperado el 5 de octubre del 2012. Disponible en Internet: <http://almadeherrero.blogspot.com/2009/09/calculo-de-la-resistencia-de-una-vinga.html>

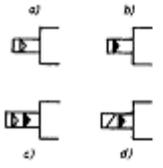
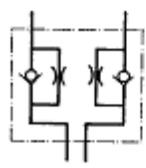
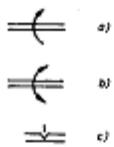
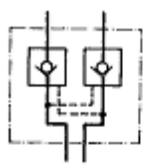
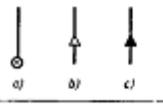
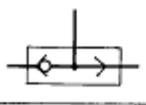
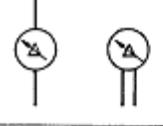
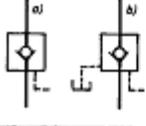
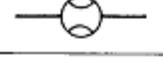
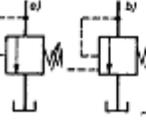
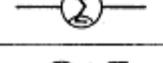
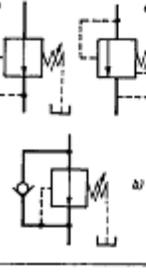
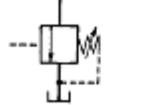
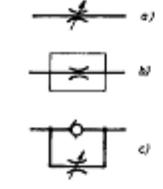
Cálculo de tornillería. Medellín, Recuperado (el 8 de octubre del 2012) Disponible en Internet en: <http://www.construccion-civil.com/2011/07/calculo-de-remaches-y-tornillos.html>

LISTA DE ANEXOS

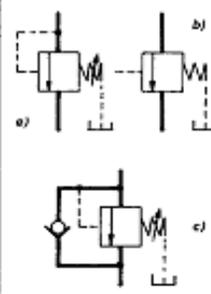
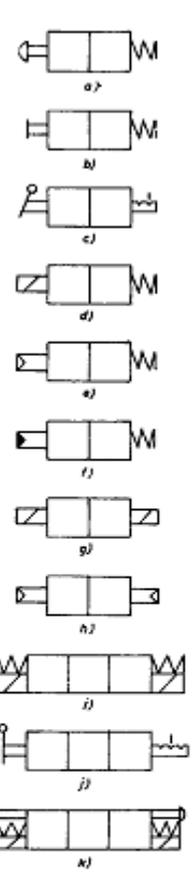
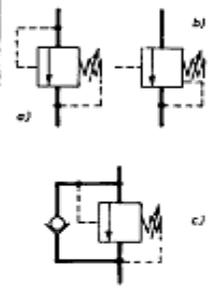
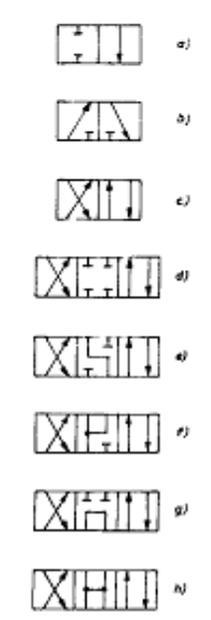
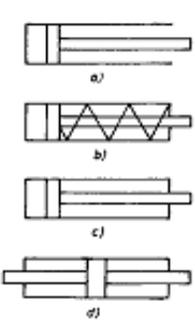
ANEXO 1. Símbolos Hidráulicos I

SIMBOLOS HIDRAULICOS			
			6
			141
SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	Tubería de carga rígida		Motor monofásico de corriente alterna
	Tubería flexible		Motor trifásico de corriente alterna
	Cruce de tuberías con unión		Motor térmico
	Cruce de tuberías sin unión		Bomba de caudal constante
	Tubería de maniobra (pilotaje)		Bomba de caudal variable
	Derivación tapada (cerrada)		Bomba de accionamiento manual
	Recipiente para fluido hidráulico		Motor hidráulico
	Recipiente para fluido hidráulico a presión		Motor hidráulico de caudal variable
	Escape al aire		Motor hidráulico oscilante con ángulo de rotación limitado
	Acumulador hidráulico		Filtro (símbolo general)
	Filtro con purga		Manómetro
	Intercambiador de calor. Calentador		Accionamientos
	Intercambiador de calor. Refrigerador		a) Mecánico
	Intercambiador de calor. Refrigerador líquido		b) Pulsador
	Presostato		c) Leva
			d) Pedal
			Accionamientos
			a) Resorte
			b) Roldana
			c) Eléctrico a bobina
			d) Eléctrico a doble bobina
			Llave de paso

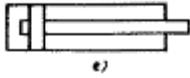
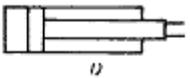
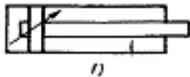
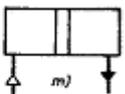
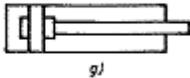
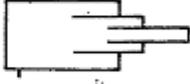
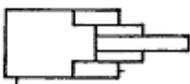
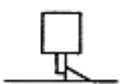
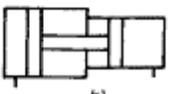
ANEXO 2. Símbolos Hidráulicos II

Símbolos hidráulicos		6	
SIMBOLO	DENOMINACION	142	
	Accionamientos a) Neumático b) Hidráulico c) Neumático-Hidráulico d) Electro-Hidráulico		Válvula doble de control y regulación de caudal Para regular los dos sentidos de circulación del fluido hidráulico.
	a) Eje con un sentido de giro b) Eje con doble sentido de giro c) Enclavamiento mecánico		Válvula doble de retención con accionamiento pilotado por la presión del circuito
	a) Inicio de instalación b) No hay flujo hidráulico c) Hay flujo hidráulico		Selector de circuitos
	Manómetro diferencial. Señala máximo y mínimo		Válvulas antirretorno a) Pilotada a la apertura b) Pilotada a la apertura con drenaje
	Caudalímetro		Válvulas limitadoras de presión (Seguridad) a) Pilotaje interno b) Pilotaje exterior a distancia
	Contador-totalizador		Válvulas de reducción de presión a) Reductora b) Reductora con retención c) Reductora diferencial con drenaje
	a) Válvula antirretorno b) Válvula antirretorno con apertura pilotada		Válvula de exclusión
	a) Válvula reguladora de caudal (variable) b) Válvula reguladora de caudal en un sentido. Conjunto de regulador más antirretorno		

ANEXO 3. Símbolos Hidráulicos III

Símbolos hidráulicos		6	
		143	
SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	<p>Válvulas de secuencia.</p> <p>Permiten e impiden el paso de caudal entre dos puntos de un circuito mediante pilotaje interno o externo.</p> <p>a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención</p>		<p>Accionamiento o pilotaje de válvulas distribuidoras</p> <p>a) Por pulsador en un sentido y retorno por resorte b) Por accionamiento mecánico y retorno por resorte c) Por palanca manual y enclavamiento mecánico d) Por electroimán y retorno por resorte e) Por aire y retorno por resorte f) Por fluido hidráulico y retorno por resorte g) Por electroimán para las dos posiciones. Queda en el último pilotaje (biestable). h) Por aire para las dos posiciones. i) Por electroimán para las dos posiciones extremas. Al faltar pilotaje vuelve al centro. j) Por palanca manual. Representado en posición centro. k) Por electroimán y manualmente. En reposo, posición centro.</p>
	<p>Válvulas de contrapresión.</p> <p>Estas válvulas originan una contrapresión a la salida de un actuador, que deberá ser vencida para que ésta pueda moverse.</p> <p>a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención</p>		<p>Válvulas distribuidoras</p> <p>a) 2 posiciones (2p) 2 vías (2v) b) 2p - 3v c) 2p - 4v d) 3p - 4v e) 3p - 4v f) 3p - 4v g) 3p - 4v h) 3p - 4v</p>
	<p>Cilindros hidráulicos</p> <p>a) De simple efecto b) De simple efecto. Retorno por resorte c) De doble efecto d) De doble efecto. Doble vástago.</p>		

ANEXO 4. Símbolos Hidráulicos IV

SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	e) Cilindro Freno en lado izquierdo		l) Cilindro en diferencial
	f) De doble efecto Freno en lado izquierdo, regulable		m) Convertidor de presión aire/aceite
	g) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras.		Mecanismos articulados
	h) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras		Conexiones rotativas - de 1 vía - de 3 vías
	i) Cilindro telescópico de simple efecto		Dispositivo de paro brusco
	j) Cilindro telescópico de doble efecto		Dispositivo de enclava- miento
	k) Multiplicador de presión		Termómetro