

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ABUJARDADORA DE
BLOQUES DE CONCRETO**

**EDWARD ELÍAS PARRA MARTÍNEZ
FRANK YAIR REYES MORENO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ABUJARDADORA DE
BLOQUES DE CONCRETO**

**EDWARD ELÍAS PARRA MARTÍNEZ
FRANK YAIR REYES MORENO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
CARLOS BORRAS PINILLA
Doctor, Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A Dios,

A mis padres.

Quienes con su amor, apoyo y ejemplo me han dado la fuerza necesaria para ser
quien soy y llegar a donde he llegado

A mi hermano y mi hermana

Los cuales son la razón por la cual supero todas aquellas adversidades que se me
presentan.

A mis amigos

Quienes me han brindado su amistad incondicional y con los que he pasado
momentos únicos e inigualables.

A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron que esta meta se
hiciera realidad

Edward Parra

DEDICATORIA

A Dios, pues su presencia diaria en mi, hizo esto una realidad.

A mis padres.

Que con su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida, lograron formarme y enseñarme que todo tiene una razón de ser.

A mis hermanas

Que son uno de mis motivos más fuertes por los cuales quiero llegar a grandes cosas, pues un ejemplo de vida soy para ellas, y tengo que enseñarles siempre lo mejor.

A mis familiares

Que siempre ven en mí una persona de éxito y futuro, que con consejos y buenas oportunidades llenaron mi vida, cuando más lo necesitaba.

FRANK R.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Borrás Pinilla, ingeniero mecánico, director del proyecto y amigo, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A nuestros padres y familiares por el apoyo y la ayuda que recibimos de ellos.

A todos nuestros amigos.

A todas las personas que de una u otra forma nos acompañaron y apoyaron para desarrollar satisfactoriamente este proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander por brindarnos un lugar propicio para el desarrollo del conocimiento y nuestro crecimiento profesional.

Edward Elías Parra Martínez.

Frank Yair Reyes Moreno.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	24
1. OBJETIVOS.....	26
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	26
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CONCRETO.....	28
2.1 FABRICACIÓN DEL HORMIGON.....	30
2.1.1 Cemento.....	30
2.1.2 Dosificación.....	30
2.1.3 Amasado.....	32
2.1.4 Cantidad de agua de amasado.....	35
2.1.5 Mezclado.....	36
2.1.6 Moldeado.....	36
2.1.7 Fraguado.....	37
2.1.8 Curado.....	37
2.1.9 Secado y almacenamiento.....	38
2.2 PROPIEDADES DE LOS HORMIGONES.....	38
2.2.1 Peso específico.....	39
2.2.2 Resistencias mecánicas.....	39
2.2.3 Adherencia.....	39
2.2.4 Variaciones de volumen.....	40
2.2.5 Acciones químicas.....	41
2.3 SISTEMAS CON BLOQUES DE CONCRETO.....	41
2.4 POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN.....	43

2.5	VENTAJAS	44
2.6	MÁQUINA ABUJARDADORA.....	45
2.6.1	Usos.....	46
2.6.2	Aplicaciones.....	46
2.7	ABUJARDADORA EN EL MERCADO	47
2.8	BOMBAS HIDRÁULICAS	49
2.8.1	Bombas hidrodinámicas.....	49
2.8.2	Bombas hidrostáticas.....	50
	Caudal	51
	Rendimiento volumétrico	52
2.8.3	Bombas de engranajes	52
2.8.4	Bomba de paletas	55
3.	DISEÑO	57
3.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	57
3.2	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	59
4.	CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	67
4.1	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA REQUERIDA.....	67
4.1.1	Pruebas para el cálculo de la fuerza cortante en los bloques de concreto.....	67
4.2	CÁLCULO DE LA PRESIÓN NECESARIA DEL GATO HIDRÁULICO	69
4.3	SELECCIÓN DE LA BOMBA	69
4.4	SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.....	71
4.5	SELECCIÓN DEL ACOUPLE	72
4.5.1	Acoples rígidos	72
4.5.2	Acoples flexibles	72
4.5.3	Acople de araña o cruceta	72
4.6	ESTRUCTURA	73
4.6.1	Tipo de estructura a construir	73
4.6.2	Evaluación de las opciones de diseño	75

4.6.3	Material de la estructura.....	76
4.6.4	Diseño CAD y CAE del perfil en C de la estructura.....	78
4.7	DISEÑO DEL TANQUE	79
4.7.1	Tamaño del depósito.....	79
4.8	DISEÑO DEL GATO HIDRÁULICO	80
5.	CONSTRUCCIÓN	83
5.1	ESTRUCTURA	89
5.1.1	Materia prima de la estructura	90
5.2	CIZALLAS.....	92
5.2.1	Materia prima de las cizallas	93
5.3	MESA	95
5.3.1	Materia prima de la mesa.....	97
5.4	SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO.....	102
5.5	TANQUE.....	105
5.6	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DEL SISTEMA HIDRÁULICO.....	111
6.	PRESUPUESTO.....	114
6.1	ANÁLISIS DE COSTOS DE LA MÁQUINA	116
7.	PRUEBAS Y RESULTADOS	118
7.1	PRUEBA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE H15.	121
	CONCLUSIONES	122
	RECOMENDACIONES.....	123
	BIBLIOGRAFÍA.....	124
	ANEXOS.....	125

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Proceso de fabricación de bloques de concreto.	27
Figura 2. Hormigonera	31
Figura 3. Hormigonera de tambor fijo y eje horizontal	32
Figura 4. Hormigonera de eje vertical	34
Figura 5. Bloques de concreto	42
Figura 6. Máquina abujardadora	46
Figura 7. Abujardadora-Flameadora	48
Figura 8. Tabla típica de características	51
Figura 9. Bomba de engranajes externos	53
Figura 10. Bomba de engranajes internos	54
Figura 11. Bomba de lóbulos	54
Figura 12. Bomba de paletas	56
Figura 13. Principio de funcionamiento primera etapa	57
Figura 14. Principio de funcionamiento segunda etapa	58
Figura 15. Principio de funcionamiento producto terminado	59
Figura 16. Vista general de la abujardadora	60
Figura 17. Ejemplo montaje sistema motriz	61
Figura 18. Motor trifásico	61
Figura 19. Acople de araña	62

Figura 20. Bomba hidráulica de engranajes	62
Figura 21. Válvula de alivio	63
Figura 22. Electroválvula	63
Figura 23. Sistema de corte	64
Figura 24. Sistema de desplazamiento	65
Figura 25. Sistema de control	66
Figura 26. Bastidor de la abujardadora	66
Figura 27. Acople de araña.....	73
Figura 28. Estructura tipo H	74
Figura 29. Estructura tipo C	75
Figura 30. Diseño CAD de la base de la estructura	77
Figura 31. Diseño CAE de la base de la estructura	77
Figura 32. Diseño Cae del perfil en C de la estructura	78
Figura 33. Diseño CAD del perfil en C de la estructura	78
Figura 34. Depósito.....	80
Figura 35. Diseño cad del gato hidráulico	81
Figura 36. Diseño CAE del gato hidráulico	81
Figura 37. Características del rodamiento	82
Figura 38. Torno convencional 2 metros.....	83
Figura 39. Torno convencional 1 metro	84
Figura 40. Taladro-fresador	85
Figura 41. Equipo de soldadura de arco INFRA MI 2-300 CD	86
Figura 42. Pulidora de disco	86
Figura 43. Equipo de oxiacetileno.....	87

Figura 44. Taladro de mano.....	87
Figura 45. Tronzadora	88
Figura 46. Estructura de la máquina	89
Figura 47. Perfil en C	90
Figura 48. Ángulo de 3 pulgadas	91
Figura 49. Bloque para el soporte y agarre de la cizalla	93
Figura 50. Cizalla inferior	94
Figura 51. Cizalla superior	94
Figura 52. Mesa	95
Figura 53. Partes del rodillo	96
Figura 54. Ángulo de 2 ½ “	97
Figura 55. Tubo de ½” calibre 40.	98
Figura 56. Varilla para el eje	99
Figura 57. Chaveta	100
Figura 58. Rodamientos.....	101
Figura 59. Resorte	102
Figura 60. Llanta trasera.....	103
Figura. 61 Llanta delantera	103
Figura 62. Llantas delanteras.....	104
Figura 63. Manubrio de la llanta trasera	105
Figura 64. Dimensiones del tanque	106
Figura 65. Tanque Construido	107
Figura 66. Montaje de los sensores	108
Figura 67. Montaje del motor y la bomba en el tanque	109

Figura 68. Montaje de los pulsadores de control	109
Figura 69. Montaje del tablero de control.....	110
Figura 70. Diagrama hidráulico del sistema.....	111
Figura 71. Bloque de concreto h15 para abujardar.....	118
Figura 72. Montaje del bloque h15 para su respectivo corte	119
Figura 73. Bloque de concreto h15 después del corte.....	119
Figura 74. Máquina de ensayos a compresión del laboratorio de civil.....	121

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Datos de la prueba utilizando la máquina de la empresa de Dipreco.	68
Tabla 2. Evaluación de las opciones de diseño	76
Tabla 3. Grados y composiciones químicas del acero al carbono	76
Tabla 4. Características de la lámina HR.....	91
Tabla 5. Características del ángulo de 3 pulgadas.	92
Tabla 6. Características del bloque.....	93
Tabla 7. Características del ángulo de 2 ½ “.	98
Tabla 8. Características de los tubos de la mesa.	99
Tabla 9. Características de los ejes de la mesa.....	100
Tabla 10. Características de los rodamientos.	101
Tabla 11. Características del resorte.	102
Tabla 12. Características del tanque	106
Tabla 13. Presupuesto detallado	114
Tabla 14. Resultados de la prueba de corte de la máquina	120
Tabla 15. Prueba del ensayo de compresión del bloque h15	121

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	126
ANEXO B. PROPIEDADES DEL ACERO	139
ANEXO C. PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL.....	140
ANEXO D. TABLA DE PROPIEDADES DEL ACERO A-36	141
ANEXO E. CATÁLOGO DE LA ELECTROVÁLVULA.....	142
ANEXO F. CATÁLOGO DE LA VÁLVULA DE ALIVIO OLEOSTAR	145
ANEXO G. PERFIL ESTRUCTURAL ANGULAR STECKERL	146
ANEXO H. CATÁLOGO DEL SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD.....	147
ANEXO I. CATÁLOGO DEL NIVEL DEL DEPÓSITO.....	149
ANEXO J. PLANOS.....	150

NOMENCLATURA

NOTACIÓN

A	Área, (pulg ²).
P	Presión (psi).
Ø	Diámetro, pulgadas.
V	Velocidad (pulg/s).
x	Recorrido del gato hidráulico (cm).
t	Tiempo (s).
HP	Potencia del motor (hp).
V _T	Volumen del tanque (litros).
Q _b	Caudal de la bomba (gpm).
V _a	Volumen de aceite en el tanque (litros).
P _{pérdidas}	Presión por pérdidas.
η _{mec}	Eficiencia mecánica.
g	Aceleración gravitacional, m/s ² .

LETRAS GRIEGAS

Ø	Diámetro, pulg.
τ	Esfuerzo cortante, psi.
η	Eficiencia mecánica.

GLOSARIO

ABUJARDADORA: una abujardadora es una máquina que permite obtener un acabado denominado abujardado en materiales como la piedra natural. Las fábricas de transformación de piedra natural tradicionalmente cuentan con varios procesos de tratamiento superficial de la materia prima, una vez transformado el bloque inicial en tableros de distintos espesores. Una vez que se decide la aplicación que se le va a dar, se procede a transformar la piedra. Así, al decidir qué acabado se debe aplicar desempeñan un papel primordial el tipo de piedra, el uso y la ubicación.

CAD: diseño asistido por computador, por sus siglas en inglés (computer aided design).

CAE: ingeniería asistida por computador, por sus siglas en inglés (computer aided engineering).

CEMENTO: se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.

CIZALLA: se denomina cizalla a una herramienta manual que se utiliza para cortar papel, plástico, y láminas metálicas o de madera de poco espesor. Cuando el grosor de la chapa a cortar es muy grueso se utilizan cizallas activadas por un motor eléctrico.

CONCRETO: el concreto es un material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma líquida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Este

material está constituido, básicamente de agua, cemento y otros añadidos, a los que posteriormente se les agrega un cuarto ingrediente denominado aditivo. Aunque comúnmente se le llama cemento, no se les debe confundir, y en verdad aquellas mezclas que hacen los camiones tolva en las construcciones son en realidad concreto, es decir, cemento con aditivos para alterar sus propiedades.

CURADO: el curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuáles fue diseñada la mezcla.

DEFORMACIÓN: es el alargamiento de las fibras del material debido a la aplicación de carga.

ELASTICIDAD: es la propiedad de los materiales de volver a su posición inicial después de aplicada una carga.

FRAGUADO: es el endurecimiento de algunas mezclas que se usan en la construcción.

MAMPOSTERIA: se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser, por ejemplo: ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas en formas regulares o no.

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ABUJARDADORA DE BLOQUES DE CONCRETO*

AUTORES:

Edward Elías Parra Martínez.

Frank Yair Reyes Moreno.**

PALABRAS CLAVES:

Abujardadora, bloques de concreto, cemento, cizalla, mampostería, hormigón.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal de este proyecto consiste en diseñar y construir el prototipo de una máquina que seccione en dos partes un bloque de concreto. El resultado al final del corte son dos bloques de concreto con un acabado rústico, con los cuales se construyen las fachadas de las empresas, comandos de atención inmediata o incluso de algunas viviendas.

La máquina realiza su trabajo mediante un sistema on-off que controla un sistema electrohidráulico el cual suministra la presión al gato hidráulico para que este accione la herramienta de corte que consta de dos cizallas, una en la parte superior accionada por el gato hidráulico y otra fija en la parte inferior del soporte de la máquina, quedando el bloque de concreto en medio de las cizallas y sobre una mesa de apoyo, además consta de un sistema de desplazamiento el cual permite transportar la máquina para mayor accesibilidad y beneficio del operario.

La máquina abujardadora de bloques de concreto está conformada por un sistema motriz, un sistema de corte, un sistema de desplazamiento, un sistema de control y un sistema de soporte o bastidor, los cuales poseen una geometría y dimensiones de acuerdo a las necesidades del cliente para brindar una óptima calidad del producto al igual que una sencilla y segura manipulación de la máquina.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Ing. Carlos Borrás.

SUMMARY

TITLE:

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A CONCRETE BLOCK BUSH-HAMMERED MACHINE *

AUTHORS:

Edward Elías Parra Martínez.

Frank Yair Reyes Moreno.**

KEY WORDS:

Bush- hammered, concrete block, cement, shear, masonry, concrete.

DESCRIPTION:

The main objective of this project is to design and build the prototype of a machine that section in two parts a block of concrete. The result at the end of the cut are two blocks of concrete with a rustic finish, with which the facades of companies, commands attention immediately or even some homes are built.

The machine performs its work through a system on-off that controls an electrohydraulic system which supplies pressure to the hydraulic jack to operate the cutting tool composed of two shears, one on top driven by hydraulic jack and another fixed at the bottom of the support of the machine, leaving the concrete block in the middle of the shears and on a support table, also includes a displacement system which allows transporting the machine for greater accessibility and benefit of the operator.

Bush- hammered machine concrete block is comprised of a drive system, cutting system, a displacement system, a control system and a support system or frame, which have a geometry and dimensions according to customer needs for optimal product quality as simple and safe handling of the machine.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. Mechanical Engineering School. Eng. Carlos Borrás.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria de la construcción ha avanzado enormemente, tanto así que se han comenzado a crear nuevos diseños de construcción, como los acabados rústicos, que se logran con bloques de concreto con un terminado especial para construir las fachadas de empresas y de algunos comandos de atención inmediata (CAI). Con el paso de los años la forma de construir viviendas ha cambiado de manera impresionante, incorporando manifestaciones artísticas, uso de tecnologías, y otras adaptaciones modernas las cuales van acorde con la evolución del ser humano. Debido a esta evolución los seres humanos se han planteado diversas formas para la construcción de fachadas las cuales requieran un menor tiempo en su entrega al igual que una buena imagen, por lo tanto mediante bloques de concreto rústicos se logra optimizar los recursos al igual que una buena perspectiva de la misma.

El corte de bloques de concreto manualmente es una tarea muy tediosa para los trabajadores en la empresa de PROMAN debido a que estos bloques se rompen fácilmente al no aplicar una fuerza constante que los divida en dos partes para tener un acabado rústico, el cuál es el propósito final de esta labor, por esa razón hay un descontento en los trabajadores por realizar una tarea repetitiva y agotadora, por lo tanto es necesario para la producción facilitar el trabajo a los trabajadores construyendo esta máquina ya que secciona los bloques de concreto en dos para que la entrega sea lo mas pronto posible.

Por las razones anteriores, se desarrolló la presente tesis de grado, titulada “Diseño y construcción de una máquina abujardadora de bloques de concreto”. Mediante el prototipo de esta máquina accionada por un sistema electrohidráulico se facilitará el seccionamiento del bloque de concreto, como también reducirá el

tiempo del corte de éste, esta máquina es una innovación en la actualidad puesto que su funcionamiento es semi-automático con respecto a las que hay en el mercado local que son accionadas mediante un operario que controla un gato hidráulico.

Lo que queremos lograr con el prototipo de la máquina es facilitar el trabajo del empleado, al igual que el seccionamiento del bloque de concreto, al ser una máquina con un control secuencial on-off permite que las labores del operario se reduzcan a cargar y descargar el bloque de la mesa de la máquina, evitándole el trabajo de darle accionamiento al gato, y suprimiendo el esfuerzo de llevar los bloques de largas distancias hacia la máquina, lo que hace que la producción de bloques abujardados aumente para la empresa que adquiera la máquina (PROMAN).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

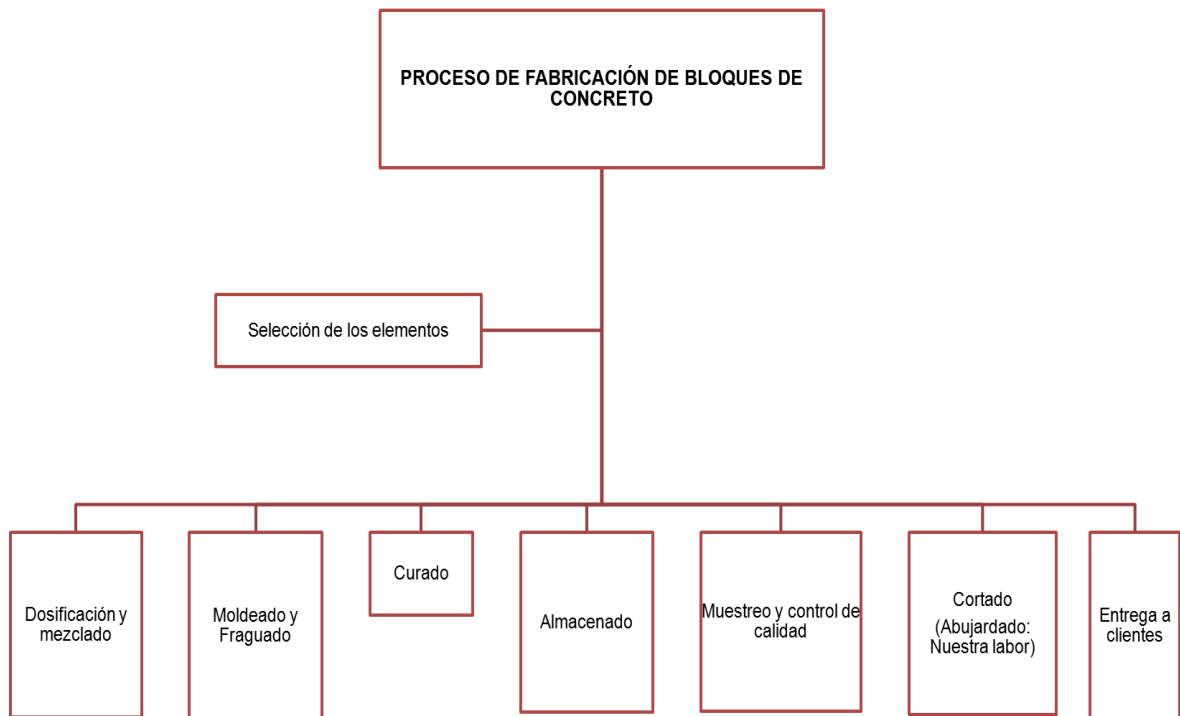
- ✓ Colaborar a la universidad con el cumplimiento de su misión consistente en formar personas de alta calidad ética y profesional, en la generación y adecuación de conocimientos, para el desarrollo y construcción de una máquina para cortar bloques de concreto en la empresa de PROMAN.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diseñar y construir una abujardadora (cortadora de bloques) para cortar 2 bloques de concreto por minuto, con las siguientes características estructurales e hidráulicas:
 - ❖ Una estructura de dimensiones 1.75 m de alto, 97 cm de largo y 80 de ancho.
 - ❖ Un consumo de potencia menor o igual a 6 HP.
 - ❖ Un sistema electrohidráulico que accione un elemento de corte compuesto por una cizalla.
 - ❖ Un mecanismo de transporte que le brinde un fácil desplazamiento a toda la máquina.
 - ❖ Evitar el rompimiento del bloque durante el cortado y garantizar una óptima calidad en el producto terminado.
 - ❖ Cortar el bloque de concreto mediante una cizalla en un tiempo menor o igual a 6 segundos.

- ✓ Realizar un plan de mantenimiento preventivo, necesario para la preservación de la máquina al igual que un manual de operación.
- ✓ Capacitar al operario de la máquina hasta garantizar un buen funcionamiento de la misma.

Figura 1. Proceso de fabricación de bloques de concreto.



Fuente: Los autores

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CONCRETO

La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero la época de las cavernas, ha aplicado sus mayores esfuerzos a delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Templos, palacios, museos son el resultado del esfuerzo que constituye las bases para el progreso de la humanidad. El pueblo egipcio ya utilizaba un mortero – mezcla de arena con materia cementoza – para unir bloques y lozas de piedra al elegir sus asombrosas construcciones. Los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada.

Un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli con el que aun actualmente lo conocemos como pozzolana. Investigaciones y descubrimientos a lo largo de miles de años, nos conducen a principios del año pasado, cuando en Inglaterra fue patentada una mezcla de caliza dura, molida y calcinada con arcilla, al agregársele agua, producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino que es el antecedente directo de nuestro tiempo. Nota: El nombre del cemento Portland le fue dado por la similitud que esta tenía con la piedra de la isla de Portland del canal ingles.

La aparición de este cemento y de su producto resultante el concreto ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera una fisionomía diferente.

Edificios, calles, avenidas, carreteras, presas y canales, fabricas, talleres y casas, dentro del mas alto rango de tamaño y variedades nos dan un mundo nuevo de comodidad, de protección y belleza donde realizar nuestros mas ansiados anhelos, un mundo nuevo para trabajar, para crecer, para progresar, para vivir.

1824: - James Parker, Joseph Aspdin patentan al Cemento Portland, materia que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una Caliza Arcillosa.

1845: - Isaac Johnson obtiene el prototipo del cemento moderno quemado, alta temperatura, una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "clinker".

1868: - Se realiza el primer embarque de cemento Portland de Inglaterra a los Estados Unidos.

1871: - La compañía Coplay Cement produce el primer cemento Portland en lo Estados Unidos.

1904: -La American Standard For Testing Materials (ASTM), publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland.

1906: - En C.D. Hidalgo Nuevo Leon se instala la primera fabrica para la producción de cemento en México, con una capacidad de 20,000 toneladas por año.

1992: - CEMEX se considera como el cuarto productor de cemento a nivel MUNDIAL con una producción de 30.3 millones de toneladas por año.

2.1 FABRICACIÓN DEL HORMIGON

Si provienen del río, la única operación necesaria es la clasificación mediante zarandas o cribas, por estar ya lavados, y se acostumbra adquirir clasificados.

Los áridos de machaqueo se obtienen rústicamente mediante almádenas, e industrialmente son machacadoras de mandíbulas, molinos de martillos, cilindros, etc. Se clasifican por medio de cribas cilíndricas rotatorias (tromels) ligeramente inclinadas, con orificios de 5 mm en la parte superior, que dejan pasar la arena; en el centro de los orificios son de 15 a 30 mm para la gravilla, y en la parte baja, mayores de 50 mm.

Tanto los áridos de mina como los obtenidos artificialmente por machaqueo, deben ser lavados para quitarles el polvo o tierra, pudiendo hacerse a la vez que se les clasifica.

2.1.1 Cemento

Debe ser almacenado en sitio seco y protegido de la humedad, clasificándose por expediciones y clase, de manera que en todo momento se puede saber marca, fecha de la expedición, etc.

2.1.2 Dosificación

En obras de pequeño volumen, en las que se preparan las mezclas a mano, los áridos se miden por medio de espuelas o carretillas de una cabida conocida.

También se acostumbra emplear cajas de madera sin fondo, las cuales se colocan sobre una superficie plana y se llenan con los áridos.

Cuando el amasado se hace con hormigoneras, éstas generalmente están provistas de cargadores de cierta capacidad en las que vierten los áridos y el cemento, siendo elevadas con el mismo motor.

El cemento se añade generalmente por sacos de 50 kg, debiéndose procurar que las mezclas sean múltiples de sacos, pues las fracciones, de no pesarse, dan lugar a grandes errores.

Es muy conveniente en obras de importancia hacer la dosificación por peso de todos los productos, debiéndose tener siempre muy presente el estado de humedad de los áridos, sobre todo la arena, que, como hemos ya indicado, le hace aumentar de volumen, además de agregar más agua de la precisa.

Figura 2. Hormigonera



Fuente: FÉLIX ORUS ASSO. Materiales de construcción.

2.1.3 Amasado

En las obras de poca importancia se hace a brazo, sobre una superficie impermeable, mezclando en seco el árido con el aglomerante, hasta obtener una mezcla de color uniforme, y agregando después el agua en pequeñas dosis, dándole varias vueltas de pala hasta lograr un producto homogéneo. En las obras de importancia se hace el amasado con hormigoneras, recomendado las Normas un tiempo de amasado de 40 revoluciones o un minuto de duración, pudiéndose reducir a medio minuto en hormigones de baja calidad. Las hormigoneras pueden ser de amasado continuo los constituyentes entran por un lado y salen mezclados por el otro, e intermitente, las que amasan una dosificación, se vacían y vuelven a llenar. Las primeras no se emplean para la fabricación de hormigones, por resultar poco trabados, y se usan sólo para desleídas de cemento y agua.

Figura 3. Hormigonera de tambor fijo y eje horizontal



Fuente: FÉLIX ORUS ASSO. Materiales de construcción.

Las hormigoneras intermitentes las hay de tambor basculante y fijo. Las primeras (fig. 3) hacen la mezcla por centrifugación de los componentes y no se logra una buena mezcla de no inclinar el tambor 20° con la horizontal y ponerle unas paletas y superficies planas. Se fabrican desde 150 a 300 litros de capacidad, con un rendimiento de 3 a 10 m³ de hormigón por hora.

Las hormigoneras de tambor fijo y eje horizontal hacen el amasado por gravedad al girar éste, llevan unas superficies alabeadas, eleva los componentes y los deja caer, obteniéndose un amasado más homogéneo. Estas hormigoneras no se pueden emplear como desleidoras para hacer lechadas, y fabrican desde 350 a 1500 litros, produciéndose hasta 35 m³ por hora.

Otro tipo de hormigonera son las de ejes verticales empleados en laboratorios y talleres de elementos prefabricados, haciéndose el amasado al girar el tambor y mediante agitadores.

Las hormigoneras, a partir de 200 litros, están provistas de cargadores automáticos accionados por el mismo motor de gasolina o eléctrico de la hormigonera, y están equipadas también de depósito de agua, que vierte al empezar la mezcla.

La velocidad de rotación N debe ser pequeña para que la fuerza centrífuga no impida la mezcla. Si D es el diámetro del tambor de la hormigonera en metros y N el número de vueltas por minuto, según L'HERMITE:

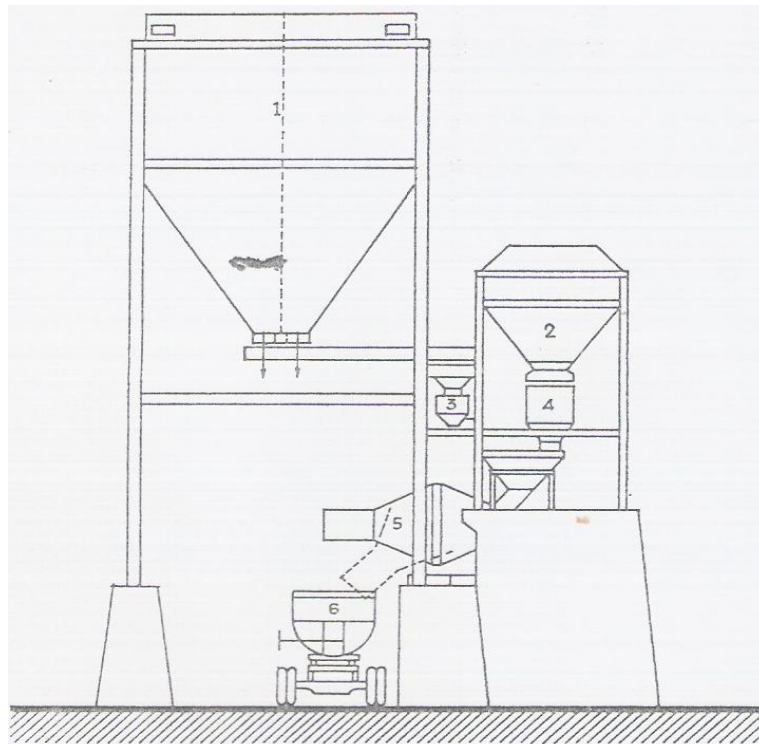
$$DN^2=200 \text{ a } 250$$

En las hormigoneras de eje vertical y en las de eje horizontal e inclinado:

$$DN^2=350 \text{ a } 450$$

La introducción de los componentes en la hormigonera deberá hacerse en el orden siguiente: en primer lugar, parte de la grava gruesa y un poco de agua; se hace girar la hormigonera para limpiar la cuba de la amasada precedente; después se echa el cemento, el resto del agua y la arena, dando seguidamente unas vueltas y, finalmente la grava por orden creciente de tamaños.

Figura 4. Hormigonera de eje vertical



Fuente: FÉLIX ORUS ASSO. Materiales de construcción.

Si la hormigonera está provista de cargador, se deben colocar por el siguiente orden: parte de la grava gruesa, el cemento, la arena, la gravilla y la grava.

El tiempo de amasado después de llenar las hormigoneras, para un hormigón de consistencia plástica, es de medio minuto en las hormigoneras de eje vertical, un minuto en el de eje horizontal y dos minutos en las de eje inclinado.

La duración exagerada del amasado es perjudicial, porque se produce un descenso o segregación del árido grueso y molienda de los áridos.

Modernamente, en las grandes ciudades, se han establecido fábricas de amasado, y transportan el hormigón de la consistencia solicitada por medio de camiones que baten la masa durante el transporte, evidentemente los gastos de fabricación y transporte de los áridos y cemento a pie de obra en los que 1 y 2 son los silos de cemento y áridos respectivamente: 3 y 4 dosificadores automáticos: 5, hormigonera de 1500 litros y 6, camión.

2.1.4 Cantidad de agua de amasado

Teniendo solamente en cuenta la dosificación de cemento necesaria para un metro cúbico necesario de hormigón, se necesita la siguiente cantidad de agua:

a/c= 0.6 para hormigón seco apisonado.

a/c =0.65-0.7 para hormigón plástico

a/c =0.75-0.9 para hormigón fluido.

En estas cifras no se tiene presente el tamaño de los granos del árido, necesitándose más agua cuanto más finos contiene. BOLOMEY ha encontrado que la cantidad de agua necesaria para mojar un árido de grosor medio, d (promedio entre los más gruesos, d₁, y los más pequeños, d₂), se determina por la fórmula:

$$E = \sum E_d = \sum \frac{P * N}{\sqrt[3]{d^2}}$$

Siendo P el peso de los granos de tamaño medio, d, y N un coeficiente que varía de 0.08 a 0.13, según el peso específico de la roca que constituye el árido, la rugosidad de la superficie, forma de los granos y fluidez del hormigón. Los áridos

que provienen del machaqueo precisan de un 10 - 20 % más de agua que los rodados.

2.1.5 Mezclado

Mezclado manual

Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

Mezclado mecánico

Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

2.1.6 Moldeado

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta

que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

2.1.7 Fraguado

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

2.1.8 Curado

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto.

Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se

comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

2.1.9 Secado y almacenamiento

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente. La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico. Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

2.2 PROPIEDADES DE LOS HORMIGONES

El hormigón es un producto que tiene la ventaja de poderse dosificar de forma que se pueda alcanzar una determinada resistencia, por estar completamente definido, conociéndose sus propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, químicas, etc.

2.2.1 Peso específico

Varía con la clase de áridos y procedimiento de colocación: el hormigón ligero tiene un peso específico que oscila desde 0.2 a 1.5; el ordinario y apisonado es de 2.2; el vibrado, 2.4, y el centrifugado, 2.5, con árido de barita (espato pesado), 3.5, y con viruta de hierro, 4 a 5.

2.2.2 Resistencias mecánicas

El mortero normal 1:3 alcanza a los veintiocho días una resistencia a la compresión de 400 kg/cm² con cemento Portland, y 500 a 540 con el supercemento y cemento aluminoso.

Hormigones de 300 kg de cemento amasados con 150 litros de agua (relación agua/cemento igual a 0.5) y áridos compuestos con arreglo a la ley de Bolomey alcanzan a los veintiocho días con resistencias a la compresión de 190 kg/cm² con cemento Portland; 310 kg/cm² con el supercemento, y 370 kg/cm² para el cemento aluminosos, según el Sr PEÑA BOEUF. Según HUMEL, el hormigón ligero alcanza a los veintiocho días de 30 a 60 kg/cm²; el hormigón en masa de 50 a 300 kg/cm²; el hormigón armado de 120 a 300 kg/cm²; el hormigón de elementos prefabricados de 200 a 600 kg/cm² a los veintiocho días. Según FREYSSINET, con el hormigón vibrado y curado al vapor se alcanzan 1300 kg/cm².

2.2.3 Adherencia

El hormigón armado está basado en la perfecta unión del cemento y el acero, resistiendo bien el primero los esfuerzos de compresión, y el segundo, los de tracción, habiéndose podido lograr esta asociación además de tener casi el mismo coeficiente de dilatación, en la adherencia de ambos elementos. Se toma

como valor medio del coeficiente de adherencia de 35 kg/cm^2 para los cementos Portland, supercementos y aluminosos.

2.2.4 Variaciones de volumen

En el hormigón se aprecian estos cambios por la acción del calor, fraguado y endurecimiento, el estado higrométrico y las cargas que soporta.

- a) Acción del calor:** El coeficiente de dilatación térmico del hormigón es 0.00001, y el del acero, 0.000011, tomándose el valor de 0.00001 para el conjunto del hormigón y armaduras en estructuras que no estén sometidas a grandes temperaturas.

El coeficiente de conductibilidad térmica es de 1.8, según SANTARELLA. El hormigón, una vez fraguado, resiste bien las bajas temperaturas. Las altas temperaturas producen una destrucción de las capas superficiales de un espesor de 2.5 cm; y disminuye sus resistencias mecánicas de una manera notable a temperaturas superiores a $700 \text{ }^\circ\text{C}$ desintegrándose a los $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Con áridos refractarios y cementos aluminosos se pueden fabricar hormigones que resistan temperaturas de $1400 \text{ }^\circ\text{C}$.

- b) Retracción de fraguado:** Durante el fraguado y endurecimiento subsiguiente se aprecia una disminución de volumen tanto mayor cuanto más alta es la dosificación del cemento en el hormigón, siendo menor la contracción lineal en los hormigones compactos, teniendo un valor medio de 0.00025 m. para el cemento Portland y supercemento, y 0.00041 m. para el cemento aluminoso.

- c) Estado Higrométrico:** El aumento de volumen producido por la absorción del agua es del orden de 0.00003 por cada 1 por 100 de agua absorbida.

El hormigón conservado sumergido en agua después de su fabricación experimenta un aumento de volumen del orden de 0.00008 m.

d) Retracción por la carga: Se denomina también deformación hidroelástica, aumenta con el tiempo y se expresa por la fórmula:

$$d_t = \frac{R}{E_t} * f . (t) ;$$

Siendo R la carga y E_t el módulo de elasticidad en el momento considerado; $f (t)$ es una función exponencial del tiempo.

2.2.5 Acciones químicas

Las aguas cenagosas contienen generalmente ácido sulfúrico, húmico, carbónico y ciertas sales, como los sulfatos, así como materia orgánica. Estos cuerpos atacan al hormigón, y se evitan protegiendo con enlucidos bituminosos, fluosilicatos, etc.

2.3 SISTEMAS CON BLOQUES DE CONCRETO

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y premoldeados, están dentro de la categoría de mampuestos que en obra se manipulan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada.

Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, muros de contención, sobre cimientos, etc. La albañilería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo cerámico, requiere de vigas y columnas de confinamiento. En el

caso de la albañilería armada con bloques de concreto, se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en los alvéolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

Figura 5. Bloques de concreto



La ventaja con este tipo de unidad de albañilería es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

La transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta en las zonas cálidas y en las frías, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables.

2.4 POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN

Como se ha mencionado, los bloques de concreto pueden utilizarse en la construcción de viviendas multifamiliares, en edificaciones en general, en muros de contención, etc., teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Materiales:** Para la confección del bloque sólo se requiere materiales usuales, como son: piedra partida, arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes; siendo posible su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.

- b) Economías:** La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas, las cuales se originan en la rapidez de ejecución, por el hecho de sólo necesitar asentar 12 bloques de concreto para construir 1 m²; así mismo una fabricación cuidadosa de los ladrillos permitirá obtener piezas de buen acabado que permite ahorra el tarrajeo y pintado posterior.

- c) Resistencias:** Los muros principales de una vivienda construida con ladrillo de arcilla tienen un ancho de 25 cm, en el caso de las construcciones con bloques estos muros principales son de menor espesor sin embargo, tienen la misma resistencia ya que estos últimos están reforzados con varillas de hierro. El muro delgado permite mayor amplitud en los ambientes de la edificación permitiendo una mayor área útil lo cual implica mayor valor comercial de venta.

d) Mano de Obra: La mano de obra debe ser calificada a nivel de operario, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de la autoconstrucción.

2.5 VENTAJAS

La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra.

Estas ventajas se originan en la rapidez de fabricación, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por constituir un sistema modular. Esta circunstancia permite computar todos los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza, y dichas cantidades se aproximan a los realmente utilizados en obra. Esto significa que es muy importante la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Si se compara un muro de bloques de concreto con otro de espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Menor costo por metro cuadrado de muro, originado en la menor cantidad de ladrillos.
- Menor cantidad de mortero de asiento.
- Mayor rendimiento de la mano de obra debido a la menor cantidad de movimientos necesario para levantar un metro cuadrado.

- En la mampostería de concreto reforzada, sólo es necesario contar con un único rubro de mano de obra, es decir el albañil, ya que las tareas de armado, colocación de los bloques y terminaciones, las puede realizar sin el auxilio de los oficiales carpinteros y armadores.
- Asimismo, el hecho de utilizar el bloque en su función estructural, agiliza los trabajos y posibilita una mayor rapidez constructiva, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, etc., típicos de la construcción tradicional de las estructuras de concreto armado convencional.
- El armado de la mampostería reforzada es muy sencillo, ya que sólo es necesario utilizar barras rectas sin ataduras de ningún tipo, siendo muy sencillo el empalme de las mismas por simple traslape.
- Debido a la excelente terminación que presentan los bloques fabricados por vibro compactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

2.6 MÁQUINA ABUJARDADORA

Una abujardadora es una máquina que permite obtener un acabado denominado abujardado en materiales como la piedra natural. Las fábricas de transformación de piedra natural tradicionalmente cuentan con varios procesos de tratamiento superficial de la materia prima, una vez transformado el bloque inicial en tableros de distintos espesores. Una vez que se decide la aplicación que se le va a dar, se procede a transformar la piedra. Así, al decidir qué acabado se debe aplicar desempeñan un papel primordial el tipo de piedra, el uso y la ubicación.

Figura 6. Máquina abujardadora



2.6.1 Usos

Las posibilidades son: serrado, pulido, apomazado, flameado, abujardado, arenado y granallado, entre otras.

En la actualidad se utilizan máquinas automáticas que utilizan martillos neumáticos, que a su vez golpean sobre la superficie mediante bujardas. También existen otro tipo de máquinas con rodillos rotativos de abujardado, normalmente empleadas en el tratamiento de mármoles, areniscas y granitos blandos.

2.6.2 Aplicaciones

La aplicación más extendida y valorada por su aspecto final sigue siendo el abujardado clásico, mediante el golpeo de bujardas.

A la hora de aplicar este proceso sobre una línea de trabajo lo que se necesita es una cantidad variable de martillos con bujardas para obtener una capacidad de producción importante. El principal problema del abujardado reside en que el área útil de trabajo debe comprenderse dentro del rectángulo regular que se pueda obtener dentro del tablero que hay que tratar.

Con la aplicación de un sistema de escaneado de tableros, previo al contorno y espesor del material que hay que tratar, se pretende dar solución a este problema. No discrimina el área útil de trabajo, sino que se controla tanto el espesor, como la superficie total del tablero, independientemente de las irregularidades que presente en su contorno, por muy variables que éstas sean y se aplica un perímetro de seguridad en todo su contorno de trabajo, variable y parametrizable.

Además de estas ventajas, hay que destacar que con el nuevo sistema se pretende un aumento importante en la producción de las líneas de trabajo, un aumento en la fluidez y control de las maniobras y una reducción de tiempos de ciclo, así como un mayor aprovechamiento de la superficie útil tratada por unidad de tablero.

2.7 ABUJARDADORA EN EL MERCADO

A continuación se expone un equipo que actualmente se encuentra en el mercado y que son utilizados con el mismo propósito. La información fue recopilada a través de la web de algunas empresas.

Figura 7. Abujardadora-Flameadora



Fuente: www.fraccarolibalzan.it

La abujardadora-flameadora es una máquina con múltiples funciones fabricada con las más modernas tecnologías. La máquina es sencilla de usar y es muy fácil cambiar el tipo de proceso. Se ha diseñado principalmente para los acabados rústicos del mármol, de granito, de piedra artificial y del cemento.

El martillo neumático está situado dentro de una campana, suspendida por amortiguadores de manera que se absorben los golpes y no son transmitidos a la estructura de la máquina y para evitar la rotura del material. La lanza de flameado se fabrica con las últimas tecnologías. Está compuesta por circuitos internos diseñados para obtener la mejor eficiencia térmica minimizando el combustible utilizado. Se dispone de modelos totalmente automáticos para ayudar al operador en la programación de los ciclos de carga y descarga del material.

2.8 BOMBAS HIDRÁULICAS

La bomba es probablemente el componente más importante y menos comprendido del sistema hidráulico. Su función consiste en transformar la energía mecánica en energía hidráulica, impulsando el fluido hidráulico en el sistema.

Las bombas se fabrican en muchos tamaños y formas mecánicas y manuales con muchos mecanismos diferentes de bombeo y para aplicaciones muy distintas. No obstante, todas las bombas se clasifican en dos categorías básicas: hidrodinámicas e hidrostática.

2.8.1 Bombas hidrodinámicas

Las bombas hidrodinámicas o de desplazamiento no positivo tal como los tipos centrífugos o de turbina, se usan principalmente para transferir fluidos donde la única resistencia que se encuentra es la creada por el peso del mismo fluido y EL ROZAMIENTO.

La mayoría de las bombas de desplazamiento no positivo funcionan mediante la fuerza centrífuga, según la cual el fluido, al entrar por el centro del cuerpo de la bomba, es expulsado hacia el exterior por medio de un impulsor que gira rápidamente. No existe ninguna separación entre los orificios de entrada y salida, y su capacidad de presión depende de la velocidad de rotación. Aunque estas bombas suministran un caudal uniforme y continuo, su desplazamiento disminuye cuando aumenta la resistencia. Es, de hecho, posible bloquear completamente el orificio de salida en pleno funcionamiento de la bomba. Por esta y otras razones las bombas de desplazamiento no positivo se utilizan muy pocas veces e los sistemas hidráulicos modernos.

2.8.2 Bombas hidrostáticas

Como indica su nombre, las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo suministran una cantidad determinada de fluido en cada carrera, revolución o ciclo. Su desplazamiento, exceptuando las pérdidas por fugas, es independiente de la presión de salida, lo que las hace muy adecuadas para la transmisión de potencia.

Características de las bombas

Las bombas se clasifican generalmente por su presión máxima de funcionamiento y por su caudal de salida en l/min a una velocidad de rotación determinada.

Valores nominales de presión

La presión nominal de una bomba viene determinada por el fabricante y está basada en una duración razonable en condiciones de funcionamiento determinadas. Es importante observar que no existe un factor de seguridad normalizado correspondiente a esta estimación. Trabajando a presiones más elevadas se puede reducir la duración de la bomba o causar daños serios.

Desplazamiento

La capacidad de caudal de una bomba puede expresarse con el desplazamiento por revolución o con el caudal en l/min. El desplazamiento es el volumen de líquido transferido en una revolución. Es igual al volumen de una cámara de bombeo multiplicado por el número de cámaras que pasan por el orificio de salida durante una revolución de la bomba. El desplazamiento se expresa en centímetros cúbicos por revolución. La mayoría de las bombas tienen un desplazamiento fijo que no pueden modificarse más que sustituyendo algunos

componentes. En ciertas bombas, no obstante, es posible variar las dimensiones de la cámara de bombeo por medio de controles externos, variando así el desplazamiento. En determinadas bombas de paletas no equilibradas hidráulicamente y en muchas bombas de pistones puede variarse el desplazamiento desde cero hasta un valor máximo, teniendo algunas la posibilidad de invertir la dirección del caudal cuando el control pasa por la posición central.

Caudal

Una bomba viene caracterizada por su caudal nominal en litros por minuto: por ejemplo, 40 l/min. En realidad puede bombear más caudal en ausencia de carga y menos a su presión de funcionamiento nominal. Su desplazamiento también es proporcional a la velocidad de rotación.

Figura 8. Tabla típica de características

Los datos de funcionamiento se basan en pruebas efectuadas a 1200 rpm con aceite mineral a aproximadamente 48 °C. Las características de funcionamiento a otras velocidades son proporcionales a rpm. La velocidad mínima recomendable es 600rpm.										
Modelos			Velocidad de rotación recomendada	Caudal en l/min				Potencia recomendada		
Montaje con platina	Montaje con pie	Montaje con brida	rpm (máx.)	7 ATM	35 ATM	70 ATM	140 ATM	7 ATM	70 ATM	140 ATM
V210- 2	V214- 2	V235- 2	1800	8.3	7.9	7.2	6.1	0.5	2.1	4.0
V210- 3	V214- 3	V235- 3	1800	12.0	11.8	10.8	9.2	0.6	3.0	6.0
V210- 5	V214- 5	V235- 5	1800	20.0	19.0	18.1	16.7	0.7	4.1	8.5
V210- 6	V214- 6	V235- 6	1800	24.0	22.0	21.8	19.6	0.7	5.0	9.5
V210- 8w	V214- 8w	V235- 8w	1800	30.0	28.7	27.3	25.0	0.9	5.8	12.0
V210- 9w	V214- 9w	V235- 9w	1800	34.0	31.8	31.0	29.0	0.9	7.0	13.5
V210- 11w	V214- 11w	V235- 11w	1800	41.0	39.0	36.7	33.7	1.2	8.0	16.0

Fuente: Vickers, Manual de oleohidráulica industrial, 1999.

La mayoría de los fabricantes facilitan una tabla o gráfico que muestra los caudales de las bombas y los requerimientos de potencia, bajo condiciones de ensayo específicas, relativas a las velocidades de accionamiento y a las presiones.

Rendimiento volumétrico

En teoría una bomba suministra una cantidad de fluido igual a su desplazamiento por ciclo o revolución. En realidad el desplazamiento efectivo es menor, debido a las fugas internas. A medida que aumenta la presión, las fugas desde la salida de la bomba hacia la entrada o al drenaje también aumentan y el rendimiento volumétrico disminuye.

$$\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{\text{Caudal real}}{\text{caudal teórico}}$$

Por ejemplo, si una bomba debe dar teóricamente un caudal de 40 l/min, pero da realmente sólo 36 l/min, a una presión de 70 kp/cm², su rendimiento volumétrico, a esta presión será del 90 %.

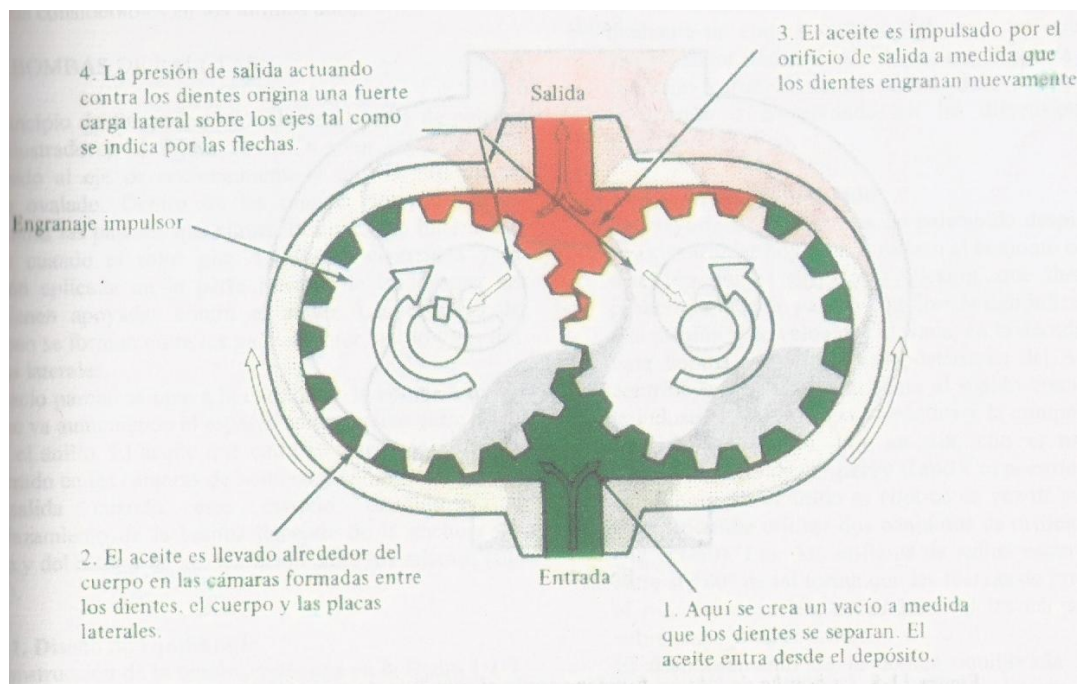
$$\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{36}{40} = 0.9 \text{ o } 90 \%$$

2.8.3 Bombas de engranajes

Una bomba de engranajes (véase fig. 9) suministra un caudal, transportando el fluido entre los dientes de dos engranajes bien acoplados. Uno de los engranajes es accionado por el eje de la bomba y hace girar al otro. Las cámaras de bombeo, formadas entre los dientes de los engranajes, están cerradas por el cuerpo de la bomba y por las placas laterales (llamadas frecuentemente placas de presión o de desgaste).

Los engranajes giran en direcciones opuestas, creando un vacío parcial en la cámara de entrada de la bomba. El fluido se introduce en el espacio vacío y es transportado, por la parte exterior de los engranajes, a la cámara de salida. Cuando los dientes vuelven a entrar en contacto los unos con los otros, el fluido es impulsado hacia afuera. La alta presión existente a la salida de la bomba impone una carga no equilibrada sobre los engranajes y los cojinetes que los soportan.

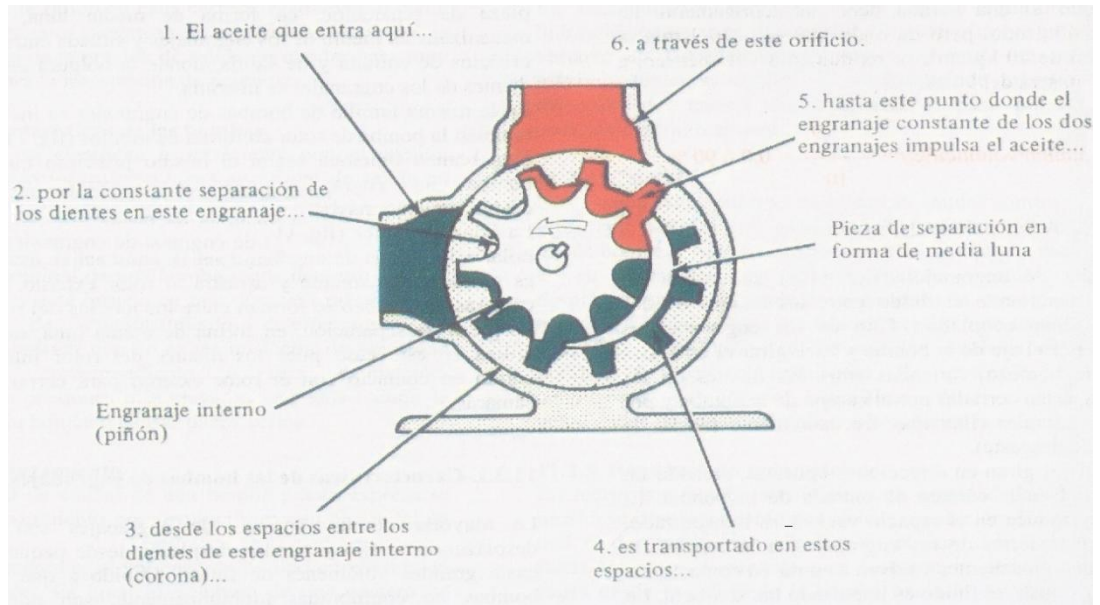
Figura 9. Bomba de engranajes externos



Fuente: Vickers, Manual de oleohidráulica industrial, 1999.

La fig. 10 muestra una bomba típica de engranajes internos. En este modelo, las cámaras de bombeo también están formadas entre los dientes de los engranajes. Una pieza de separación, en forma de media luna, está mecanizada en medio de los engranajes y situada entre los orificios de entrada y salida, donde la holgura de los dientes de los engranajes es máxima.

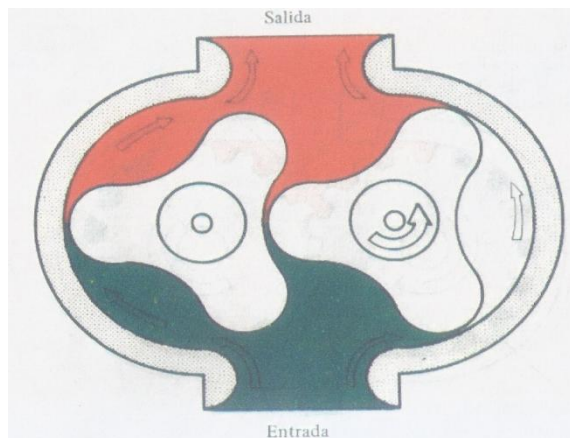
Figura 10. Bomba de engranajes internos



Fuente: Vickers, Manual de oleohidráulica industrial, 1999.

En la misma familia de bombas de engranajes se incluye también la bomba de rotor en forma de lóbulos (véase fig. 11). Esta bomba funciona según el mismo principio que la bomba de engranajes externos pero tienen un desplazamiento mayor.

Figura 11. Bomba de lóbulos



Fuente: Vickers, Manual de oleohidráulica industrial, 1999.

Características de las bombas de engranajes

La mayoría de las bombas de engranajes son de desplazamiento fijo y pueden desplazar desde pequeños hasta grandes volúmenes de fluido. Debido a que son bombas no equilibradas hidráulicamente, son por lo general unidades de baja presión, aunque existen bombas de engranajes que alcanzan hasta 250 kp/cm^2 de presión.

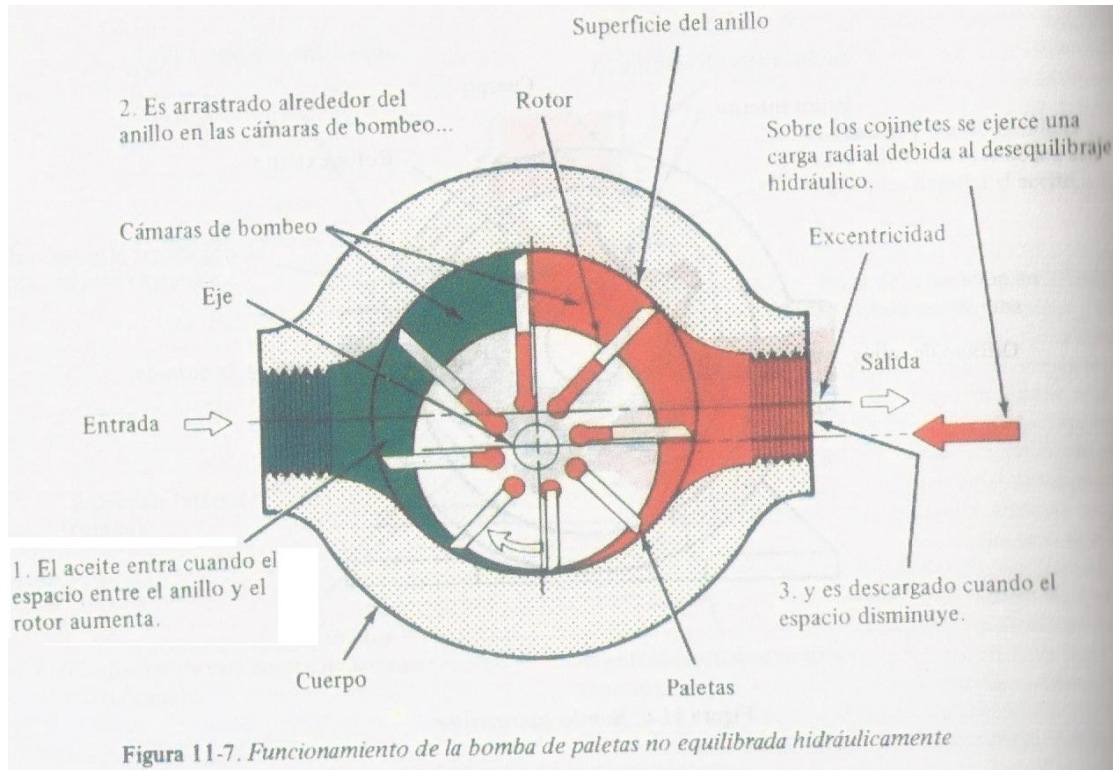
Las fugas internas aumentan con el desgaste de la bomba, no obstante, estas bombas tienen una duración razonable y poseen mayor tolerancia a la suciedad que los otros tipos.

2.8.4 Bomba de paletas

El principio de funcionamiento de una bomba de paletas está ilustrado en la figura 12. Un rotor ranurado está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas, que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira. La fuerza centrífuga y la presión aplicada en la parte inferior de las paletas las mantiene apoyadas contra el anillo. Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas, rotor, anillo y las dos placas laterales.

Un vacío parcial se crea a la entrada de la bomba a medida que va aumentando el espacio comprendido entre el rotor y el anillo. El aceite que entra en este espacio queda encerrado en las cámaras de bombeo y es impulsado hacia la salida cuando este espacio disminuye. El desplazamiento de la bomba depende de la anchura del anillo y del rotor y de la separación entre los mismos.

Figura 12. Bomba de paletas



Fuente: Vickers, Manual de oleohidráulica industrial, 1999.

Diseño no equilibrado

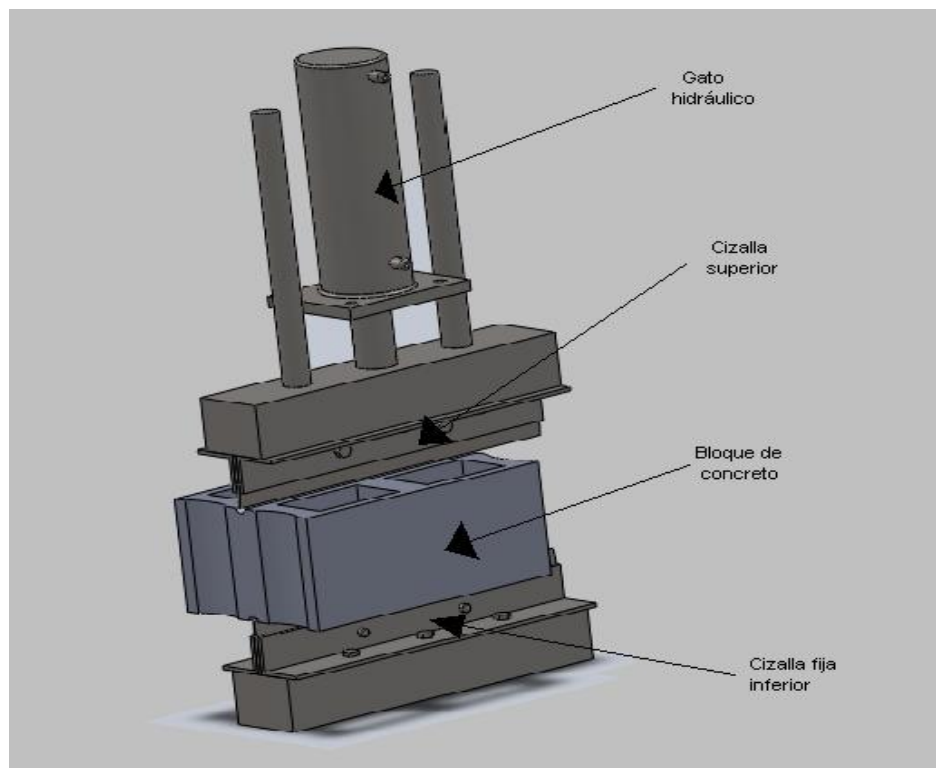
La construcción de la bomba mostrada en la figura 12, es del tipo no equilibrado hidráulicamente y el eje está sometido a cargas laterales, procedentes de la presión que actúa sobre el rotor. El diseño no equilibrado se aplica principalmente a las bombas de caudal variable. El desplazamiento de esta bomba puede variar mediante un control externo, tal como un volante o un compensador hidráulico. El control desplaza el anillo haciendo variar la excentricidad entre éste y el rotor, reduciendo o aumentando así las dimensiones de la cámara de bombeo.

3. DISEÑO

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento del prototipo de la máquina se basa en un sistema on-off que activa un sistema electrohidráulico el cual acciona la herramienta de corte compuesta por dos cizallas, una en la parte superior accionada por el gato hidráulico y la otra fija a la estructura, entre la mesa donde se va a ubicar el bloque de concreto para ser seccionado en dos partes, el cual es el propósito final al igual que un acabado rústico del mismo.

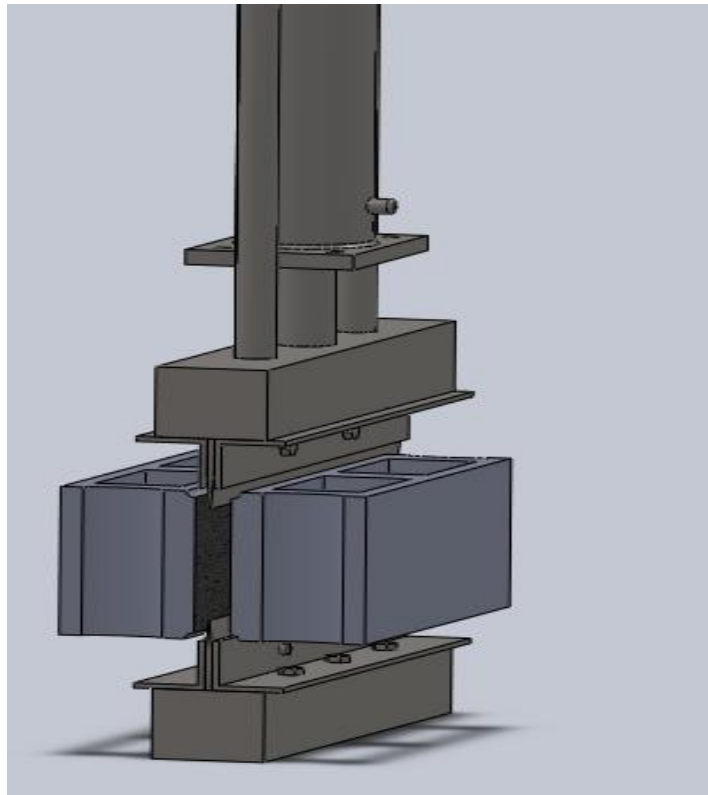
Figura 13. Principio de funcionamiento primera etapa



Fuente: Los autores

En la figura anterior podemos apreciar los componentes más importantes en el momento de abujardar el bloque de concreto, tales como el gato hidráulico, las dos cizallas y la mesa donde va montado el bloque de concreto, aunque esta última no se muestra en la figura, para ver más claro la localización de las dos cizallas y ver el contacto que se genera con el bloque de concreto.

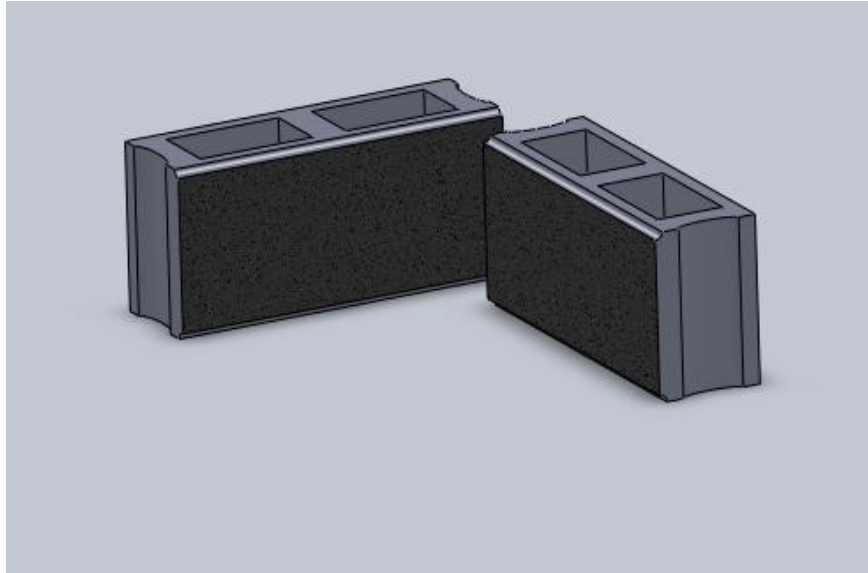
Figura 14. Principio de funcionamiento segunda etapa



Fuente: Los autores

En esta imagen se logra apreciar ya la máquina trabajando en donde el gato hidráulico desplaza la cizalla superior hacia donde se encuentra el bloque para su respectivo corte, cuando el bloque de concreto es seccionado en dos partes un sensor inductivo de proximidad da la señal para que el gato ascienda a su posición inicial.

Figura 15. Principio de funcionamiento producto terminado



Fuente: Los autores

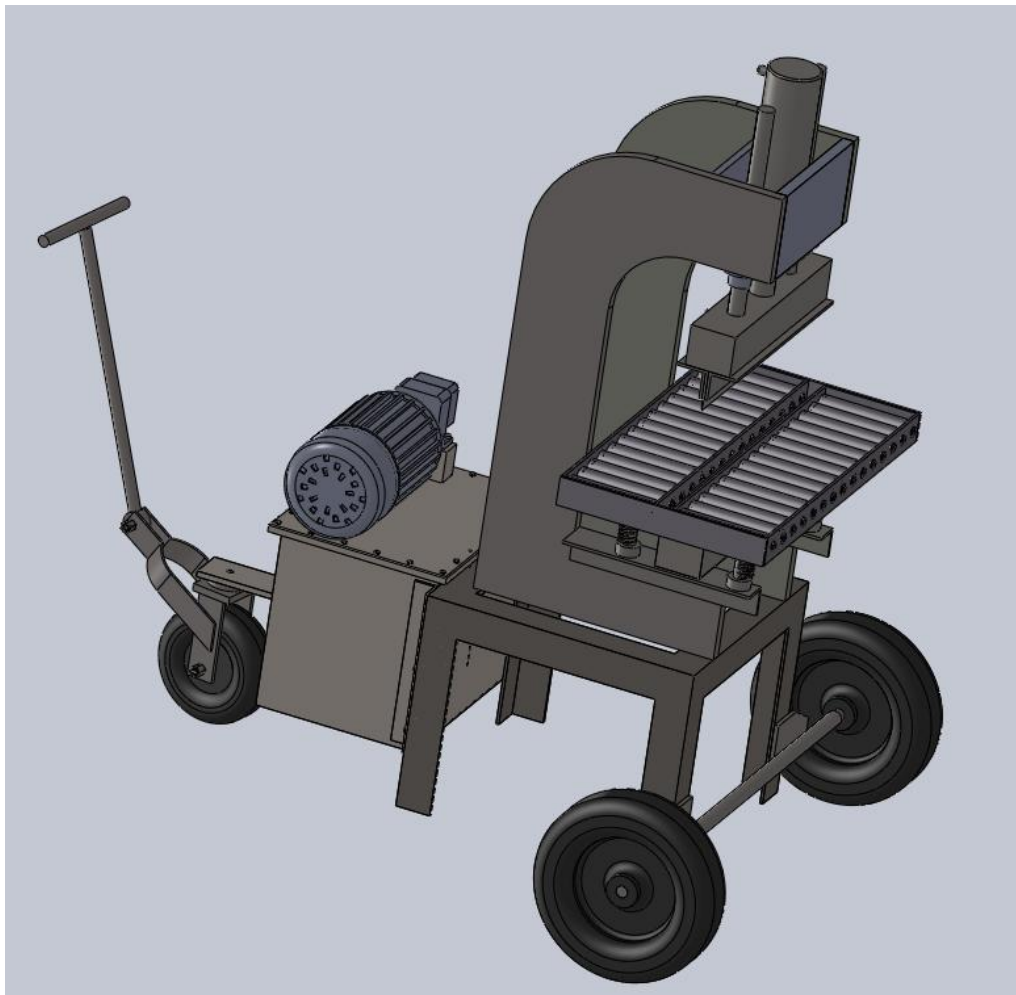
En esta imagen se ilustra el objetivo primordial de la máquina en el que podemos apreciar el producto terminado, el bloque de concreto abujardado, es decir el bloque de concreto ya seccionado en dos partes, después de que las dos cizallas hicieron contacto con el bloque de concreto. En las figuras anteriores se trató de explicar el funcionamiento del sistema de corte de la máquina realizando una secuencia de imágenes para hacer más comprensible el trabajo que se va a realizar.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

La máquina abujardadora de bloques de concreto está conformada por un sistema motriz, un sistema hidráulico, un sistema de corte, un sistema de desplazamiento, un sistema de control y un sistema de soporte o bastidor, los cuales se explican brevemente a continuación.

En la siguiente imagen se ilustra una vista general de la abujardadora de bloques de concreto en la que podemos apreciar la mayor parte de piezas de la máquina.

Figura 16. Vista general de la abujardadora



Fuente: Los autores

El sistema motriz es el encargado de suministrar la potencia a la máquina para su respectivo funcionamiento. Está conformado por un motor trifásico, un acople de araña y una bomba hidráulica de paletas.

Figura 17. Ejemplo montaje sistema motriz

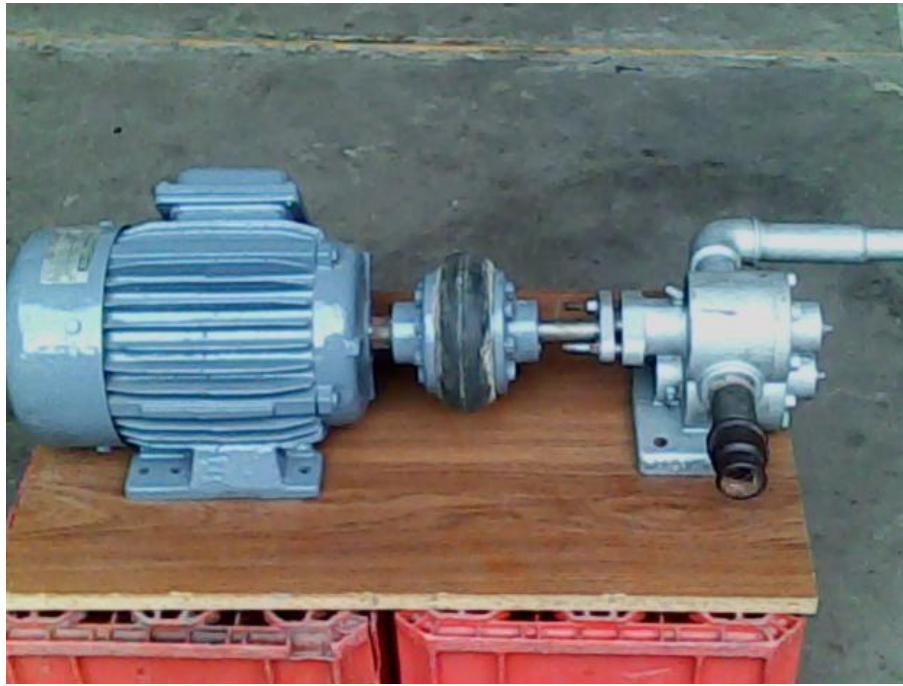


Figura 18. Motor trifásico



Como la falta de perfecta alineación del árbol es inevitable, los acoplamientos rígidos suelen conducir a roturas por fatiga, sobrecalentamiento de los cojinetes y otras perturbaciones que pueden ser evitadas empleando acoplamientos flexibles.

Figura 19. Acople de araña



Una bomba de engranajes suministra un caudal, transportando el fluido entre los dientes de dos engranajes bien acoplados. Uno de los engranajes es accionado por el eje de la bomba y hace girar al otro. Las cámaras de bombeo, formadas entre los dientes de los engranajes, están cerradas por el cuerpo de la bomba y por las placas laterales (llamadas frecuentemente placas de presión o de desgaste).

Figura 20. Bomba hidráulica de engranajes



Fuente: Los autores

El sistema hidráulico está conformado por una bomba de paletas, una válvula de alivio, una electroválvula, una válvula reguladora de caudal, un depósito, un nivel, un filtro, un manómetro, mangueras, entre otros.

Figura 21. Válvula de alivio



Fuente: Los autores

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal.

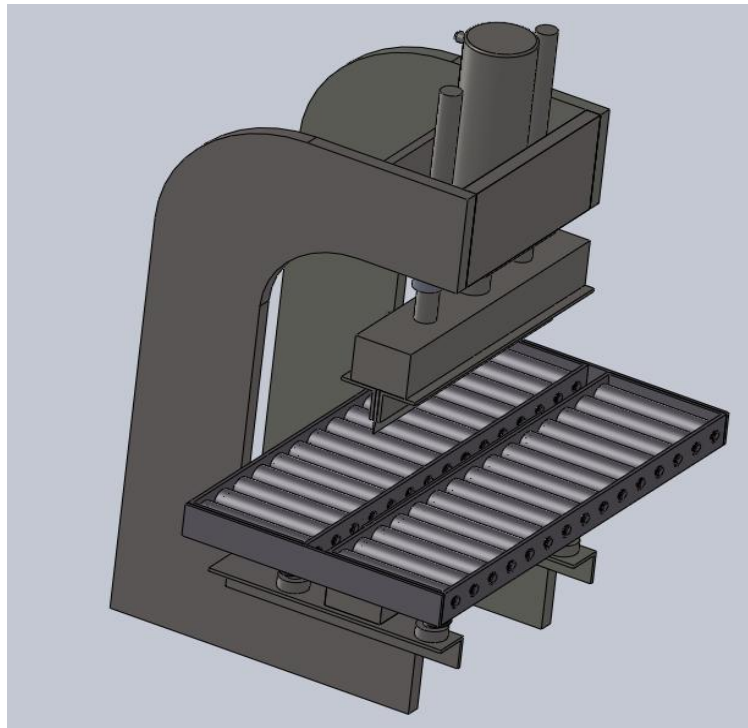
Figura 22. Electroválvula



Fuente: Los autores

El sistema de corte es el que cumple la función de seccionar en dos el bloque de concreto para que posea un acabado rústico. Está compuesto por un gato hidráulico, dos cizallas y la mesa donde se pondrá el bloque de concreto para su respectivo corte.

Figura 23. Sistema de corte



Fuente: los autores

En la figura anterior se muestran los componentes más relevantes del sistema de corte de la máquina aunque se presenta parte de la estructura la cuál no hace parte de este sistema.

El sistema de desplazamiento es el que facilita la movilización de la máquina para brindar un mejor acceso y manipulación del operario. Esta conformado por una llanta trasera, dos llantas delanteras y un manubrio para la dirección y manipulación de la máquina, como se muestra en siguiente figura.

Figura 24. Sistema de desplazamiento



Fuente: Los autores

El sistema de control es quien controla el movimiento del gato hidráulico al igual que de la cizalla superior para que este se desplace hacia la parte superior de donde se ubicará el bloque de concreto. Este sistema consta de dos sensores inductivos de proximidad tipo cilíndrico, un taco de 32 A Siemens, dos tacos de 15 A, un temporizador, dos contactores, la caja donde van ubicados los elementos eléctricos, un relé y el cableado correspondiente.

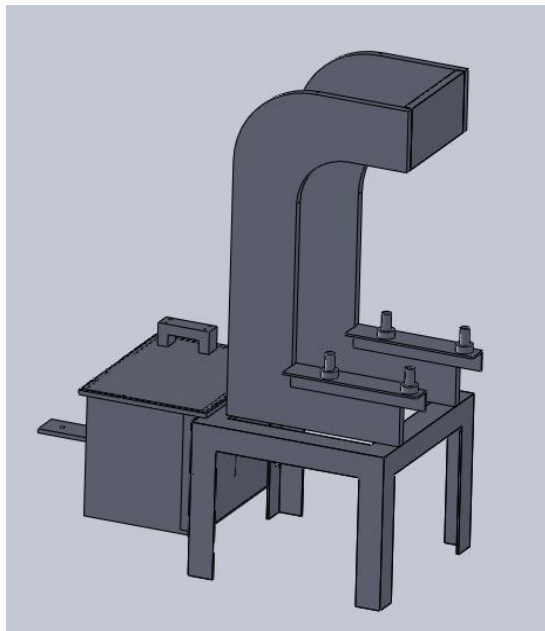
Figura 25. Sistema de control



Fuente: Los autores

El sistema de soporte o bastidor posee una estructura con una base en ángulo y los perfiles en c, como se ilustra en la siguiente imagen.

Figura 26. Bastidor de la abujardadora



4. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

4.1 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA REQUERIDA

4.1.1 Pruebas para el cálculo de la fuerza cortante en los bloques de concreto.

Sin duda el esfuerzo cortante del concreto contribuye en la determinación de la potencia requerida por la máquina. En los textos consultados suministran valores para las propiedades del concreto de procedencia de otros países tales como Perú y México, que además no son usadas en nuestro país, y por otra parte sólo se presentan propiedades tales como el esfuerzo a compresión, entre otras mas no la del corte.

Debido a esto se ve la necesidad de la implementación de un mecanismo para la realización de una prueba que nos permitiera identificar un valor de esfuerzo cortante de los bloques de concreto que vamos a utilizar.

En la prueba se utilizaron bloques de concreto h12, debido a que es el bloque de concreto que vamos a emplear para abujardar.

La empresa Dipreco nos facilitó los datos tomados por ellos con la máquina que ellos poseen la cual es lo más cercano a la máquina que vamos a construir, sólo que esta es manipulada manualmente, para poder abujardar el bloque un operario tiene que estar accionando el gato constantemente para que este corte el bloque a diferencia de la de nosotros que es semiautomática, no tenemos que estar accionando el gato hidráulico, por tanto se facilita el corte del bloque del concreto al igual que la producción.

- **Datos obtenidos**

Tabla 1. Datos de la prueba utilizando la máquina de la empresa de Dipreco.

Área Resistente (cm ²) (pulg ²)	ΔP (PSI)	Carga (Lbf)	Esfuerzo Cortante (PSI)
741 114,8	1020	9813,55	85,44
741 114,8	960	9236,28	80,41
741 114,8	920	8851,43	77
741 114,8	950	9140	79,57
741 114,8	1010	9717,37	84,6
741 114,8	990	9524,91	82,93
741 114,8	900	8659	75,4
741 114,8	1030	9909,76	86,28

Fuente: Los autores

Donde la carga se determina mediante la fórmula: $P = \frac{F}{A}$

Y el esfuerzo cortante como: $\tau = \frac{\text{Carga}}{\text{Area resistente}}$

- **Observaciones y conclusiones**

Después de la prueba el bloque de concreto h12 queda seccionado en dos partes, donde se logra el objetivo de dicha prueba para poder establecer la fuerza necesaria para dividir en dos el bloque.

A partir del valor obtenido mediante las pruebas se estima un valor promedio y por tanto se procede a calcular y diseñar las piezas correspondientes de la máquina, conociendo la fuerza necesaria para cortar el bloque de concreto partimos para hallar la presión que necesitará el gato hidráulico para desplazar la cizalla superior de la máquina.

4.2 CÁLCULO DE LA PRESIÓN NECESARIA DEL GATO HIDRÁULICO

Como ya conocemos el valor de la fuerza necesaria para cortar el bloque de concreto y tomando como referencia un diámetro de 4 pulgadas del gato procedemos a calcular la presión que se le suministrará, procedente de la bomba.

$$A = \frac{\pi * (\varnothing^2)}{4} = \frac{\pi * (4^2)}{4} = 12.566 \text{ in}^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{9356,54}{12.56} = 744,56 \text{ PSI}$$

Esta es la presión necesaria para accionar el gato hidráulico para que este a su vez desplace la cizalla superior hacia el bloque de concreto y se proceda a su respectivo corte.

4.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Conociendo la presión que requiere el gato hidráulico para cortar el bloque de concreto y puesto que es una presión pequeña comparada con la que traen las bombas seleccionamos una bomba con una presión de trabajo mayor por si se requiere una mayor presión para cortar bloques de concreto mayores a los que normalmente se cortan en la construcción. Por tanto esta presión se reduce proveniente al valor que demanda el gato hidráulico.

Por si se rompen bloques de concreto de diversos tamaños diferentes al que trabajamos, al H12, tales como el H15 entre otros, para ajustar la presión correspondiente para su respectivo corte. Partiendo de que podemos seleccionar la bomba con una presión estándar para mayor economía ya que esta trabajará a la presión necesaria del sistema la cual demande la carga con la cuál se va a trabajar, teniendo un rango de valores mayores, luego se procede a saber el caudal necesario para su selección.

Tomando en consideración la distancia que hay entre la cizalla superior y la cara superior del bloque de concreto H12, se aprecia una distancia de 5 cm de recorrido que tiene que realizar el vástago del actuador, la cual la recorre en un tiempo aproximado de o igual a 1 s.

Ahora se procede a calcular la velocidad del actuador, con la cual la cizalla cortará el bloque:

$$V = \frac{X}{t} = \frac{5 \text{ cm}}{1 \text{ s}} = 5 \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}} \right] = 1.968 \left[\frac{\text{pulg}}{\text{s}} \right]$$

Teniendo el valor de la velocidad y con el diámetro del gato procedemos a calcular el caudal que demanda la bomba.

$$A = \frac{\pi * (\varnothing^2)}{4} = \frac{\pi * (4^2)}{4} = 12.566 \text{ pulg}^2$$

$$Q = V * A = 1.968 \left[\frac{\text{pulg}}{\text{s}} \right] * 12.566 \text{ pulg}^2 = 24.74 \left[\frac{\text{pulg}^3}{\text{s}} \right]$$

$$Q = 24.74 \left[\frac{\text{pulg}^3}{\text{s}} \right] * \left[\frac{1 \text{ galon}}{231 \text{ pulg}^3} \right] * \left[\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right] = 6.43 \text{ gpm}$$

$$Q = 6.43 \text{ gpm}$$

Con el caudal de 6.43 gpm lo aproximamos a 6.5 que es un valor más comercial y con la presión que suministra al gato hidráulico tenemos una idea de que bomba necesitamos. Por lo tanto seleccionamos una bomba paletas de 6.5 gpm y una presión máxima de trabajo de 2800 PSI, que son las más económicas al igual que más fáciles de conseguir, y que además cumple con las necesidades que requerimos.

4.4 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

Para seleccionar el motor conociendo el caudal proveniente de la bomba y la presión procedo a calcular la potencia requerida del motor.

$$HP = \frac{Q * \Delta P}{1714 * \eta_m} = \frac{6.5 \text{ gpm} * 1300 \text{ psi}}{1714 * 0.89} = 5.47 \text{ [hp]}$$

Para estos requerimientos conseguimos un motor trifásico de 5.5 hp a 1730 rpm de segunda que estaba en buen estado, se le hicieron pruebas y este funcionaba óptimamente, se le cambiaron los rodamientos y se realizaron algunas adaptaciones.

4.5 SELECCIÓN DEL ACOPLE

La misión del acople es asegurar la transmisión del movimiento y absorber las vibraciones en la unión entre los dos elementos. Las vibraciones son debidas a que los ejes no son exactamente coaxiales.

El término acople se refiere a un dispositivo para conectar entre si dos ejes, en sus extremos con objeto de transmitir potencia. Existen dos clases generales de acoples: rígidos y flexibles.

4.5.1 Acoples rígidos

Los acoples rígidos se diseñan para unir dos ejes firmemente entre sí, para que no pueda haber movimiento relativo entre ellos. Este diseño es conveniente para cierto tipo de equipos, donde se necesita y se puede dar un alineamiento preciso de los ejes. En esos casos, se debe diseñar el acople para poder transmitir el par torsional entre los ejes.

4.5.2 Acoples flexibles

Se diseña para transmitir par torsional uniformemente, y al mismo tiempo permite cierto desalineamiento axial, radial y angular. La flexibilidad es tal que cuando se produce el deslizamiento, piezas del acople se mueve con poca o ninguna resistencia. En consecuencia, no se desarrollan esfuerzos axiales o flexionantes apreciables en el eje.

4.5.3 Acople de araña o cruceta

Este es un tipo de acople bastante común en la industria por su precio económico.

Está diseñado para transmitir potencias pequeñas a velocidades de moderadas a altas con muy poca capacidad de desalineaciones.

La araña o cruceta puede ser de Buna-N, Hytrel, Uretano o Bronce, siendo el Buna-N el estándar y el mas fácil de conseguir. Cada material tiene propiedades y capacidades de trabajo diferentes.

Figura 27. Acople de araña



4.6 ESTRUCTURA

La estructura principal es uno de los elementos más importantes del diseño, ya que ahí se encuentran acopladas todas las partes del prototipo de la máquina, al igual que soporta el peso de la mayoría de los componentes y brinda estabilidad. Da la capacidad al prototipo de ser portátil al poseer tres ruedas dos delanteras y una trasera.

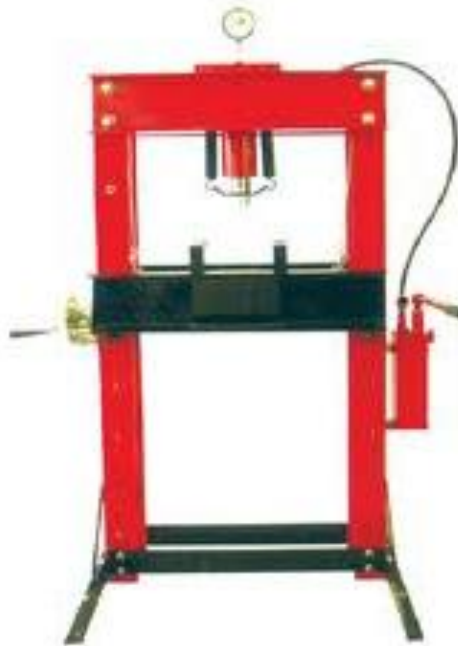
4.6.1 Tipo de estructura a construir

Opción 1: Estructura tipo H

Este tipo de estructura presenta mucha rigidez y buena distribución de carga en toda su estructura, lo que hace que el material a utilizar sea un acero convencional, además que no necesitaría un gran grosor en las láminas que

vamos a utilizar. La desventaja que presenta para la utilidad que se le va a dar, es el espacio reducido que presenta para colocar el bloque, si queremos que tenga más espacio, tendríamos que ampliar el área de trabajo y hacer que la estructura sea más grande, sería muy difícil de transportar.

Figura 28. Estructura tipo H



Opción 2: Estructura tipo C

Aunque es un poco menos estable y presenta poca área de trabajo, es muy versátil para el tipo de trabajo que vamos a ejecutar con esta máquina, se tendría que diseñar un perfil más grueso para darle más estabilidad a la estructura, pero tiene una ventaja grande, y es que se ahorra bastante en compra de materiales, pues la estructura es más sencilla que la tipo H.

Figura 29. Estructura tipo C



4.6.2 Evaluación de las opciones de diseño

Para tomar la decisión final se aplica una ponderación para evaluar el comportamiento de cada una de las alternativas y se llega a la conclusión, como se ilustra en la siguiente tabla, que la alternativa 2 (estructura tipo C) es la que alcanza mayor puntaje, por lo tanto cumple de manera global con los requerimientos de diseño.

En el cuadro se presentan unos criterios de evaluación para ver cual es la solución mas factible para la construcción de la estructura, y se concluye que la estructura tipo C es la más adecuada.

Tabla 2. Evaluación de las opciones de diseño

Tipo de estructura a construir					
Criterios de evaluación		Opción 1		Opción 2	
		Pond.	Nota	Pond.	Nota
Resistente	0.304	1.52	5	1.52	5
Económica	0.276	0.828	3	1.38	5
Vida útil	0.26	1.04	4	1.04	4
Fácil mantenimiento	0.16	0.64	4	0.8	5
TOTAL		4.028		4.74	

Fuente: Los autores

4.6.3 Material de la estructura

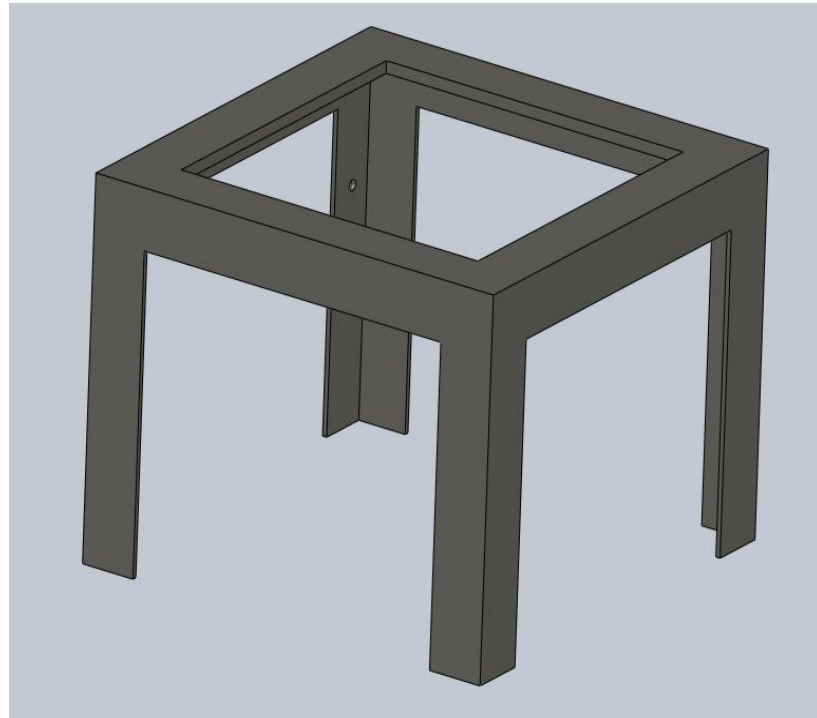
El perfil en C de la estructura de la máquina debe ser muy resistente al igual que debe ser fácil de adquirir, por lo tanto se escogió el acero ASTM A36.

Tabla 3. Grados y composiciones químicas del acero al carbono

Grado del Acero	Composición química, %				Carbono Equivalente
	C	Mn	P, máx	S, máx	% Ceq (máx)
(1)					(3)
AZA 1006	máx.0,08	0,30-0,50	0,030	0,035	0,23
SAE 1010	0,08-0,13	0,30-0,60	0,030	0,050	0,34
SAE 1015	0,13-0,18	0,30-0,60	0,030	0,050	0,39
SAE 1020	0,18-0,23	0,30-0,60	0,030	0,050	0,44
SAE 1045	0,43-0,50	0,60-0,90	0,030	0,050	0,76
(2)					
A240ES	≤ 0,22	≤ 1,15	0,040	0,050	0,48
A270ES	≤ 0,23	≤ 1,25	0,040	0,050	0,48
A345ES	≤ 0,24	≤ 1,45	0,040	0,050	0,48
ASTM A36	≤ 0,26	0,60-0,90	0,030	0,050	0,52
Comercial	0,28	0,30-0,80	0,050	0,060	0,55

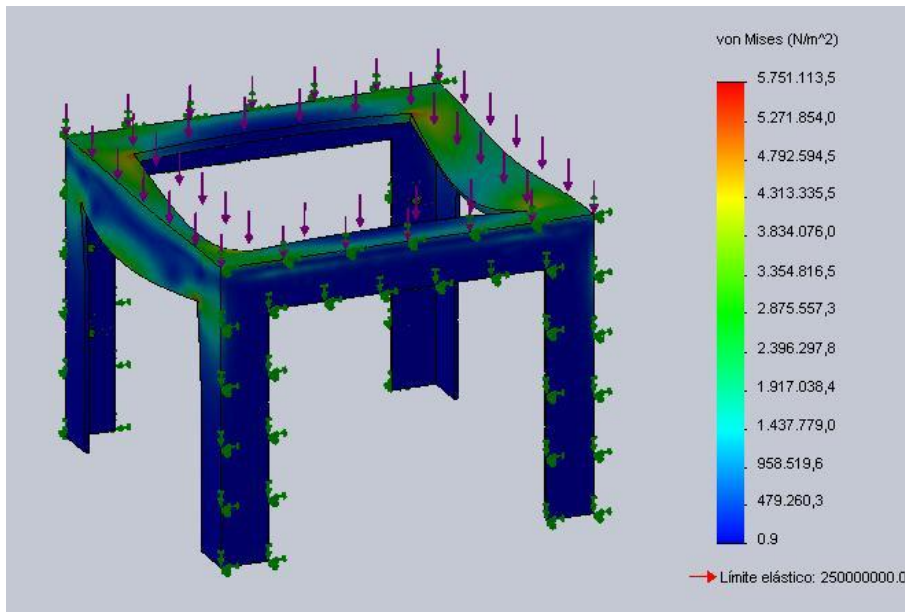
Fuente: http://www.gerdauaza.cl/Prods_Grados.asp

Figura 30. Diseño CAD de la base de la estructura



Fuente: Los autores

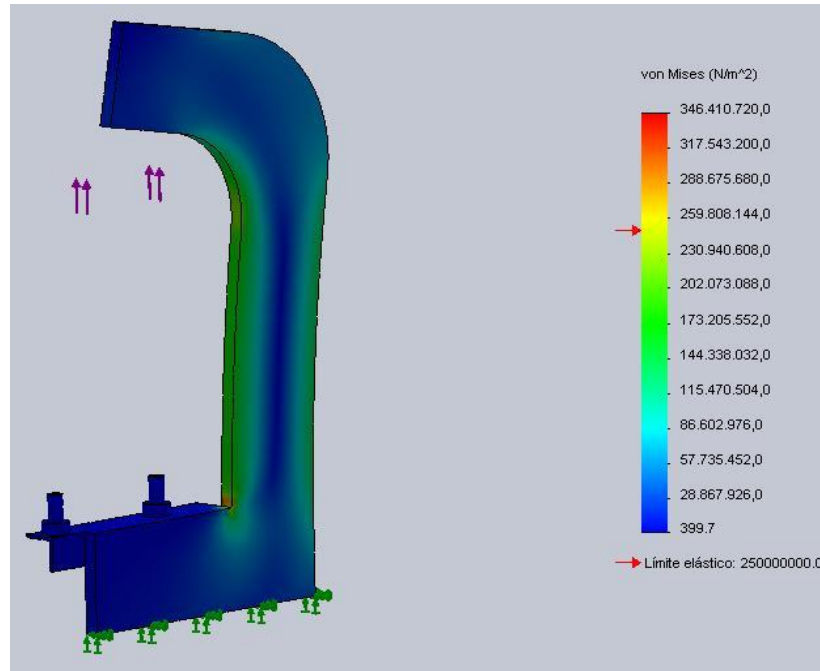
Figura 31. Diseño CAE de la base de la estructura



Fuente: Los autores

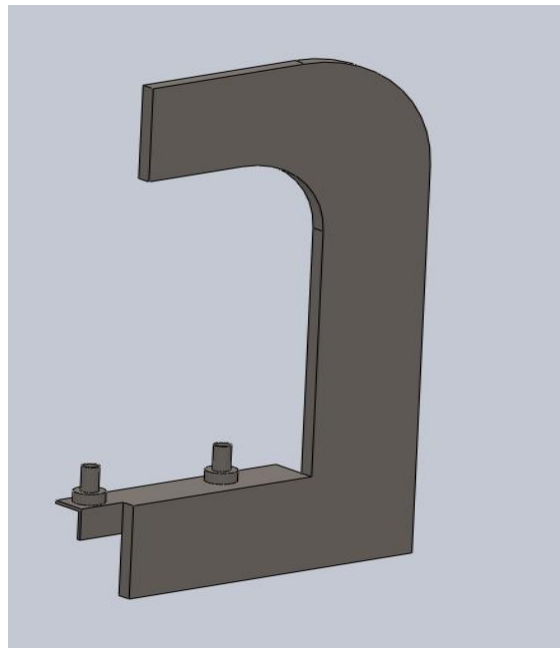
4.6.4 Diseño CAD y CAE del perfil en C de la estructura

Figura 32. Diseño Cae del perfil en C de la estructura



Fuente: Los autores

Figura 33. Diseño CAD del perfil en C de la estructura



Fuente: Los autores

4.7 DISEÑO DEL TANQUE

4.7.1 Tamaño del depósito

Es siempre deseable un tanque grande para facilitar el enfriamiento y la separación de los contaminantes. Como mínimo, el tanque debe contener todo el fluido que requiere el sistema y mantener un nivel lo suficientemente alto para que no haya un efecto de torbellino en la línea de aspiración de la bomba. Si esto ocurre, entrará aire en el sistema.

La dilatación del fluido debida al calor, las variaciones de nivel debidas al funcionamiento del sistema, la superficie interna del tanque expuesto a la condensación del vapor de agua, y la cantidad de calor generada en el sistema, son factores que hay que tener en consideración. En los equipos industriales se acostumbra a emplear un depósito cuya capacidad sea por lo menos dos o tres veces la capacidad de la bomba en litros por minuto.

$$V_T(\text{litros}) = 2 * Q_b \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)$$

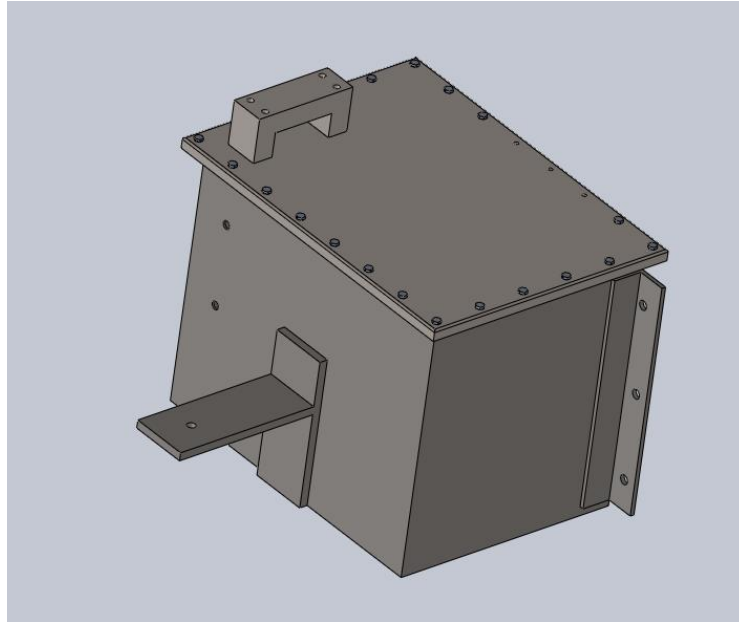
$$Q_b = 6.5 \left(\frac{\text{galones}}{\text{min}} \right) = 6.5 \left(\frac{\text{galones}}{\text{min}} \right) * \left(\frac{3.785 \text{ litros}}{1 \text{ galon}} \right) = 24.6025 \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)$$

$$V_T(\text{litros}) = 2 * Q_b \left(\frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)$$

$$V_T = 2 * 24.6025 = 49.205 (\text{litros}) = 49205 (\text{cc})$$

Por lo tanto el volumen del tanque debe ser aproximadamente de 49.6 litros

Figura 34. Depósito



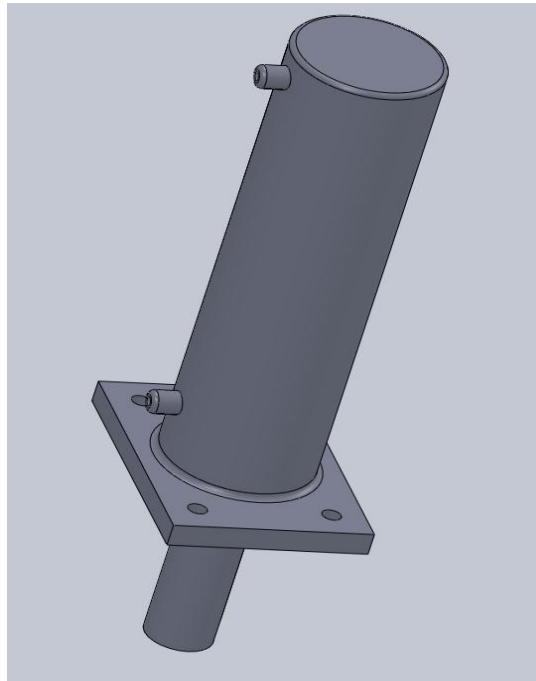
Fuente: Los autores

En la imagen anterior se ilustra el diseño del depósito de aceite, el cuál debe tener un volumen de 49.205 litros, por lo tanto sus dimensiones son de 39 cm de alto, por 35 cm de profundidad y 49 cm de ancho, aunque este presenta por dentro una parte inclinada a 14 cm de la parte superior.

4.8 DISEÑO DEL GATO HIDRÁULICO

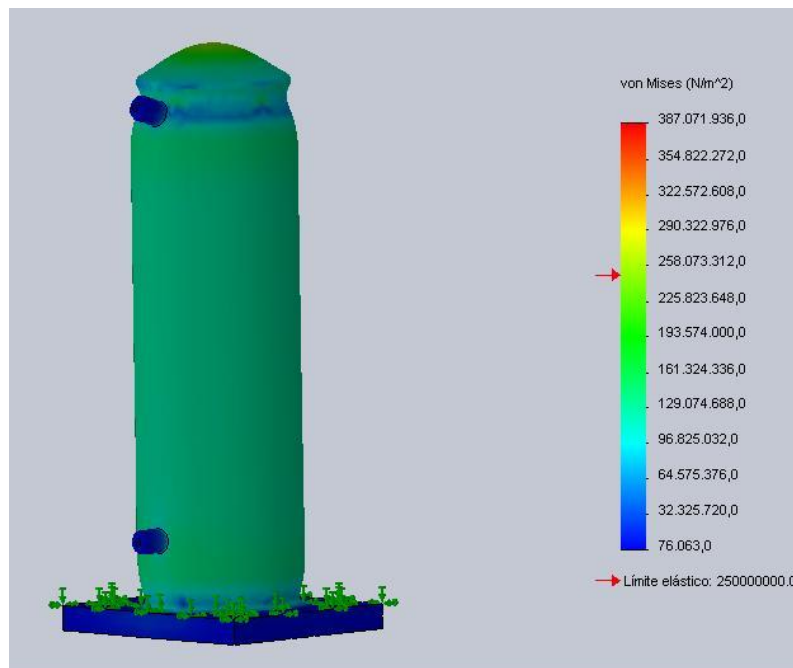
Puesto que las dimensiones del gato no desempeñan una función tan importante en el corte del bloque escogimos un diámetro de 4 pulgadas en el interior de la camisa, con el cuál hicimos referencia para empezar con los cálculos del prototipo de la máquina, y un diámetro de 2 pulgadas para el vástago, las demás dimensiones se harán dependiendo del material, por tanto se explicaran con más detalle en la construcción del mismo.

Figura 35. Diseño cad del gato hidráulico



Fuente: Los autores

Figura 36. Diseño CAE del gato hidráulico

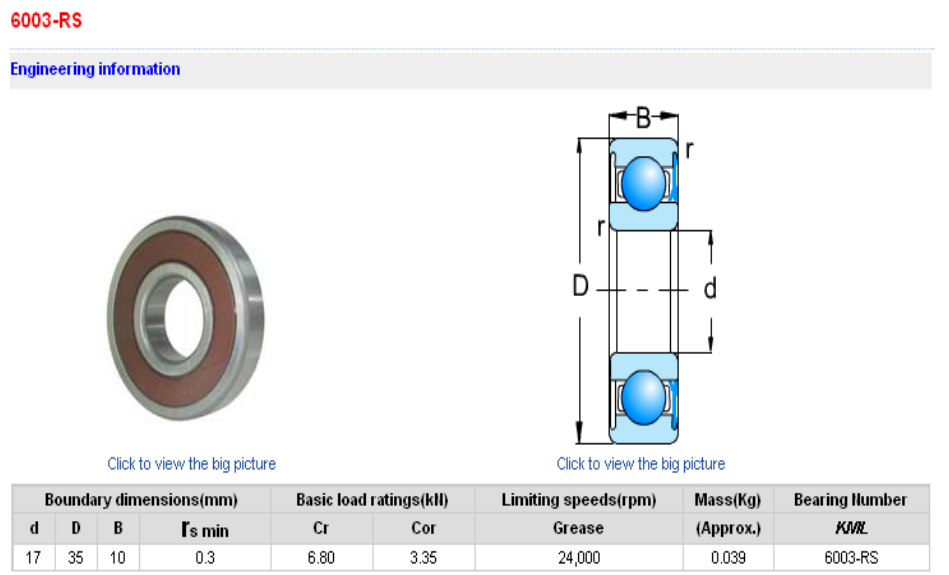


Fuente: Los autores

Selección del rodamiento

Ya que el diámetro de la varilla para el eje es de 17 mm, seleccionamos un rodamiento MKL 6003-RS que tuviera esta dimensión como diámetro interno, y tomando la dimensión del diámetro externo diseñamos el tubo para el rodillo que va en a mesa de la máquina.

Figura 37. Características del rodamiento



Fuente: KML

http://www.kmlbearing.net/products/bearings/deep_groove_ball_bearing.jsp?bearing_no=6003-RS&cat_id=01010203

5. CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se describe el proceso de fabricación de los componentes de la máquina al igual que su posterior ensamble. La construcción de la máquina se llevó a cabo en el taller de la carrera 21 # 13-29, aquí se dispone de máquinas herramientas básicas para la fabricación de las piezas.

Con el diseño ya establecido y corroborado se procede al proceso de construcción, donde se fabrican las piezas del prototipo de la máquina para su posterior ensamble. El objetivo es que dichos elementos sean elaborados con materiales y procesos disponibles en este taller, o en los que hay en la ciudad, de tal manera que sea factible la total supervisión por los autores del proyecto, además de garantizar un óptimo funcionamiento de la máquina después de su ensamble final. Para realizar diferentes operaciones básicas para la construcción de las piezas se utilizaron diversas máquinas con las que cuenta este taller, a continuación se muestran detalladamente algunas de ellas.

Figura 38. Torno convencional 2 metros



Fuente: Los autores

Torno paralelo convencional con las siguientes características:

- Distancia entre puntos: 2 metros
- Volteo: \varnothing 70 cm
- Husillo: \varnothing 1 5/8 “

Las principales actividades que se realizaron en este torno fueron cilindrado y refrentado, aquí se trabajaron piezas como la camisa del gato, el vástago, la platina, la base del gato y demás platinas de la estructura para darle las dimensiones deseadas, los bloques, ejes de gran tamaño entre otras.

Figura 39. Torno convencional 1 metro



Torno paralelo convencional con las siguientes características:

- Distancia entre puntos: 1 metros
- Volteo: \varnothing 3 cm
- Husillo: \varnothing 1 1/2“

Las principales actividades que se realizaron en este torno fueron cilindrado y refrentado, aquí se trabajaron piezas como los tubos y ejes para la mesa, se utilizó para acoplar la bomba al motor, los ejes de la transmisión delantera del sistema de desplazamiento, más que todo piezas pequeñas, ya que este torno

presenta facilidad de maniobrabilidad, lo que permite un mejor desempeño en cuanto a tiempo y calidad.

Figura 40. Taladro-fresador



Fuente: Los autores

Taladro fresador vertical, con avance rápido en la mesa, cambio de mandril a fresa para cambiar la utilidad de esta máquina herramienta, se le ha dado utilidad para hacer los huecos a la mayoría de las piezas que requerían este proceso, además de hacer los cuñeros para el motor y los acoples del sistema motor-bomba, fue una de las máquinas herramientas que más se utilizó en el proceso de fabricación de la máquina.

Figura 41. Equipo de soldadura de arco INFRA MI 2-300 CD



Fuente: Los autores

Este equipo fue muy útil en el proceso de la construcción del prototipo de la máquina, pues la mayoría de la estructura necesita unión soldada, la soldadura que se manejo para toda la estructura fue SOLTRODE 7018, tanto de 5/32 como de 1/8 de gruesa, eso dependía de la zona a la que se iba a aplicar la soldadura,

Figura 42. Pulidora de disco



Fuente: Los autores

Máquina herramienta que se utilizo para devastar y dar el acabado deseado a las piezas que requerían este proceso.

Figura 43. Equipo de oxiacetileno



Fuente: Los autores

Equipo de corte muy útil para cortar y devastar las piezas que presentaban bastante grosor en sus dimensiones.

Figura 44. Taladro de mano



Fuente: Los autores

Esta máquina herramienta se utilizó para realizar las perforaciones necesarias a partes de la estructura imposibles para el taladro-fresador, es una máquina herramienta muy versátil pero solo permite brocas de hasta 3/8", por el diámetro de su mandril.

Figura 45. Tronzadora



Fuente: Los autores

Máquina herramienta utilizada para hacer los cortes en serie, aquí se trabajaron más que todo los tubos y ejes para hacer los rodillos de la mesa, también se cortaron los ángulos para hacer la mesa, la base, entre otras, fue muy útil pues permite corte en varios grados, no solo verticalmente.

Otras herramientas más utilizadas fueron las que son convencionales en cualquier empresa, como: llaves, metro, reglas, destornilladores, alicates, brocas, machos, hombre solo, micrómetros, telescópicas y buriles entre otras.

5.1 ESTRUCTURA

El primer paso para comenzar la fabricación de la máquina es la estructura como tal, consideramos el espesor de la lámina en 1" (pulgada), según los cálculos que logramos en solidworks – simulationxpress, para el cálculo de falla en materiales, decidimos sobredimensionar el perfil en C, y adquirirlo en un espesor de una pulgada.

Figura 46. Estructura de la máquina



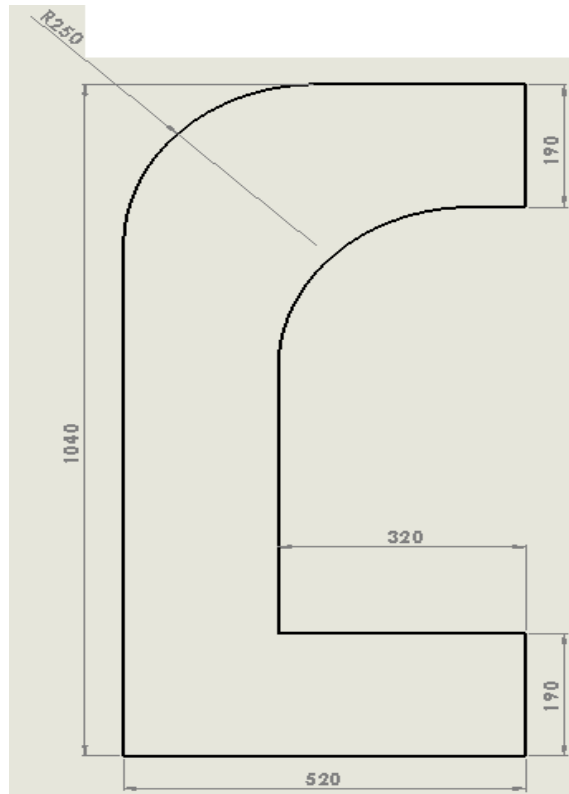
Fuente: Los autores

El perfil llegó a la empresa al siguiente día que se hizo la solicitud de corte en la Compañía General de Aceros, y se dio inicio a ensamblar la estructura, se cortaron los ángulos de 2 1/2" (pulgadas) y se armó la base de la estructura, donde se iba a apoyar toda la máquina como tal, después de soldarla y darle el acabado superficial, se adecuan los perfiles en C a esta base, se soldan y se le da el acabado deseado para la presentación total de la máquina.

5.1.1 Materia prima de la estructura

Lamina HR de 1" (pulgada).


Figura 47. Perfil en C



Fuente: Los autores

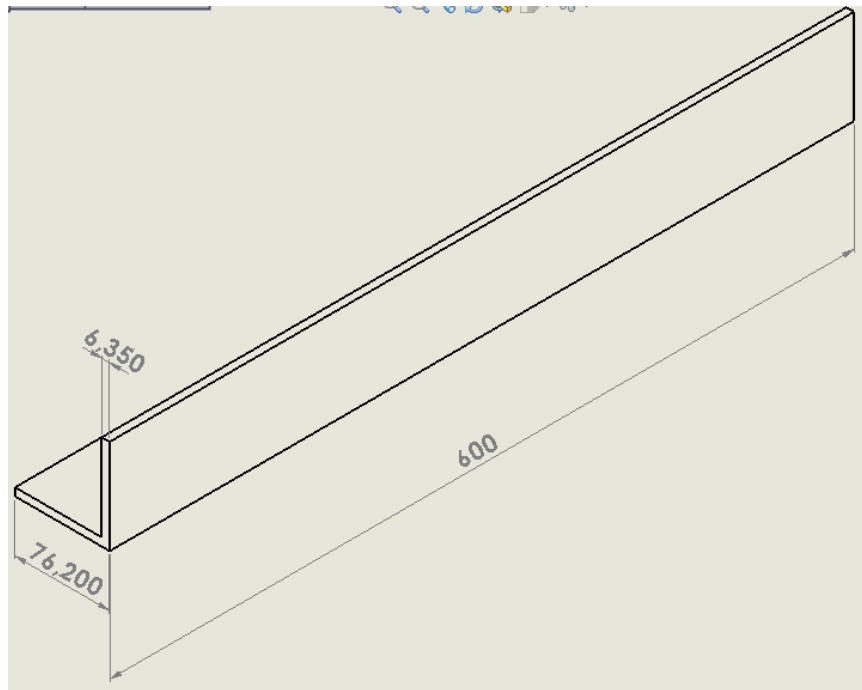
Para empezar con la construcción de la estructura se compró una lámina HR, y como primer paso se realiza el corte correspondiente de la misma para extraer los dos perfiles en C, y además las dos platinas frontales de la estructura, los cortes según el diseño se llevan a cabo en la misma empresa donde se adquiere el material, según la figura anterior.

Tabla 4. Características de la lámina HR.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Lámina HR 1"	720 X 1240 mm X 1"	Compañía General de aceros S.A. 	2 días	\$ 580.534

Fuente: Los autores

Figura 48. Ángulo de 3 pulgadas



Fuente: Los autores

Se compra una tramo de ángulo de 3", que se va a utilizar para la base de la estructura, se ha comprado el tramo completo por el motivo del precio al comprarlo por metro sale más costoso, que comprarlo completo.

Tabla 5. Características del ángulo de 3 pulgadas.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Angulo de 3"	76,2 X 6000 mm X ¼ "	STECKERL hierros y aceros. 	inmediato	\$ 117.000

Fuente: Los autores

5.2 CIZALLAS

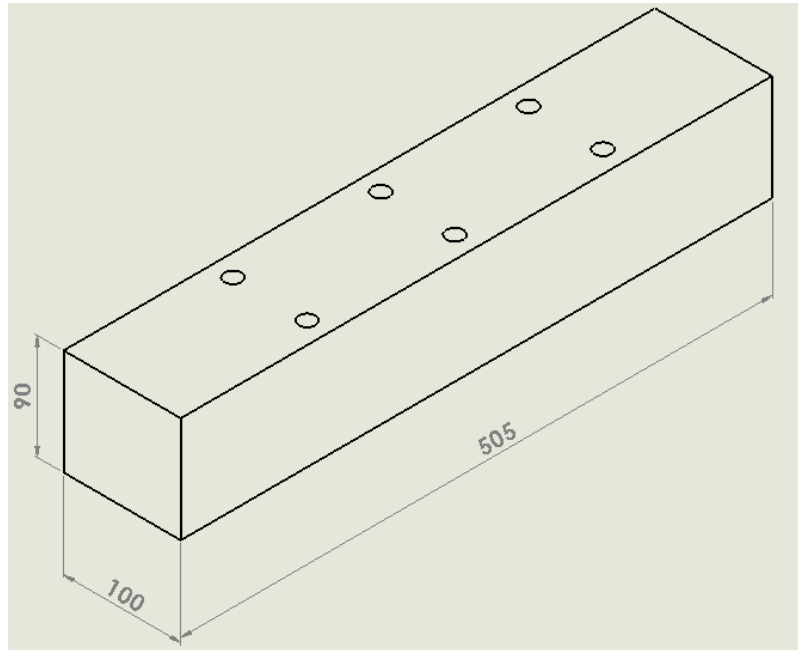
El proceso de fabricación de las dos cizallas tiene unos pequeños detalles importantes para el uso que se le van a dar, para esto se hizo la compra de dos bloques cuadrados de 60 cm de largo y 4“(pulgadas) de ancho y alto.

Las cuchillas son platina de ¼” (pulgada) de grueso por 4” (pulgadas) de altas, y 60 cm de largo, utilizamos la pulidora para desbastar uno de los perfiles de la platina y darle la forma de una cuchilla, luego perforamos cada una de las platinas, para poder anclar estas a los bloques, a unos ángulos que ya están anclados a estos bloques por medio de tornillos, el último proceso de las cuchillas es un templado en agua que se realiza aquí mismo en la empresa, que se hace con el fin de que la cuchilla tenga un poco mas de vida útil.

Para dar por terminado este proceso se ancla una de las cuchillas con el bloque a la estructura, precisamente la que va en la mesa, se suelda y se le da la medida exacta y precisa.

5.2.1 Materia prima de las cizallas


Figura 49. Bloque para el soporte y agarre de la cizalla



Fuente: Los autores

Se compraron dos bloques para el trabajo de la cizalla tanto superior como inferior, estos contienen la cizalla en la mitad como se muestra en la siguiente figura, y van sobre la base de la estructura.

Tabla 6. Características del bloque.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Acero AISI 1020	100 X 90 X 505 mm	Compañía General de aceros S.A. 	1 día	\$ 252.000

Fuente: Los autores

Figura 50. Cizalla inferior



Fuente: Los autores

Figura 51. Cizalla superior



Fuente: Los autores

5.3 MESA

Figura 52. Mesa

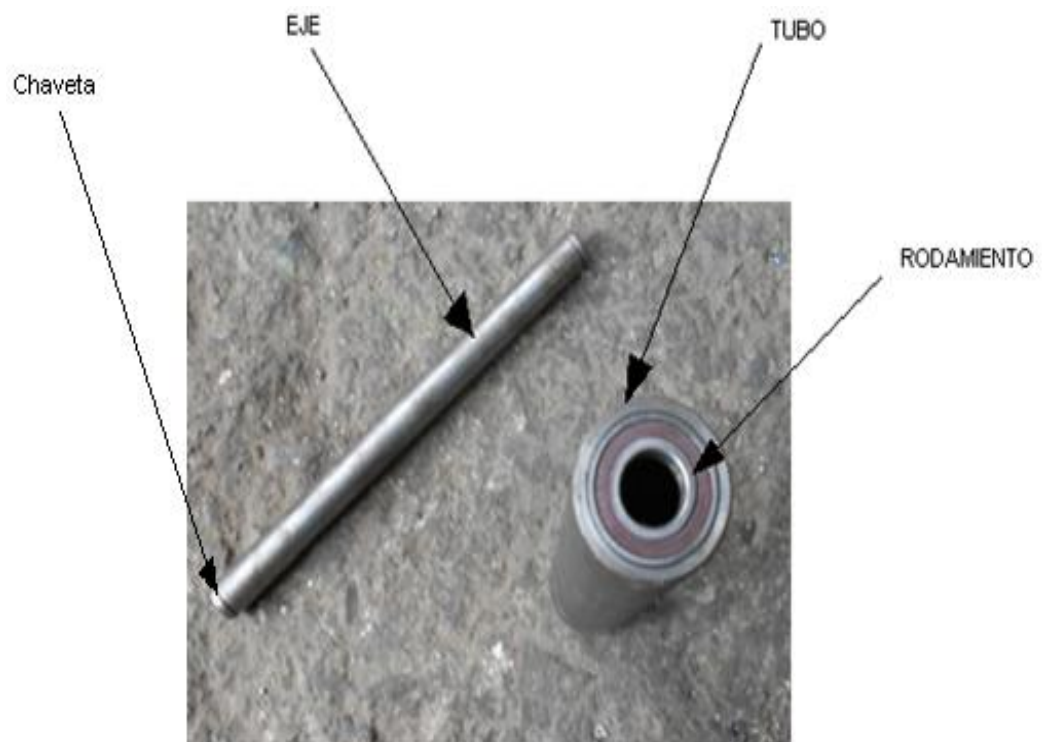


Fuente: Los autores

En la figura anterior se ve la disposición final de los 30 rodillos compuestos por los tubos, los rodamientos que van en sus extremos y dentro de estos por donde pasa el eje que se adapta a la mesa, al igual que los ángulos que conforman la estructura de la mesa, posteriormente esta se coloca sobre cuatro resortes que van anclados a la base de la estructura mediante cuatro varillas roscadas y ajustadas mediante tuercas para que esta baje un poco junto con el bloque mientras se está cortando.

La mesa es el lugar donde se montará el bloque de concreto para su respectivo corte. Para la fabricación de la mesa se compraron varios tipos de materiales que van a dar la funcionalidad completa de la mesa, entre ellos un tramo de 6 metros de tubo de 1 1/2" (pulgada) de diámetro exterior, los 60 rodamientos que van dentro de estos tubos, el ángulo de 2" (pulgadas), y la varilla de 17 milímetros, además de los resortes. El primer proceso que se realizó fue armar la base la mesa, se corto el ángulo por medio de la tronzadora, se perforan los huecos de 17 milímetros que van a servir de guía para la varilla y armar el sistema de tubos y rodamientos luego se suelda con soldadura revestida 7018 de 1/8" de gruesa, y después se le da el acabado, para comenzar a acoplar el resto de partes. Estos rodillos se hicieron para facilitar el desplazamiento del bloque. La mesa va apoyada sobre 4 resortes que van montados sobre la base de la estructura.

Figura 53. Partes del rodillo



Fuente: Los autores

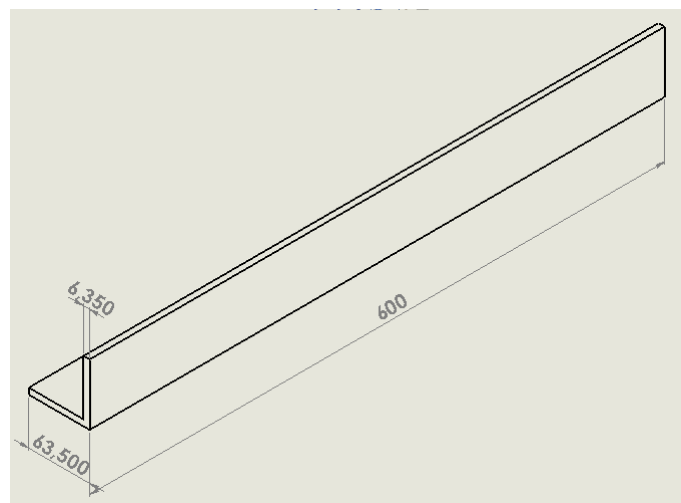
Los tubos, tuvieron que tener un proceso de mecanizado interno en el torno paralelo, para darle el ajuste de rodamiento, para que este quedara ajustado dentro del tubo y posteriormente poner el eje que se anclará a la mesa.

Las varillas para los ejes también se maquinaron en el torno, se les hizo una ranura en la cual se pondrá la chaveta para que estos se deslicen un poco y no se salgan de la mesa, para así limitar el desplazamiento de estos.

Se compraron las 60 chavetas, ya especificadas anteriormente, y se procede a armar la mesa como tal, después de esto el siguiente proceso importante es instalarla en la estructura, para esto es importante utilizar ángulo de 2 ½” (pulgadas), para anclar unas bases perforadas que van a hacer junta con unos ejes que van soldados a la mesa y donde van también los resortes que provocaran la amortiguación de la mesa, al instante del impacto de la cuchilla con el bloque y evitar que este se quiebre.

5.3.1 Materia prima de la mesa

Figura 54. Ángulo de 2 ½ “.



Fuente: Los autores

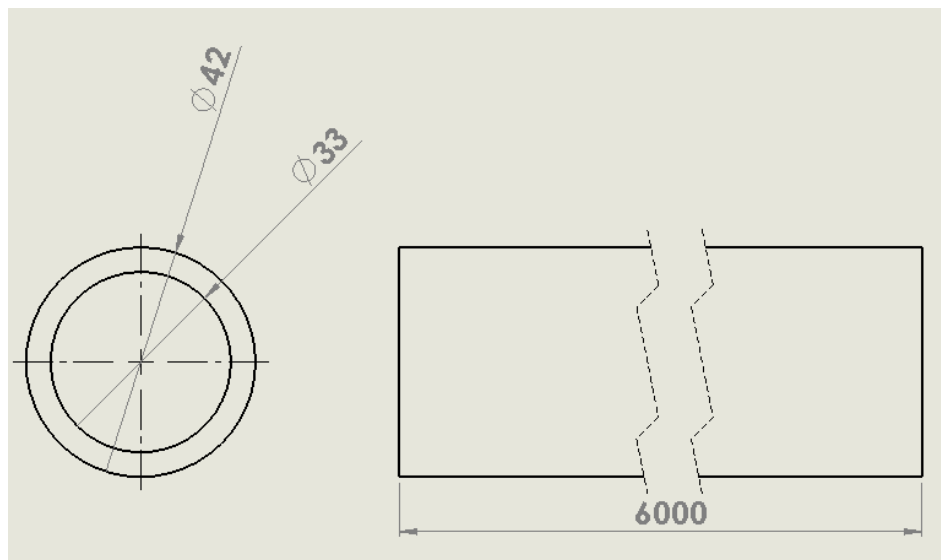
Se compra un tramo de ángulo de 2 ½ “, que se va a utilizar para la mesa, para ajustar las cizallas a los bloques superior e inferior, y acoplar el tanque a la estructura, el tramo fue más que suficiente, y sobro parte del material, pero al querer comprar la cantidad necesaria, era mucho más económico comprar el ángulo completo, pensando también en que se necesitara para algo más.

Tabla 7. Características del ángulo de 2 ½ “.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Angulo de 2 ½”	63,5 X 6000 mm X ¼ ”	STECKERL hierros y aceros. 	inmediato	\$ 99.000

Fuente: Los autores

Figura 55. Tubo de ½” calibre 40.



Fuente: Los autores

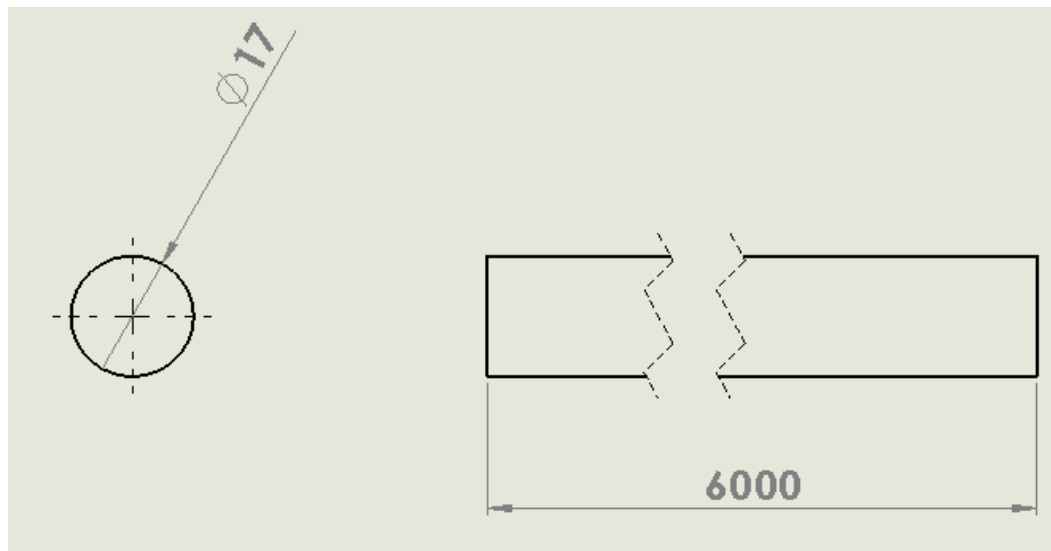
Se compró un tramo de tubo de 1 ½” calibre 40, que se va a utilizar para la mesa, la utilidad principal de estos tubos en la mesa será el de permitir el deslizamiento de los bloques, para que sea fácil subirlo y bajarlo de la máquina.

Tabla 8. Características de los tubos de la mesa.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Tubo de 1 ½” calibre 40	Ø42 ext. X Ø33 int. X 6000 mm	Sanitubo. 	inmediato	\$ 74.000

Fuente: Los autores


Figura 56. Varilla para el eje



Fuente: Los autores

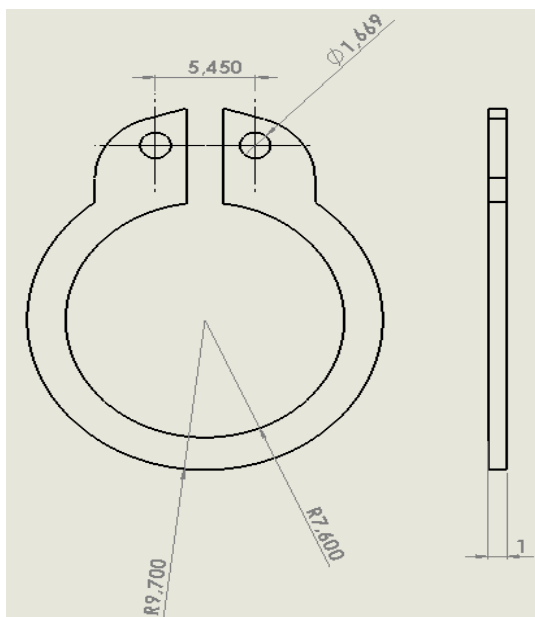
Se compra un tramo de 6 metros de varilla de 17 mm para armar los rodillos que van a ser el sistema de deslizamiento de la mesa para los bloques, cada pedazo que se utiliza es de 15 cm, se hacen los cortes necesarios para sacar los 30 ejes correspondientes.

Tabla 9. Características de los ejes de la mesa.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Eje 1020	Ø 17 mm x 6000 mm	STECKERL hierros y aceros. 	inmediato	\$ 54.000

Fuente: Los autores

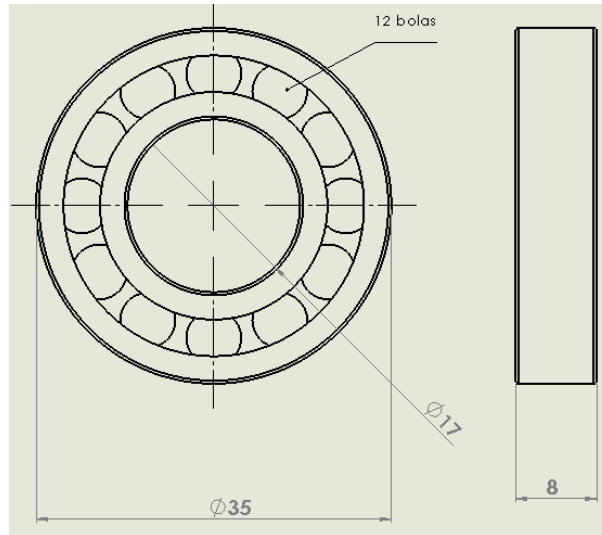
Figura 57. Chaveta



Fuente: Los autores

Se compraron 60 chavetas para ajustar los ejes a la mesa, y así evitar que éstos se salgan por el trabajo de los rodillos, éstas mantienen fijos los ejes, sin necesidad de quitarles su rotación.

Figura 58. Rodamientos



Fuente: Los autores

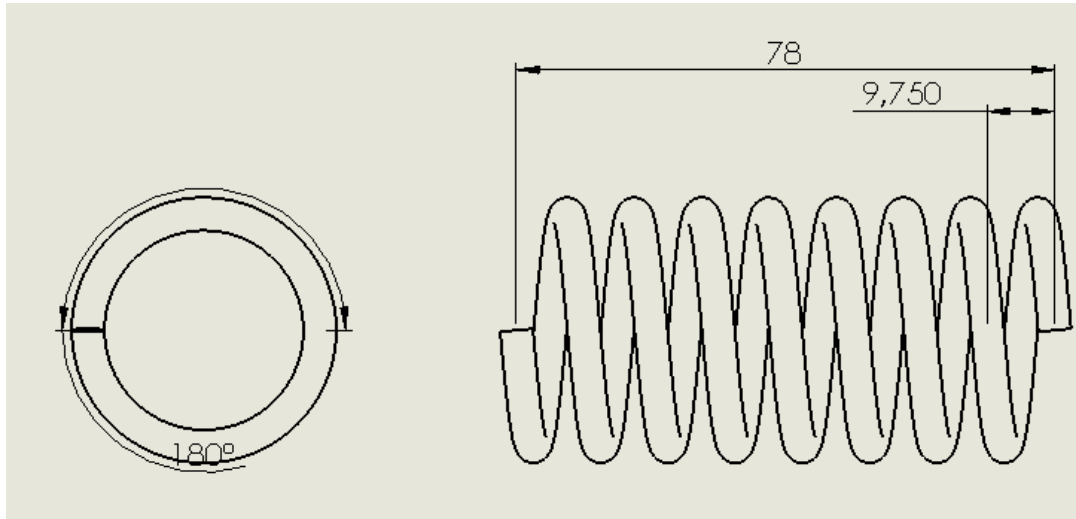
Se compraron 60 rodamientos de referencia 6003RS marca MKL, es una de las marcas más económicas de estos productos, pero nos generaban la garantía del trabajo que se va a realizar con los rodillos.

Tabla 10. Características de los rodamientos.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Rodamiento 6003RS	Ø 35 mm ext. X Ø 17 mm int. X 8mm ancho	Distribuciones E.H.N	inmediato	\$ 132.000

Fuente: Los autores

Figura 59. Resorte



Fuente: Los autores

Se compraron 4 resortes distribuidos de forma equidistante en la mesa, para amortiguar la presión de la cizalla sobre el bloque de concreto y la mesa, y así evitar que los bloques de concreto se partan con facilidad.

Tabla 11. Características del resorte.

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Acero AISI 1020	78 mm largo X 6,35 mm grueso.	-----	1 día	\$ 100.000

Fuente: Los autores

5.4 SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO

Para el desplazamiento de la máquina se compraron 2 llantas de 10“(pulgadas) de diámetro exterior para la parte delantera y una llanta de 8 pulgadas para la

tracción trasera de la estructura, las llantas están soportadas con un rin de aluminio. Las llantas se compraron en INDURUEDAS, tuvieron un valor de \$96.000, y cada una de ellas soporta más de 500 kg en una posición estática. Se decidió comprar estas llantas porque son ideales para el terreno que van a manejar que es un terreno destapado.

Figura 60. Llanta trasera



Fuente: Los autores

Figura. 61 Llanta delantera



Después de comprar las llantas delanteras se procedió a ponerles el eje para unirlos y luego se soldaron a una platina la cual se apernó a la base de la estructura.

Figura 62. Llantas delanteras.



Fuente: Los autores

A la llanta trasera de la máquina se le adaptó un manubrio, de tal forma que este tenga la dirección de la máquina y facilite su movimiento y transporte. También se le adaptaron unas platinas a la llanta trasera y una de estas se soldó al tanque el cual está unido a la base de la estructura mediante 6 tornillos.

Figura 63. Manubrio de la llanta trasera



Fuente: Los autores

5.5 TANQUE

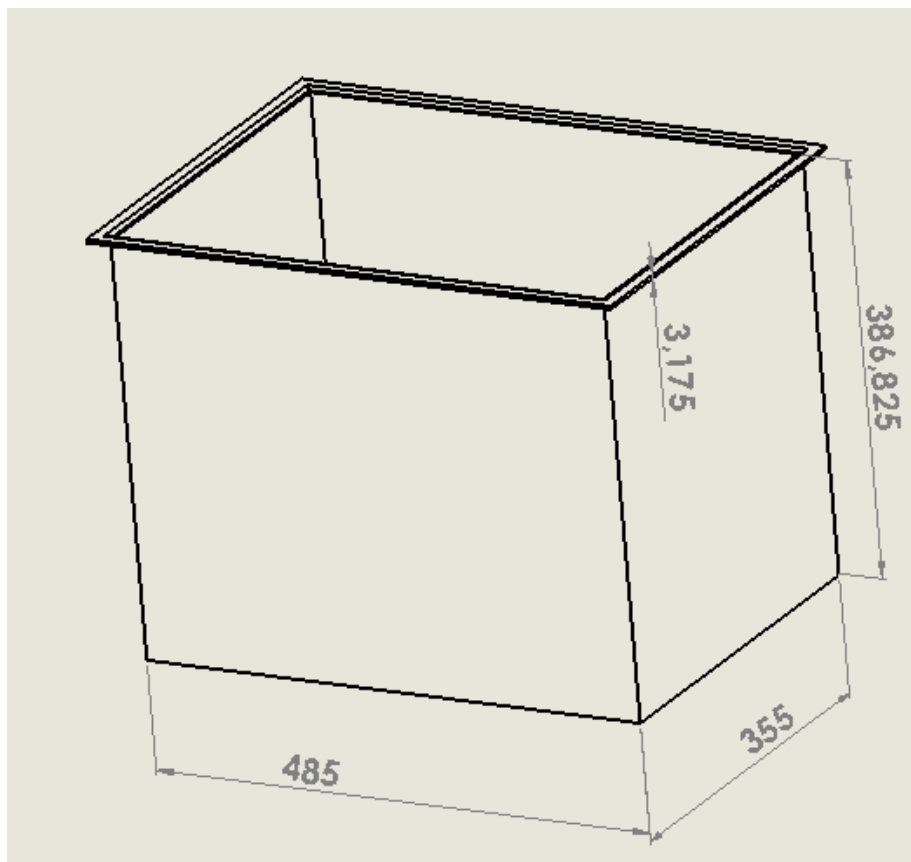
Para el depósito se compró una lamina de 1/8" ,en el mismo lugar donde se cortan y doblan láminas para que hagan entrega del tanque como tal, el tanque no lo entregan en 3 partes, la primera es la forma del tanque como tal, es decir un rectángulo de las medida de 355 X 485 mm, la segunda parte es la tapa de encima que viene un poco más grande que la medida original y con dobleces en cada punta, y la ultima parte es la tapa inferior, que vendría interior al tanque para luego se doblada, además de eso nos entregan un pedazo de lamina de 1/8" para colocar un bafle dentro del tanque.

Tabla 12. Características del tanque

MATERIAL	DIMENSIONES	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO
Lamina de 1/8" (tanque y tapas)	485 X 355 X 386 mm En lamina de 1/8"	Cortesander	1 día	\$ 85.000

Fuente: los autores

Figura 64. Dimensiones del tanque



Fuente: Los autores

Figura 65. Tanque Construido



Fuente: los autores

Después de la construcción de estas partes se procedió a pintar la máquina con una base de color verde, luego se pintó la base de la estructura, el perfil en C, el tanque, el manubrio de la llanta trasera, el eje de las llantas delanteras de color gris y el resto de las piezas se pintaron de amarillo, lo que es la mesa, la cizalla superior como inferior.

Luego se montaron el nivel y el tapón de llenado en el tanque al igual que el motor acoplado a la bomba, se conectaron las mangueras, se monto el tablero de control, la electroválvula, etc.

Para el montaje de los sensores inductivos de proximidad tipo cilíndrico se construyeron dos platinas, se perforaron y se soldaron al perfil en C de la estructura, tal como se muestra en la siguiente figura.

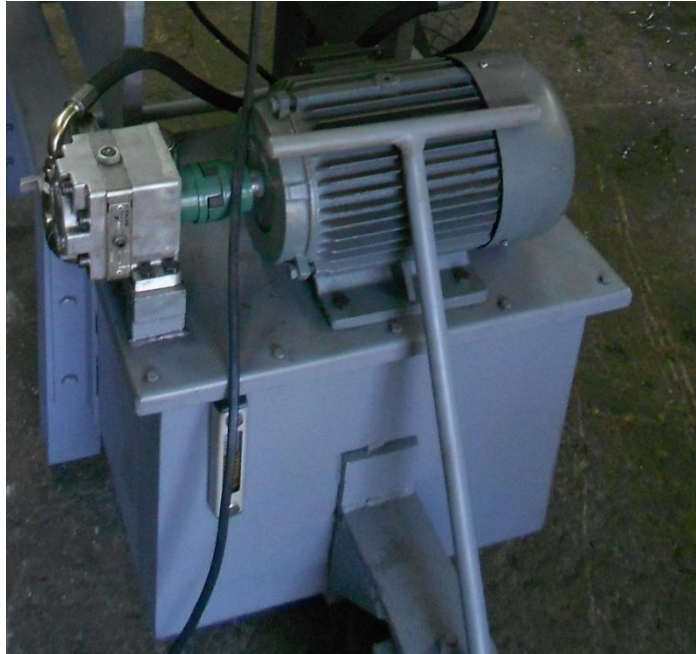
Figura 66. Montaje de los sensores



Fuente: Los autores

Los sensores se montaron de tal forma que la cizalla superior se desplace la distancia necesaria para seccionar el bloque de concreto, el sensor en la parte izquierda hace contacto con la platina cuando se desplaza la cizalla superior para cortar el bloque, cuando se aproxima activa el solenoide B de la electroválvula con el fin de que esta se regrese a su posición inicial, el sensor de la parte derecha al hacer contacto con la cizalla la detiene.

Figura 67. Montaje del motor y la bomba en el tanque



Fuente: Los autores

En esta imagen se muestra la disposición final del motor acoplada a la bomba los cuales están montados sobre el depósito.

Figura 68. Montaje de los pulsadores de control



Fuente: Los autores

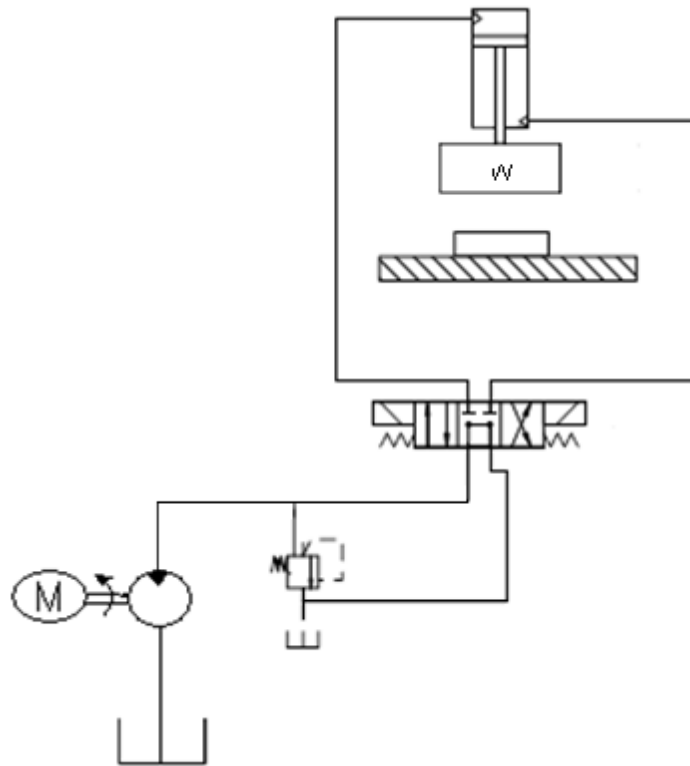
Figura 69. Montaje del tablero de control



Fuente: Los autores

En la figura anterior se muestra la instalación del tablero de control, en la parte trasera de la máquina, sostenido mediante cuatro tornillos a unas platinas soldadas en medio de los dos perfiles en C.

Figura 70. Diagrama hidráulico del sistema



Fuente: Los autores

5.6 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DEL SISTEMA HIDRÁULICO

$$W = 110 \text{ (lbf)}$$

$$Q_{\text{dirrecional}} = 0.332\sqrt{\Delta P}$$

$$\Phi_p = 4 \text{ (in)}$$

$$\Phi_v = 2 \text{ (in)}$$

$$A_p = \frac{\pi * \Phi_p^2}{4} = 12.56 \text{ [in}^2\text{]}$$

$$A_v = \frac{\pi * \Phi_v^2}{4} = 3.1416 \text{ [in}^2\text{]}$$

$$A_a = A_p - A_v = 9.42 \text{ [in}^2\text{]}$$

$$\beta = \frac{A_p}{A_a} = \frac{12.56}{9.42} = 1.33$$

$$Q_b = 6.5(\text{gpm}) = 6.5 * 3.785 = 24.6025 \left(\frac{\text{litros}}{\text{min}} \right)$$

Descenso

$$Q_s = \frac{Q_B}{\beta} = \frac{6.5}{1.33} = 4.88 \text{ (gpm)}$$

$$\Delta P_{\text{direccional} \uparrow @ 6.5} = \left(\frac{Q_b}{0.332} \right)^2 = \left(\frac{6.5}{0.332} \right)^2 = 383.31(\text{psi})$$

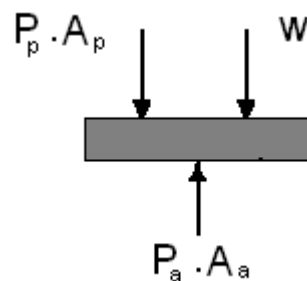
$$\Delta P_{\text{direccional} \downarrow @ 4.88} = \left(\frac{Q_2}{0.332} \right)^2 = \left(\frac{4.88}{0.332} \right)^2 = 216.05 \text{ (psi)}$$

$$P_B - \Delta P_{\text{direccional} \uparrow @ 6.5} - P_p = 0$$

$$P_a - \Delta P_{\text{direccional} \downarrow @ 4.88} = 0$$

$$P_a = \Delta P_{\text{direccional} \downarrow @ 4.88} = 216.05 \text{ (psi)}$$

DCL:



$$\Sigma F_y = P_a * A_a = P_p * A_p + w$$

$$P_p = \left(\frac{P_a * A_a - w}{A_p} \right) = 153.28 \text{ (psi)}$$

$$P_B = \Delta P_{\text{direccional} \uparrow @ 6.5} + P_p = 383.31 + 153.28 = 536.6 \text{ (psi)}$$

$$P_B = 536.6 \text{ (psi)}$$

Ascenso:

$$Q_s = Q_b * \beta = 6.5 * 1.33 = 8.645 \text{ (gpm)}$$

$$\Delta P_{\text{direccional}@6.5} = \left(\frac{Q_b}{0.332} \right)^2 = \left(\frac{6.5}{0.332} \right)^2 = 383.31 [\text{Psi}]$$

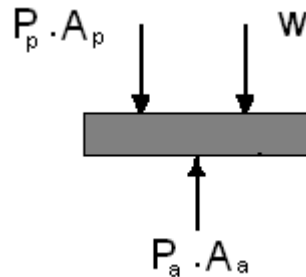
$$\Delta P_{\text{direccional}@8.645} = \left(\frac{Q_s}{0.332} \right)^2 = \left(\frac{8.645}{0.332} \right)^2 = 678.03 \text{ (psi)}$$

$$P_B - \Delta P_{\text{direccional}@6.5} - P_a = 0$$

$$P_p - \Delta P_{\text{direccional}@8.645} = 0$$

$$P_p = \Delta P_{\text{direccional}@8.645} = 678.03 \text{ (psi)}$$

DCL:



$$\Sigma F_y = P_a * A_a = P_p * A_p + w$$

$$P_a = \left(\frac{P_p * A_p + w}{A_a} \right) = 915.72 \text{ (psi)}$$

$$P_B = \Delta P_{\text{direccional}@6.5} + P_a = 383.31 + 915.72 = 1299 \text{ (psi)}$$

$$P_B = 1299 \text{ (psi)}$$

6. PRESUPUESTO

Tabla 13. Presupuesto detallado

Cant.	Nombre de pieza	Valor
24	Tornillos de ½" X 1 ½" rosca ordinaria con tuerca, grado 2	14.400
12	Tornillos de 3/8" X 1 ½" rosca ordinaria sin tuerca, grado 5	3.600
4	Tornillos de 3/8" X 1 ½" rosca ordinaria con tuerca, grado 5	1.800
18	Tornillos de 1/4" X ¾" rosca ordinaria sin tuerca, grado 5	2.700
4	Tornillos de 3/8" X 1" rosca ordinaria sin tuerca, grado 5	800
4	Tuercas de ¾" rosca ordinaria	2.000
4	Tuercas de 7/8" rosca ordinaria	2.400
3	Mangueras de 3/8" R2	160.000
1	Manguera de ½" R1	10.000
6	Racores de 3/8" a 7/8"	41.000
1	Válvula direccional centro Tándem HOF	680.000
1	Subplaca con válvula de alivio OLEOSTAR	330.000
2	Sensores inductivos de proximidad	135.000
1	Bomba de paletas RACINE BOSCH GROUP	630.000
1	Motor trifásico de 5,5 HP	850.000
1	Tapa de llenado	65.000
1	Nivel y termómetro de aceite	52.000
2	Llantas neumáticas de 15"	80.000
1	Llanta neumática de 10"	30.000
1	Acople en araña	42.000
2	Lamina HR 1" 720 X 1240 mm X 1"	1'161.068
1	Angulo de 2 ½" X ¼" x 6 metros	99.000
1	Angulo de 3" X ¼" x 6 metros	117.000
1	Tubo de 1 ½" x 6 metros calibre 40	74.000
1	Tanque y tapa en lamina de 1/8" - 485 X 355 X 386 mm	85.000
1	Eje de 17 mm x calibre 40 en acero 1020	54.000

Fuente: Los autores

Tabla 13. (Continuación).

60	Chaveta de Ø 19,4 mm ext. X Ø 15,2 mm int.	36.000
60	Rodamiento 6003RS Ø 35 mm ext. X Ø 17 mm int. X 8mm ancho	132.000
2	Bloques de acero AISI 1020 - 100 mm X 90 mm X 505 mm	252.000
4	Resortes de acero AISI 1020 - 78 mm largo X 6,35 mm grueso.	100.000
1	Taco de 32 A marca SIEMENS	105.000
2	Tacos de 15 A BKM	50.000
1	Temporizador LOVATO	70.000
2	Contactores SASSIN	58.000
1	Camisa de Ø4 ½" ext. X Ø 4" int. X 40 cm de largo. Acero 1020	175.000
1	Eje cromado de 2" X 50 cm de largo	125.000
4	Empaquetadura para gato hidráulico.	110.000
2	Ejes de 1 ½" x 50 cm. Acero 1020	35.000
2	Lamina HR 1" x 19 cm x 39 cm	110.000
1	Cableado para sistema eléctrico	30.000
1	Cajón para Contactores	45.000
2	Cuchillas de 50 cm X 10 cm x ¼".	70.000
5	Kilos de soldadura 7018	50.000
1	Disco de pulidora	5.000
5	Galones de aceite hidráulico industrial.	86.000
	Otros (gastos adicionales de material y herramientas)	400.000
	TOTAL	6'766.768

Fuente: Los autores

6.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA MÁQUINA

Para realizar este análisis es preciso cotizar los precios de todos los componentes que se utilizarán en la construcción de la máquina, esta cotización se realizó de la forma más precisa posible, en la tabla 13 se puede observar el costo de los materiales que implicaría la construcción de la máquina.

Al costo de los materiales de la máquina es necesario agregar el costo del diseño, como también el valor del transporte por parte de cada uno de los autores del proyecto, estimado por \$2.500.000, por lo tanto la construcción de la máquina tiene un costo total de: $6.766.768 + 2.500.00 = \$9.266.768$.

Para poder saber si es adsequible la construcción de la máquina se realiza un análisis en las ganancias que nos traerá la máquina ya construida, para esto es necesario conocer la producción de la máquina.

La producción ideal es como se mencionó en los objetivos de 2 bloques por minuto, pero para una producción diaria se deben tener en cuenta algunos factores que se muestran a continuación:

Por ejemplo el trabajador que manipula la máquina también necesita descansar después de realizar cada labor para el respectivo corte del bloque en la máquina de manera que no se agote y se vea reflejada una producción promedio, fuera de que tampoco se pueden amontonar tantos bloques para su respectivo corte.

Por lo tanto, el corte de bloques por día sería:

Tiempo promedio en subir un bloque a la máquina: 15 s

En este ítem se tiene en cuenta el tiempo que se sube el bloque a la máquina al igual que su respectiva acomodación, se estima un tiempo promedio ya que los

bloques no siempre están ubicados en el mismo sitio, debido a que estos se amontona en filas y columnas.

Tiempo de corte: 2 s

Tiempo promedio de bajada del bloque: 25 s

Tiempo de desplazamiento de la maquina: 10 s

Por lo tanto para una producción considerable de bloques de concreto se cortaría un bloque de concreto por minuto, y en una hora serían 60 bloques, pero después el operario descansaría 10 minutos por cada hora de trabajo, entonces en un día serían 360 bloques.

$$1 \frac{\text{bloque}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{(7 \text{ horas trabajo} - 1 \text{ hora de descanso})}{1 \text{ dia}} = 360 \frac{\text{bloques}}{\text{dia}}$$

Costo del bloque de concreto completo: \$ 5000

Costo del bloque de concreto abujardado: \$ 2900

Entonces la ganancia por corte de un bloque sería de \$800.

$$\frac{\text{ganancia}(\$)}{\text{bloque}} = 800$$

$$\frac{\text{ganancia}(\$)}{\text{dia}} = \frac{\text{ganancia}(\$)}{\text{bloque}} * \frac{\text{bloques}}{\text{dia}} = 800 \frac{(\$)}{\text{bloque}} * 360 \frac{\text{bloques}}{\text{dia}}$$

$$\frac{\text{ganancia}(\$)}{\text{dia}} = 288.000$$

Por lo tanto en 60 días serían \$17.280.000 los cuáles son suficientes para recuperar la inversión de la máquina al igual que su respectivo mantenimiento durante este tiempo.

7. PRUEBAS Y RESULTADOS

El objetivo de la prueba es comprobar la producción de la máquina, es decir el número de bloques que se cortan por minuto, al igual que su buen funcionamiento, y una buena calidad en el bloque abujardado sin que este se rompa.

En la siguiente imagen se ilustra el bloque h15 el cual se va a cortar.

Figura 71. Bloque de concreto h15 para abujardar



Fuente: Los autores

Las dimensiones del bloque h15 son: 19x39x28 cm

Para realizar las pruebas se acomodaron los sensores de proximidad de tal manera que la herramienta de corte recorriera la distancia necesaria para cortar el bloque de concreto, al igual que se acomodó una regla que es la encargada de darle un tope al bloque para que este quede centrado con respecto a las cizallas.

Figura 72. Montaje del bloque h15 para su respectivo corte



Fuente: Los autores

En la imagen anterior se observa el montaje del bloque de concreto sobre la mesa de la máquina para su respectivo corte.

Figura 73. Bloque de concreto h15 después del corte



Fuente: Los autores

Tabla 14. Resultados de la prueba de corte de la máquina

Número de prueba	Tiempo total de corte (S)	Presión (Psi)
1	18.71	510
2	21.07	480
3	23.5	580
4	20.05	600
5	20.12	520
6	19.35	535
7	18.5	540
Promedio	20.18	537.85

Fuente Los autores

En la tabla anterior se muestra los resultados de la prueba de la máquina al cortar los bloques de concreto, en la que se aprecia el tiempo total del ciclo de corte del bloque, el cuál comprende el período de tiempo desde el momento en que se acciona la máquina, se sube el bloque a la mesa, se procede a su respectivo corte y luego se baja. También se observa el valor de la presión necesaria para el corte del bloque mediante un manómetro que está conectado a la válvula de alivio.

Como se logra apreciar en los resultados de la tabla se cumplió con el objetivo de cortar 2 bloques de concreto por minuto.

7.1 PRUEBA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE H15.

Figura 74. Máquina de ensayos a compresión del laboratorio de civil



Fuente: Los autores

Los resultados obtenidos e ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Prueba del ensayo de compresión del bloque h15

No. Prueba	Resistencia última (kg-f)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kgf/cm ²)
1	23000	546	42.12
2	14500	546	26.55
3	19000	546	34.8
4	20500	546	37.55
5	19500	546	35.71

Fuente: Los autores

Por lo tanto se logra apreciar que el esfuerzo a compresión del bloque de concreto h15 es de 35.34 kgf/cm².

CONCLUSIONES

Con esta máquina se logra un enorme beneficio en la construcción de fachadas de empresas, centros de atención inmediata (CAI), e incluso de algunas viviendas ya que se entregan los bloques con un acabado rústico que sólo se unen para dar forma al frente de las fachadas.

Se logró construir el prototipo de la máquina con los procesos, materiales y dimensiones contenidos en este documento.

Se construyó una máquina abujardadora cumpliendo en gran medida con los parámetros que se dieron tanto en la fase de diseño como de construcción, otros parámetros fueron modificados con el fin de mejorar el desempeño de la máquina, facilidad de adquisición de componentes o materiales, al igual que reducir los costos por adquisición y posterior operación.

El diseño asistido por computador es una poderosa herramienta que facilita la labor del diseñador cuando se es necesario modelar sistemas que actúan bajo una carga o incluso en la determinación de dimensiones precisas en los elementos constitutivos de la máquina. Sin embargo el diseñador debe saber interpretar los resultados que nos aporta este software para no cometer errores durante el modelado de un sistema.

La experiencia adquirida durante el proceso de diseño y construcción de esta máquina fue muy valiosa para nosotros, ya que nos vimos enfrentados a diversas situaciones en las que la toma de decisiones fue fundamental para el desarrollo de este proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda operar el prototipo de la máquina siguiendo el manual de operación y mantenimiento (Anexo A) para no sobrepasar las condiciones de trabajo y hacer un buen uso de la misma.
- Estar a una distancia no muy cercana de la cizallas cuando se accionen los pulsadores de la máquina.
- Es importante enunciar que la eficiencia del equipo depende directamente del mantenimiento de este, y de su cuidado por parte de los usuarios.
- En el momento de accionar la máquina el operario debe contar con medidas de seguridad tales como guantes y gafas de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- **BLACKBURN, John F. MIT and John Wiley & Sons.** Fluid Power Control. New York and London, 1994.
- **BOLTON, William.** Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica. México: Alfaomega, 2006.p. 22-33.
- **FÉLIX ORUS ASSO.** Materiales de construcción. Madrid: Dossat S.A., 1981. p. 302-320.
- **GROOVER, Mikel P.** Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, Procesos y Sistemas. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1997.1062p.
- **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS.** Normas Colombianas para la Presentación de Trabajos de Investigación. Sexta Actualización. Bogotá: ICONTEC 2008. NTC 1486.
- **MOTT, Robert L.** Diseño de elementos de máquinas. 4 ed. México: Pearson Educación, 2006.
- **NORTON, Robert L.** Diseño de máquinas. Pearson Educación, 1999. 1066p.
- **SHIGLEY, Joseph Edward y MITCHELL, Larry D.** Diseño en Ingeniería Mecánica. 3 ed. México: McGraw-Hill, 1985. 915 p.
- **VICKERS,** Manual de Oleohidráulica Industrial, 1999.

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN



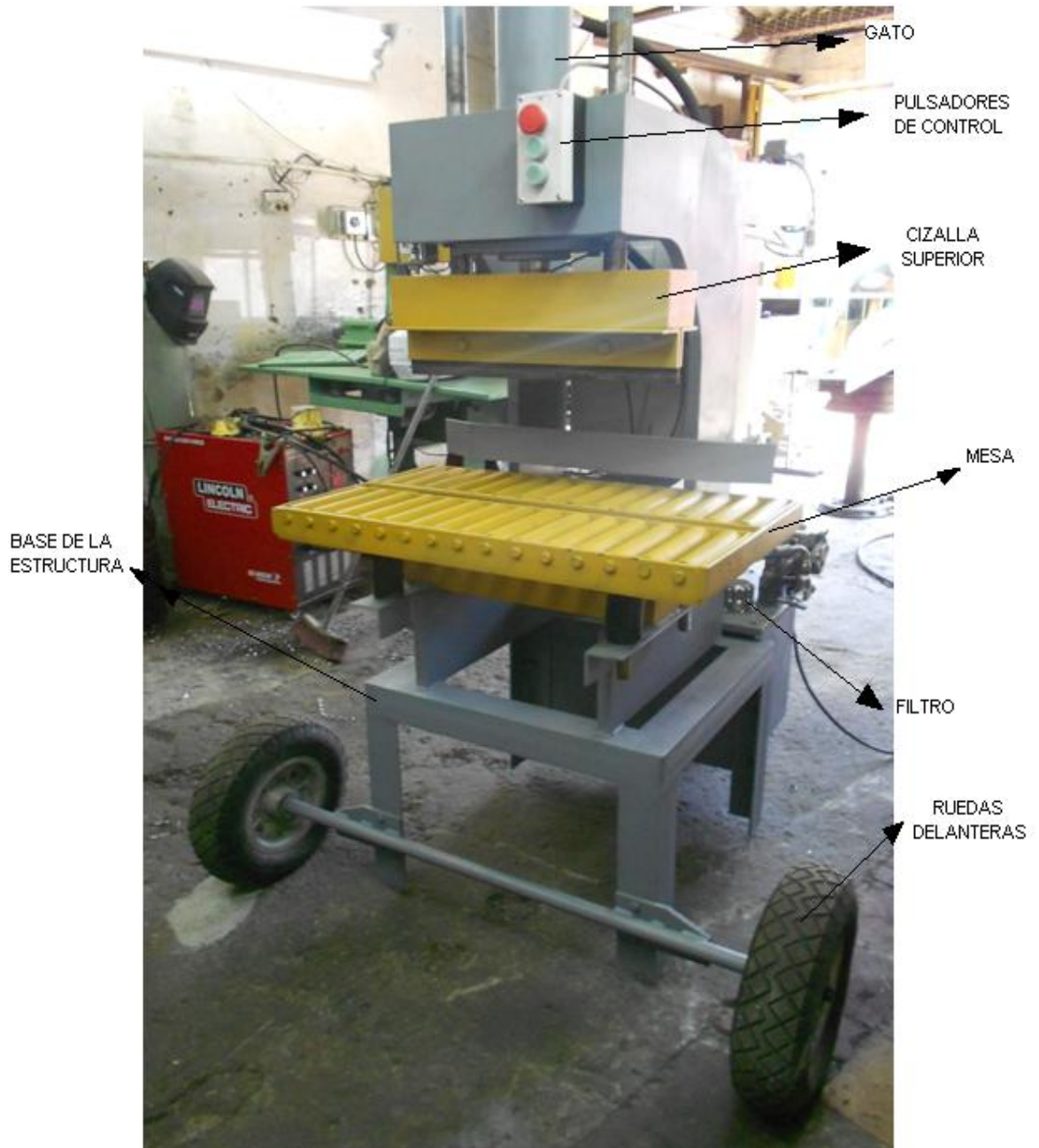
CONTENIDO

- Partes del prototipo de la máquina.

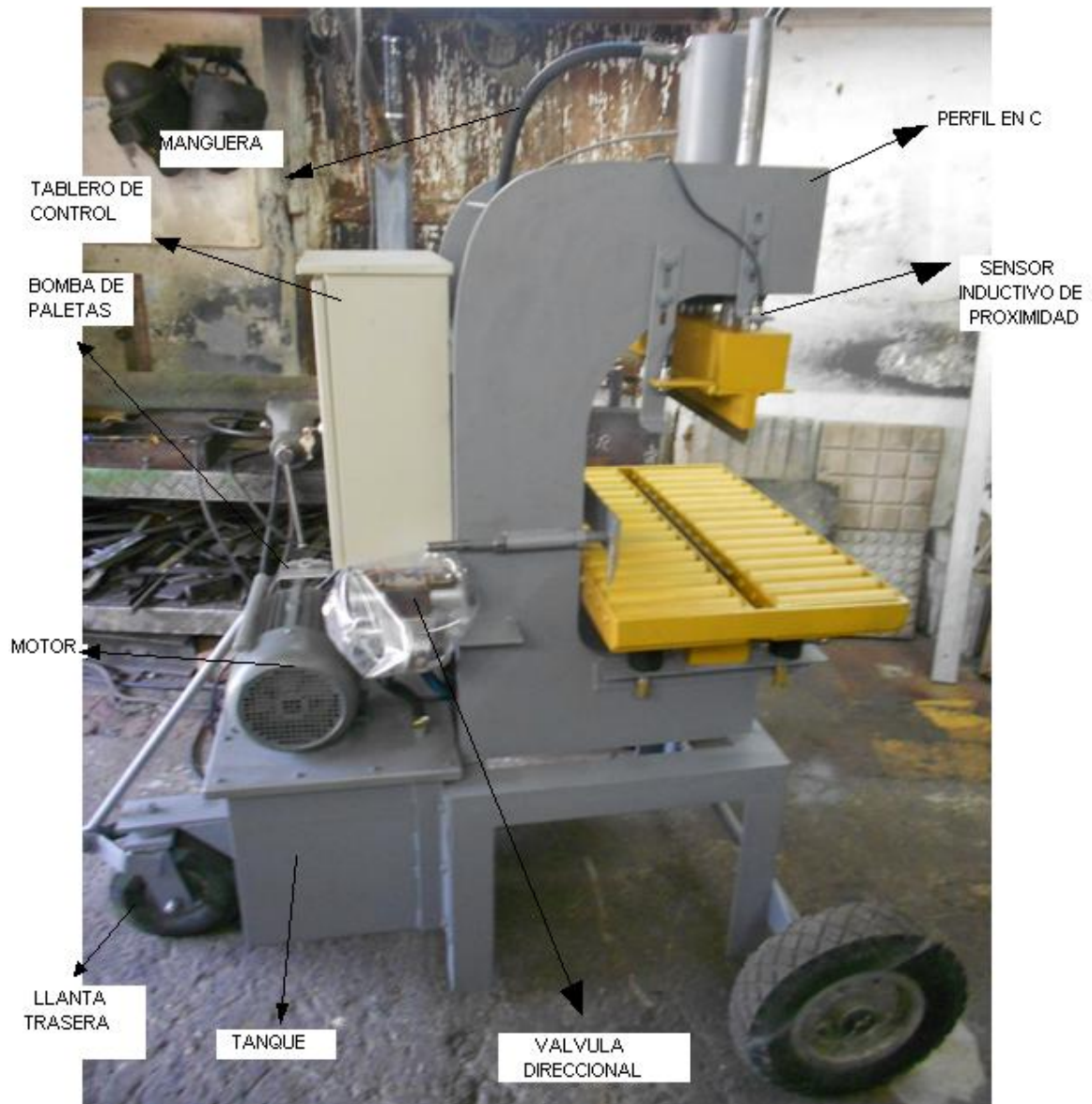
En este ítem se hace una muestra gráfica de la máquina abujardadora de bloques de concreto ya finalizada, en donde se puede apreciar la mayor parte de los elementos de la misma.

- Precauciones y chequeos antes de poner en marcha el sistema.
- Puesta en marcha.
- Mantenimiento general del prototipo.
- Herramientas a usar para el mantenimiento del prototipo.

PARTES DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA ABUJARDADORA DE BLOQUES DE CONCRETO VISTA FRONTAL



PARTES DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA ABUJARDADORA DE BLOQUES DE CONCRETO VISTA LATERAL



PRECAUCIONES Y CHEQUEO ANTES DE PONER EN MARCHA EL SISTEMA

Es muy importante que antes de poner en marcha el equipo se realice la lectura del manual de operación y mantenimiento de la máquina, si inspeccionamos con atención cada uno de los componentes y si se tienen en cuenta las recomendaciones de mantenimiento, el prototipo de la máquina no presentará ningún problema.

Antes de poner en funcionamiento la máquina tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En el depósito de aceite

Hacer un prellenado con aceite al tanque, garantizando que el tanque de almacenamiento se llene; además verificar el nivel de aceite constantemente, con esto logramos que el sistema hidráulico funcione correctamente.

- La bomba hidráulica

Esperar cierto tiempo para que el aceite circule por toda la tubería, esto se hace para lograr el perfecto arranque y buen funcionamiento de la bomba al igual que del sistema completo.

- Mangueras

Verificar que éstas se encuentren bien sujetadas para evitar una fuga de aceite.

PUESTA EN MARCHA

Si ya se verificaron las recomendaciones anteriormente mencionadas, ahora ya puede poner en marcha el sistema, de lo contrario deténgase y léalos.

El procedimiento para poner en marcha el sistema es muy sencillo:



Ubíquese en la parte frontal de la máquina y localice los pulsadores de la imagen anterior. Oprima el botón verde que se encuentra en el centro para poner en marcha el motor, luego oprima el otro pulsador verde inferior para que se desplace la cizalla superior para el respectivo corte del bloque, repita los pasos anteriores dependiendo de el número de bloques que quiera seccionar, al finalizar oprima el botón rojo para apagar la máquina .

Nota: Por si algún motivo la máquina no presenta un óptimo funcionamiento el pulsador rojo funciona como un pulsador de emergencia también, oprímalo, revise e inspeccione la causa del mal funcionamiento de la misma o verifique las recomendaciones anteriores en precauciones y chequeo.

MANTENIMIENTO GENERAL DEL PROTOTIPO

El objetivo principal de darle un buen mantenimiento al equipo es lograr que sea eficaz y que no presente fallas, asegurándose así que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

Existen áreas críticas en la realización del mantenimiento, que tiene que ver con la prevención de fallas; para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Inspección
- Limpieza
- Ajuste
- Lubricación

Inspección

Es muy importante realizar una inspección y chequeo antes de poner en marcha el prototipo de la máquina. Esto se hace con el fin de encontrar piezas dañadas, en mal estado o con alguna imperfección.

Se deben realizar los pasos de chequeo dados al inicio de este manual para detectar fugas de aceite, verificar el nivel de aceite en el tanque. Es oportuno revisar además el estado de las mangueras de entrada y salida del aceite, puntos de acople, tuberías, codos, el tanque de almacenamiento para detectar algún tipo de fuga de aceite hidráulico.

Si durante la inspección del prototipo de la máquina se encuentran piezas o elementos en mal estado como racores, acoples, mangueras, etc. Repárelos o en su defecto replácelos; esto podría prevenir un daño mayor en el sistema.

El tipo de mantenimiento que se aplica en este manual es principalmente preventivo, el cual permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas en el sistema, aumentar la vida útil del equipo, disminuir los costos de reparación, detectar puntos débiles en la instalación, etc.

Limpieza

Solamente la planificación y la realización del mantenimiento como rutina constante se pueden evitar muchos problemas en los equipos hidráulicos.

Cuando los contaminantes entran en el sistema:

- Reducen su eficiencia: Los contaminantes son difíciles de ser detectados, estos afectan significativamente su eficiencia.
- Aceleran el desgaste de los componentes: La mayor parte de las averías de las bombas son debidas a la contaminación. Es importante mantener limpios los componentes del sistema y libres de aceite. Se recomienda que después de cada uso, se realice su respectiva limpieza y se cubra con el forro anti polvo.

Siempre que este prototipo entre en mantenimiento ya sea para cambiar un filtro o reparar un componente, los contaminantes pueden entrar en él. Para evitar esta contaminación y evitar que afecte el rendimiento del prototipo, siempre se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Abrir el sistema y desmontar los componentes con gran cuidado.
- Mantener las mangueras bien aseguradas y sujetadas.

- Cuando se desmonten acoples, codos y tuberías tratar en lo posible de que no sean contaminados. Para mayor garantía se recomienda lavarlos con gasolina cada vez que se desmonten.
- Conservar los repuestos en su envase original hasta el momento de su instalación.

Para evitar daños en el interior del sistema, como por ejemplo en la bomba hidráulica, se recomienda realizar el cambio de filtro. Su procedimiento se explica en el siguiente ítem de este manual.

Ajuste

Es indispensable revisar todos los tornillos de la estructura que puedan aflojarse debido a la alta vibración que produce el motor y la bomba, de ser necesario haga un apriete severo. Todas las tuercas de los tornillos de la estructura son de seguridad para evitar estos desajustes.

También tenga en cuenta inspeccionar y asegurar todos los acoples, codos y tuberías que hacen parte del sistema.

Lubricación

Los componentes hidráulicos no necesitan ser lubricados, ya que ellos lo hacen mediante el aceite hidráulico que los inunda. De todas maneras es muy importante destacar que la bomba necesite estar llena de aceite en su interior antes de ser encendida; esta es una precaución que se encuentra al principio del manual.

PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN, MANTENIMIENTO Y/O CAMBIO DE ALGUNOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO DE LA MÁQUINA

Filtro

El filtro tiene la misión de proporcionar un filtrado continuo del fluido hidráulico al para retener las partículas metálicas que van apareciendo de la continua fricción entre sí de las piezas del prototipo de la máquina, los cuáles causarán un rápido desgaste, averías en los componentes y una eventual falla.

El filtro requiere de un mantenimiento continuo, que implique también su sustitución cada cierto tiempo, para obtener un óptimo rendimiento de la máquina. Sin embargo, es muy difícil predecir con exactitud el momento de la sustitución de este elemento, ya que depende del tiempo de uso que se le dé al prototipo de la máquina.

Por lo tanto se recomienda realizar una supervisión mensual a cada filtro al igual que su respectiva limpieza.

Consejos prácticos durante los cambios del filtro

Los contaminantes también pueden entrar en el sistema hidráulico del equipo durante los cambios de filtro. La calidad del aceite filtrado en este prototipo puede llegar a ser tan bajo, si el cambio de filtro no se realiza correctamente. A continuación le damos algunos consejos para controlar la contaminación durante los cambios del filtro.

- Cambie el filtro regularmente y con cuidado. El filtro debe cambiarse normalmente al menos cada 500 horas de uso.

- Como los filtros usados poseen contaminantes, es importante quitarlos con cuidado para que los contaminantes no entren en el sistema del equipo.
- Tener un buen control de la contaminación durante el mantenimiento general del equipo.
- Utilizar siempre el filtro adecuado. Si se utiliza un filtro inadecuado puede poner en peligro el rendimiento del equipo. La utilización de filtros que no cumplen las especificaciones requeridas puede causar la contaminación del equipo y una mala eficiencia en el filtrado del aceite usado. Para evitar estos problemas, se recomienda utilizar los filtros que cumplen todas las especificaciones del fabricante.

Depósito de aceite

El tanque hidráulico está ubicado en la parte trasera de la máquina, soldado y apernado a la base de la estructura, posee un tapón de llenado con filtro de aire incorporado, este sirve de almacenamiento para el aceite requerido por el sistema. Además también disipa el calor generado del sistema.

El tanque hidráulico debe drenarse y limpiarse después de 1500 horas de operación o cada año, lo que ocurra primero. Esto ayudará a mantener el sistema limpio y en las condiciones adecuadas.

Consejos prácticos durante el mantenimiento del depósito.

- Apague la máquina y utilice las herramientas adecuadas para destapar el tanque.

- Retire el motor al igual que la bomba hidráulica de la tapa del tanque.
- Retire el tapón de llenado con filtro de aire incorporado.
- Retire los tornillos de la tapa del tanque, y proceda a retirarla.
- Coloque un contenedor de drenaje de tamaño adecuado debajo del tanque hidráulico.
- Drene el aceite hidráulico del tanque.
- Después de drenar el tanque, lave el interior del tanque hidráulico con un solvente para limpieza y límpielo utilizando telas sin hilachas; no utilice toallas de papel y retire todas las partículas del tanque.
- Limpie el respirador-llenador con un solvente y seque con aire.
- Vuelva a llenar el depósito con un fluido hidráulico nuevo y limpio.
- Proceda a poner la tapa del tanque.
- Monte adecuadamente el motor y la bomba con el fin de que queden bien acoplados.
- Arranque la máquina y revise si hay fugas.

HERRAMIENTAS A USAR PARA EL MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO

A continuación se muestra una lista de las herramientas usadas para el ensamblaje de la máquina, las cuáles deben usarse para su respectivo mantenimiento:

- Llave fija y estrella de 9/16”.
- Llave fija y estrella de 7/16”.
- Llave fija y estrella de 3/4”.
- Llave fija y estrella de 15/16”.
- Llave fija y estrella de 7/8”.
- Llave fija y estrella de 1/2”.
- Llave fija y estrella de 1”.
- Llave fija y estrella de 1 1/8”.
- Chavetera para abrir ojos.
- Destornillador de pala.
- Destornillador de estría.
- Probador de corriente.
- Llave expansiva.
- Pulidora.
- Llave de tubo.
- Balde para aceite en caso de daño empaquetadura actuador.
- Martillo.
- Llave brístol de 1/4”
- Llave de copas
- Hombre solo
- Destornilladores de pala y estrella.

ANEXO B. PROPIEDADES DEL ACERO

ACERO SAE 1020

DIN	CK - 20
UNI	C - 20
AFNOR	XC - 20
SAE	1020

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

Acero al carbono que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales o de maquinaria de mediana resistencia con una gran tenacidad. Es fácilmente soldable con soplete ó al arco.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18 0.28	0.3 0.6	0.04	0.05	0.15 0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS

Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Límite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	243	30	55	150
Recocido	441 - 538	294	35	60	130 / 150
Calibrado	538 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRÍAMIENTO
Forja	850 - 1150	Arena seca
Normalizado	880 - 920	Aire
Recocido	660 - 720	Horno
Cementación	900 - 930	Horno/agua
Temple capa cementada	850 - 900	Agua
Revenido capa cementada	180 - 240	Aire

APLICACIONES

Se usa principalmente para partes de maquinaria que no estén sometidas a grandes esfuerzos mecánicos como ejes, eslabones para cadenas, pasadores, bujes cementados, tornillería corriente, bridas, piñones para transmisión de cadena o bajo esfuerzo, clavos para ferrocarril, grespas, etc.



ANEXO C. PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL

Aplicaciones		ASTM	C	Mn	Si	COMPOSICION QUIMICA		Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	PROPIEDADES MECANICAS	
						S máx	P máx			Alargamiento % 200mm	50mm
Estructuras en General		A-36	0.29 máx	0.8-1.2	0.2	0.05	0.05	41-58kg/mm ²	23-25kg/mm ²	20	23
Tanques almacenamiento		A-283 Gr-C	0.18 máx	0.5 - 0.9	0.3	0.03	0.03	38-46 kg/mm ²	21kg/mm ²	20	23
Construcción naval en general		A-131 Gr-A	0.26	0.7-1.35	0.35	0.04	0.04	41-50 kg/mm ²	23kg/mm ²	21	24
Recipientes a presión para servicios a temperatura intermedias y altas.		A-516 Gr-70	0.28 máx *	0.85 - 1.2 máx	0.15 - 0.40	0.035	0.035	49-63 kg/mm ²	28.5kg/mm ²	17	21
Lamina de alto límite elástico (Mandir A-890)		A-514 Gr-D	0.20-0.24	1.80 máx	0.5	Cr / Ni	Mo / Cu	78-96 kg/mm ²	71kg/mm ²	14	
						1.5 / 1.35	0.6 / 0.5				
A-572		A-572 Gr-50	0.23 máx	1.35 máx	0.4 máx	0.05	0.04	49 kg/mm ²	35kg/mm ²	18	21

* Para espesores hasta 2 pulgadas.



Cia. General de Aceros S.A.

50 años

Láminas y planchas **HOT ROLLED**

Acero ESTRUCTURAL

DESIGNACION

COMPOSICION QUIMICA

PROPIEDADES MECANICAS

ANEXO D. TABLA DE PROPIEDADES DEL ACERO A-36



STECKERL HIERROS Y ACEROS



Su Centro del Hierro y el Acero

Tabla 1.0. Calidades de aceros planos más comerciales en Colombia.

CALIDADES MAS COMUNES		COMPOSICIÓN QUÍMICA										PROPIEDADES MECÁNICAS			APLICACIONES MAS FRECUENTES			
		L	C	MN	P	S	SI	CU	Ni	Cr	V	LÍMITE ELÁSTICO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	% ALARGA				
ASTM	DIN		(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)	(x 100)							
A - 36	ST 33 - 1.2	MIN		80									23Kg/mm2	41Kg/mm2	400MPa	20	Estructuras metálicas en general.	
		MAX	25	120	4	4	30	20						25Kg/mm2	250MPa	56Kg/mm2		550MPa
A - 283 GR C	RST 37 - 1.2	MIN		50									-	-	39Kg/mm2	380MPa	20	Tanques de almacenamiento.
		MAX	18	90	3.5	3.5	35	30						21Kg/mm2	205MPa	46Kg/mm2	450MPa	
A - 285 GR C		MIN											-	-	38Kg/mm2	380MPa	23	Recipientes a presión de baja e intermedia resistencia a la tracción.
		MAX	28	90	3.5	3.5								21Kg/mm2	205MPa	45Kg/mm2	515MPa	
A - 131 GR A	RST 34 - 1.2	MIN		53									-	-	41Kg/mm2	400MPa	21	Construcción naval en general.
		MAX	21		4	4	50.4							23Kg/mm2	235MPa	50Kg/mm2	490MPa	
A - 516 GR 70		MIN	27	85				15					-	-	49Kg/mm2	485MPa	17	Recipientes a presión temperaturas media-alta.
		MAX	31	120	4	3.5	40							27Kg/mm2	260MPa	63Kg/mm2	620MPa	
A - 514 GR A	RQT 601	MIN					1.5						-	-	71Kg/mm2	690MPa	-	Resistencia a la abrasión.
		MAX	20	150	3.5	4	50							64Kg/mm2	600MPa	87Kg/mm2	850MPa	
A - 572 GR 50		MIN					15						-	-			-	Fabricación de estructuras metálicas.
		MAX	23	135	4	5	40							50Kg/mm2	345MPa	65Kg/mm2	450MPa	
A - 588 GR B		MIN		75			15	2		4	0.1		-	-			-	Fabricación de estructuras metálicas que no requerirán de recubrimiento.
		MAX	20	135	4	5	40	4	5	7	1			50Kg/mm2	345MPa	70Kg/mm2	485MPa	

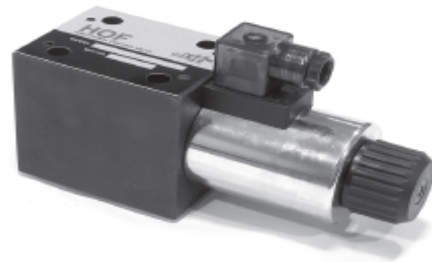
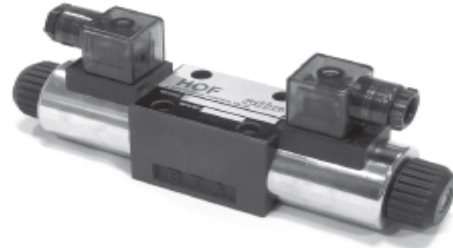
ANEXO E. CATÁLOGO DE LA ELECTROVÁLVULA

Solenoid Operated Directional Valve WE Series



Features and Handling

- WE Series is a direct solenoid operated directional spool valve. The valve porting pattern follows DIN 24 340 form A. The valves come with wet pin DC or AC solenoids with removeable coil which can be rotated through 90 degree.
- The standard valves come with DIN 43650 electrical connector with light and manual override to permit the spool to be moved without the solenoid being energized.
- For correct operation, ensure that the solenoid pressure chamber is filled with oil. Do not exceed permissible voltage range of the coil.
- Keep surge pressure below the maximum permissible back pressure port T. Keep hydraulic oil clean at ISO cleanliness code 19/16.



Specifications

WE

Specification	WE6	WE10
Maximum flow rate (depend on spool)	60 L/min (16 USgpm)	100 L/min (26 USgpm)
Maximum operating pressure Port A, B, P	315 bar (4500 psi)	315 bar (4500 psi)
Maximum back pressure Port T	160 bar (2300 psi)	160 bar (2300 psi)
Fluid temperature	-20 °C - +70 °C (-4 °F - +158 °F)	
Weight - Single Solenoid	1.5 kg (3.3 lb)	4.5 kg (9.9 lb)
- Double Solenoid	2.0 kg (4.4 lb)	5.8 kg (12.8 lb)

The products described herein, including without limitation, product features, specifications, designs, availability and pricing, are subject to change at any time without notice.



www.hofhydraulic.com

4WE6D - 60/OAW110-10

Number of Port
3 - 3 ports
4 - 4 ports

Valve Size
6 - NG6 (CETOP3)
10 - NG10 (CETOP5)

Spool type

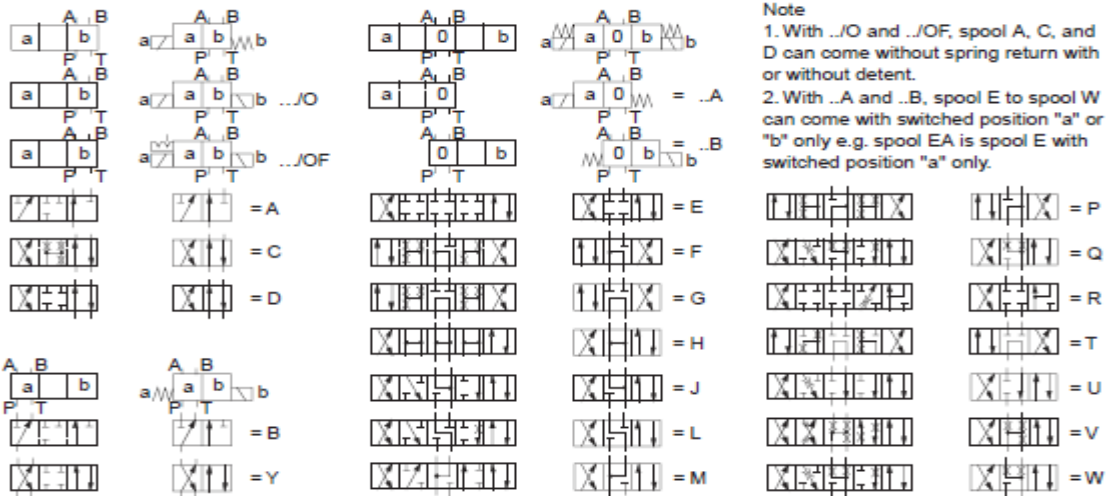
Further detail for future use

Coil Voltage
G24 - 24 V DC
W220 - 220V AC 50/60 Hz
W110 - 110V AC 50/60 Hz

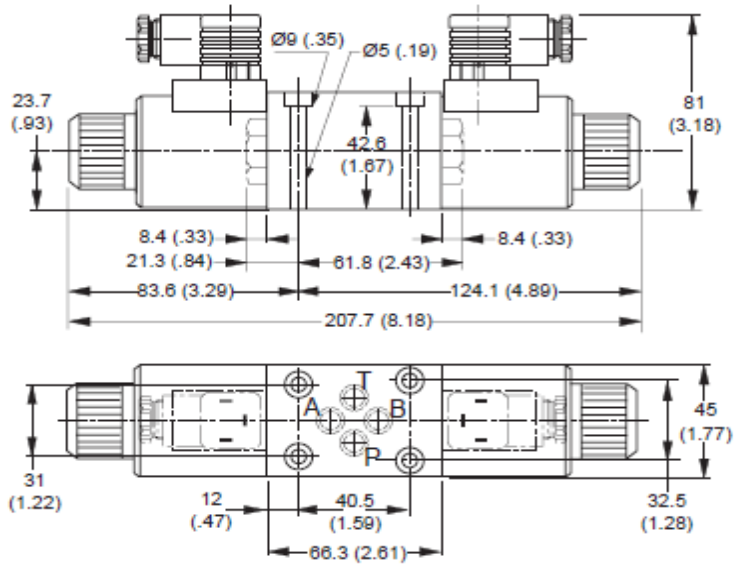
Coil type
A - Wet pin oil immersed with removable coil

Spring and Detent
Omit - Spring return
O - Without spring return
OF - Without spring return with detent

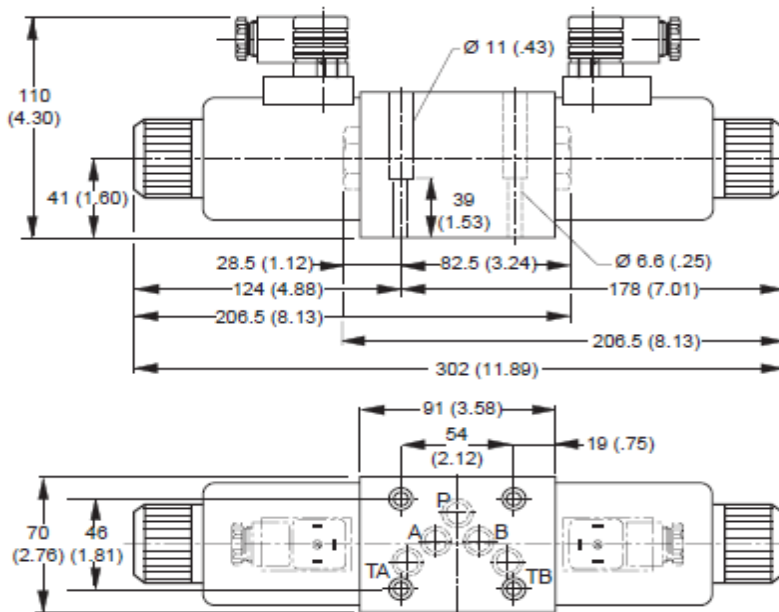
Design
60 - for WE6
30 - for WE10



WE6



WE10



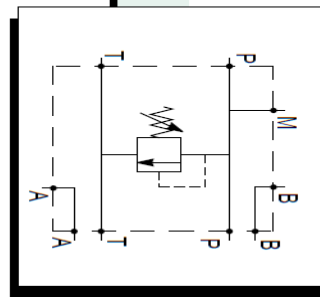
ANEXO F. CATÁLOGO DE LA VÁLVULA DE ALIVIO OLEOSTAR



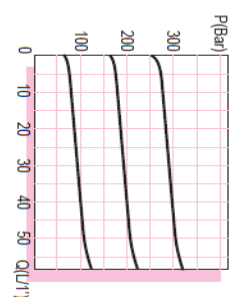
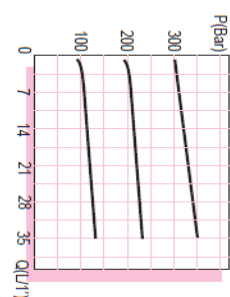
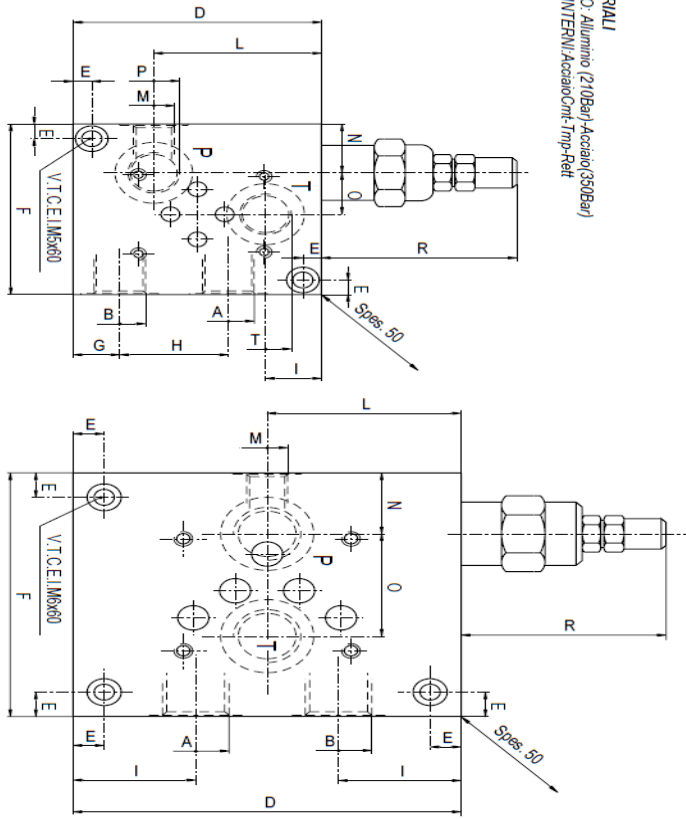
Tipo

PBL...MMP...

PIASTRA DI BASE CON VALVOLA DI MASSIMA PRESSIONE
(BASE "NG 06-NG 10")
RELIEF VALVES/DIRECT ACTING FOR SOLENOID VALVES,
(BASE "NG 06 - NG 10")



MATERIALI
CORPO: Alluminio (210Bar)-Acciaio(350Bar)
PARTI INTERNI: Acciaio/Ini-Tmp-Reit



Tipo	A	B	P	T	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	R	Q (l/min)	molle (Bar)	
PBL 6MMP 38	G 3/8	G 3/8	80	6	70	15	35	18	54	G1/4	20	15	60	35	0-40	20-80	50-220	180-350
PBL 10MMP 12	G 1/2	G 1/2	125	10	100	-	-	39,5	62,5	G1/4	25	42	67	60	0-40	20-80	50-220	180-350

ANEXO G. PERFIL ESTRUCTURAL ANGULAR STECKERL

Ángulos tipo americano de lados iguales



STECKERL HIERROS Y ACEROS

AA

Su Centro del Hierro y el Acero

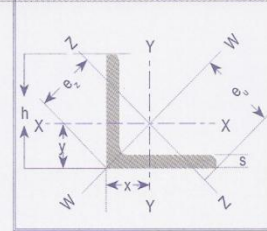


Tabla 3.1. Ángulo tipo americano de lados iguales.

ÁNGULO TIPO AMERICANO DE LADOS IGUALES																	
PERFILES EN L	Dimensiones y propiedades para el diseño																
	DIMENSIONES			DISTANCIAS DE LOS EJES			AREA	PESO	PROPIEDADES ELASTICAS								
	ALTIMA=ALA		RADIOS						EJE X-X = Y-Y			EJE W-W			EJE Z-Z		
DESIGNACIÓN	h	s	r1	x=y	w	z	cm ²	kg/mt	I _x	S _x	r _x	I _w	r _w	I _z	S _z	r _z	
	mm	mm	mm	cm	cm	cm			cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm ³	cm	
L 1/8" X 3/4"	19.05	3.17	3.20	0.58	1.34	0.82	1.11	0.88	0.37	0.28	0.58	0.58	0.73	0.16	0.19	0.38	
L 1/8" X 1"	25.40	3.17	3.20	0.76	1.79	1.07	1.52	1.19	0.92	0.51	0.79	1.24	0.93	0.41	0.38	0.48	
L 1/8" X 1 1/4"	31.75	3.17	4.70	0.89	2.24	1.25	1.93	1.50	1.83	0.80	0.97	2.91	1.19	0.83	0.66	0.60	
L 1/8" X 1 1/2"	38.10	3.17	4.70	1.07	2.69	1.51	2.34	1.83	3.25	1.18	1.17	5.41	1.47	1.24	0.82	0.73	
L 1/8" X 2"	50.80	3.17	6.30	1.40	3.58	1.97	3.10	2.46	7.91	2.13	1.60	12.49	1.97	3.32	1.68	0.99	
L 3/16" X 1"	25.40	4.76	3.20	0.81	1.79	1.14	2.21	1.73	1.25	0.72	0.76	2.08	0.93	0.41	0.36	0.48	
L 3/16" X 1 1/4"	31.75	4.76	4.70	0.97	2.24	1.37	2.79	2.20	2.54	1.16	0.97	3.74	1.19	0.83	0.61	0.60	
L 3/16" X 1 1/2"	38.10	4.76	4.70	1.12	2.69	1.58	3.43	2.68	4.58	1.64	1.17	7.07	1.44	1.66	1.05	0.73	
L 3/16" X 2"	50.80	4.76	6.30	1.45	3.58	2.00	4.61	3.63	11.45	3.11	1.57	17.48	1.95	4.57	2.28	0.99	
L 3/16" X 2 1/2"	63.50	4.76	6.30	1.75	4.49	2.47	5.81	4.61	22.89	4.92	1.98	36.52	2.46	9.15	3.70	1.24	
L 3/16" X 3"	76.20	4.76	7.90	2.08	5.38	2.94	7.03	5.52	40.01	7.22	2.39	64.38	3.03	16.12	5.48	1.51	
L 1/4" X 1"	25.4	6.35	3.20	0.86	1.79	1.21	2.80	2.22	1.54	0.92	0.74	2.49	0.91	0.83	0.69	0.48	
L 1/4" X 1 1/4"	31.75	6.35	4.70	1.02	2.24	1.44	3.72	2.86	3.21	1.49	0.94	4.99	1.16	1.24	0.86	0.60	
L 1/4" X 1 1/2"	38.10	6.35	4.70	1.19	2.69	1.68	4.40	3.48	5.83	2.20	1.14	8.74	1.42	2.49	1.48	0.73	
L 1/4" X 2"	50.80	6.35	6.30	1.50	3.58	2.10	6.06	4.75	14.57	4.10	1.55	22.47	1.93	5.82	2.77	0.99	
L 1/4" X 2 1/2"	63.50	6.35	6.30	1.83	4.49	2.54	7.68	6.10	29.14	6.39	1.96	45.36	2.43	11.65	4.58	1.24	
L 1/4" X 3"	76.20	6.35	7.90	2.13	5.38	2.97	9.29	7.29	51.60	9.50	2.36	78.66	2.94	20.39	6.86	1.49	
L 1/4" X 4"	101.60	6.35	9.50	2.77	7.18	3.91	12.52	9.82	124.90	17.20	3.18	191.39	3.96	48.10	12.30	2.00	
L 5/16" X 2"	50.80	7.94	6.30	1.55	3.58	2.18	7.42	5.83	17.46	4.92	1.52	26.63	1.90	7.07	3.24	0.99	
L 5/16" X 2 1/2"	63.50	7.94	6.30	1.88	4.49	2.64	9.48	7.44	35.38	7.87	1.93	55.35	2.41	14.56	5.51	1.24	
L 5/16" X 3"	76.20	7.94	7.90	2.21	5.38	3.04	11.48	9.08	62.90	11.60	2.34	96.98	2.92	24.97	8.21	1.47	
L 5/16" X 4"	101.60	7.94	9.50	2.84	7.18	4.01	15.48	12.20	154.40	21.10	3.15	239.33	3.93	61.60	15.36	2.00	
L 3/8" X 2"	50.80	9.53	6.30	1.63	3.58	2.30	8.77	6.99	19.98	5.74	1.50	30.80	1.87	8.32	3.61	0.99	
L 3/8" X 2 1/2"	63.50	9.53	6.30	1.93	4.49	2.71	11.16	8.78	40.79	9.34	1.91	64.09	2.38	17.06	6.29	1.24	
L 3/8" X 3"	76.20	9.53	7.90	2.26	5.38	3.14	13.61	10.72	73.30	13.60	2.31	112.79	2.89	29.55	9.41	1.47	
L 3/8" X 4"	101.60	9.53	9.50	2.89	7.18	4.03	18.45	14.58	181.90	24.90	3.12	283.03	3.91	73.25	18.17	1.98	
L 3/8" X 5"	127.00	9.53	12.70	3.53	8.96	4.97	23.29	18.30	363.80	39.70	3.96	579.60	4.99	148.00	29.80	2.52	
L 3/8" X 6"	152.40	9.53	12.70	4.16	10.76	5.88	28.13	22.17	640.60	57.80	4.78	1018.60	6.02	262.60	44.70	3.05	
L 1/2" X 3"	76.20	12.70	7.90	2.36	5.38	3.32	17.74	13.99	92.40	17.50	2.29	142.76	2.84	38.29	11.53	1.47	
L 1/2" X 4"	101.60	12.70	9.50	2.99	7.18	4.21	24.19	19.05	231.40	32.30	3.10	361.28	3.86	94.48	22.44	1.98	
L 1/2" X 5"	127.00	12.70	12.70	3.63	8.96	5.12	30.65	24.11	468.30	51.60	3.91	746.50	4.94	190.10	37.20	2.49	
L 1/2" X 6"	152.40	12.70	12.70	4.27	10.76	6.03	37.10	29.17	828.70	75.50	4.72	1326.10	5.97	331.30	54.90	2.99	
L 5/8" X 4"	101.60	15.88	9.50	3.12	7.18	4.39	29.74	23.36	277.20	39.30	3.05	433.71	3.81	115.71	26.35	1.98	
L 5/8" X 6"	152.40	15.88	12.70	4.39	10.76	6.20	45.87	36.01	1005.60	92.80	4.67	1604.80	5.92	406.40	65.60	2.98	
L 3/4" X 6"	152.40	19.05	12.70	4.52	10.76	6.38	54.45	42.71	1171.70	109.10	4.65	1859.20	5.85	484.20	75.90	2.98	
L 1" X 6"	152.40	25.40	12.70	4.72	10.76	6.66	70.97	55.86	1476.00	140.00	4.57	2327.80	5.73	624.20	93.70	2.96	

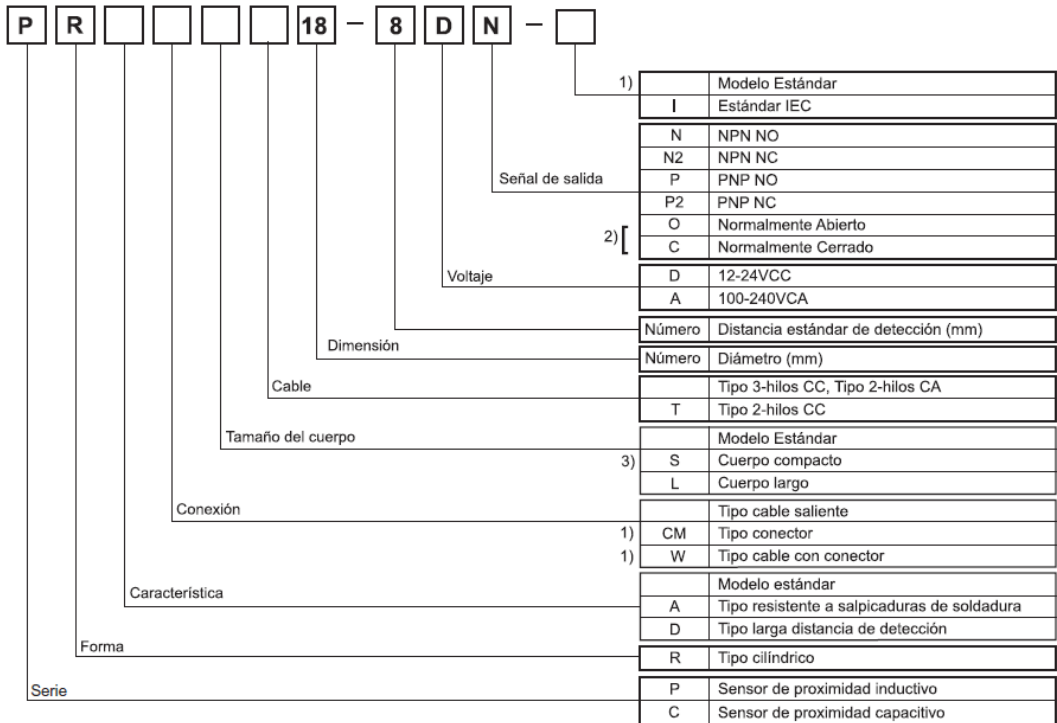
Perfiles

ANEXO H. CATÁLOGO DEL SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD

Selección de Productos

Sensores de Proximidad (Tipo Cilíndrico)

☑ Como Especificarlo



1)El estándar IEC es disponible y añade "-I" al final del modelo.

2)Las salidas Normal Abierta y Normal Cerrada solo son para Tipo CC 2-hilos y CA 2-hilos.

3)Tipo corto solo para CC 3-hilos y tipo PR12 y PRD12.

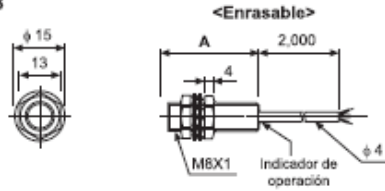
Selección de Productos

Sensor de Proximidad

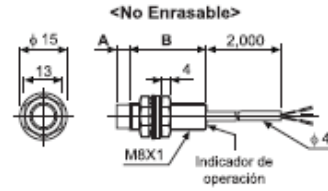
▣ Dimensiones del modelo con cable saliente

Unidad:mm

●M08

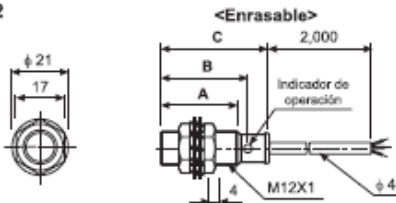


Modelo	A
PRT08-1.5D□	30
PR08-1.5D□	30
PRL08-1.5D□	40

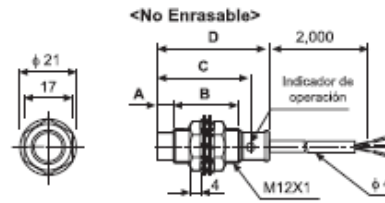


Modelo	A	B
PRT08-2D□	4	26
PR08-2D□	4	26
PRL08-2D□	4	36

●M12

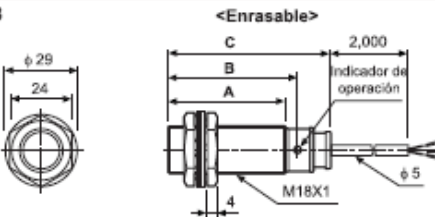


Modelo	A	B	C
PRS12-2D□	24.5	28.5	35.5
PRDS12-4D□	24.5	28.5	35.5
PRT12-2D□	31.5	35.5	42.5
PR12-2D□	31.5	35.5	42.5
PRD12-4D□	31.5	35.5	42.5
PR12-2A□	48.5	52.5	59.5

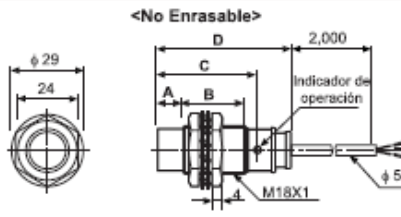


Modelo	A	B	C	D
PRS12-4D□	7	17.5	28.5	35.5
PRDS12-8D□	7	17.5	28.5	35.5
PRT12-4D□	7	24.5	35.5	42.5
PRL12-4D□	7	37.0	48.0	55.0
PR12-4D□	7	24.5	35.5	42.5
PRS12-8D□	7	24.5	35.5	42.5
PR12-4A□	7	41.5	52.5	59.5

●M18

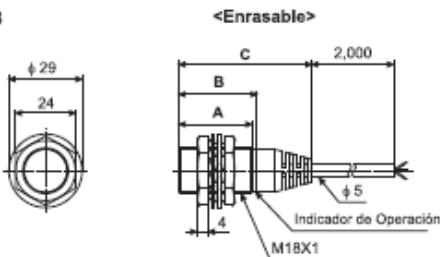


Modelo	A	B	C
PRT18-5D□	29.0	33.5	47.0
PR18-5D□	29.0	33.5	47.0
PRD18-7D□	29.0	33.5	47.0
PR18-5A□	35.3	39.8	53.3
PRL18-5D□	62.0	66.5	80.0
PRDL18-7D□	62.0	66.5	80.0
PRL18-5A□	62.0	66.5	80.0

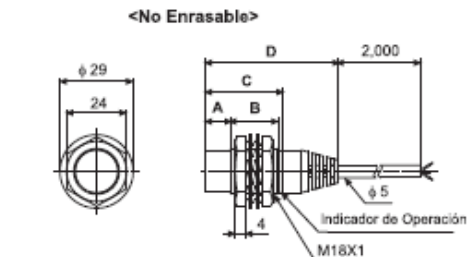


Modelo	A	B	C	D
PRT18-8D□	10	19.0	33.5	47.0
PR18-8D□	10	19.0	33.5	47.0
PRD18-14D□	10	19.0	33.5	47.0
PR18-8A□	10	25.3	39.8	53.3
PRL18-8D□	10	52.0	66.5	80.0
PRDL18-14D□	10	52.0	66.5	80.0
PRL18-8A□	10	52.0	66.5	80.0

●M18

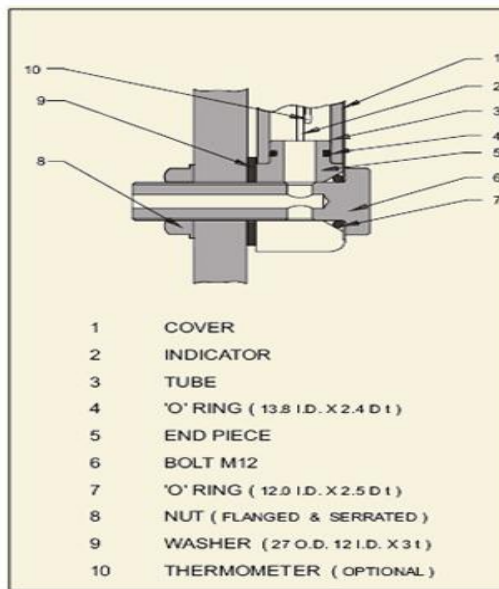
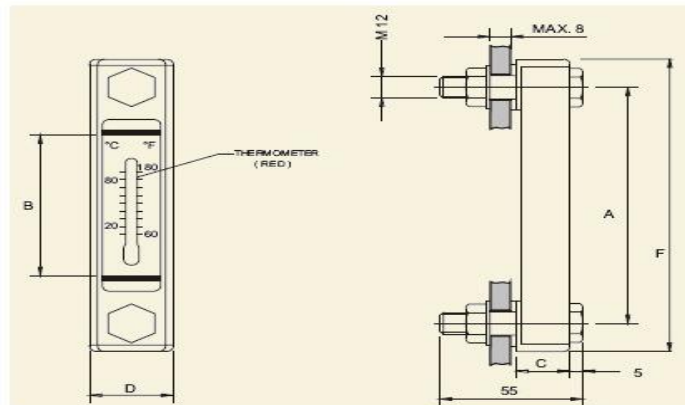


Modelo	A	B	C
PRDT18-7D□	29.0	33.5	47.0



Modelo	A	B	C	D
PRDT18-14D□	10	19.0	33.5	47.0

ANEXO I. CATÁLOGO DEL NIVEL DEL DEPÓSITO



Model	A	B	C	D	F	Wt Kgs
LG2 - 03	76	37	20	34	108	0.20
LG2 - 05	127	76	20	34	159	0.25
LG2 - 10	254	203	20	34	286	0.30

MODEL CODE :assembly

SERIES	SIZE	FEATURE	FEATURE
	INCH	OPTIONAL #	SPECIAL #
LG 2	03 - 3"	T - THERMOMETER(OMIT IF NOT REQD)	M12 - STD
	05 - 5"		(M12 X 1.75 BOLT)
	10 - 10"		M10 - SPECIAL
			(M10 X 1.50 BOLT)
			UNC- SPECIAL
			(1/2" - 13 UNC)

ANEXO J. PLANOS

Cant:	Número	Nombre
1	1	Base de la estructura
1	2	Tanque
1	3	Tapo del tanque
6	4	Tornillo base tanque
1	5	Perfil en C derecho
1	6	Tapo perfiles en C
1	7	Perfil en C izquierdo
1	8	Motor
1	9	Bomba de paletas
1	10	Base del gato
2	11	Guía ejes
1	12	Tapo trasero del gato
1	13	Eje llantos delanteras
2	14	Llantas delanteras
1	15	Tracción trasera
1	16	Tornillo del manubrio
1	17	Llanta trasera
1	18	Manubrio
1	19	Tuerca del tornillo manubrio
1	20	Cornisa del gato hidráulico
4	21	Resortes de la mesa
1	22	Vástago del gato hidráulico
1	23	Topa de la cornisa del gato
2	24	Bloque de las cizallas
2	25	Ejes guías
2	26	Cuchilla de las cizallas
2	27	Unión bloque y cuchilla
6	28	Perno unión
4	29	Perno guía ejes
1	30	Tuerca del manubrio
1	31	Tubo del rodillo
1	32	Eje del rodillo
1	33	Chaveta del rodillo
1	34	Mesa
14	35	Perno tapa tanque

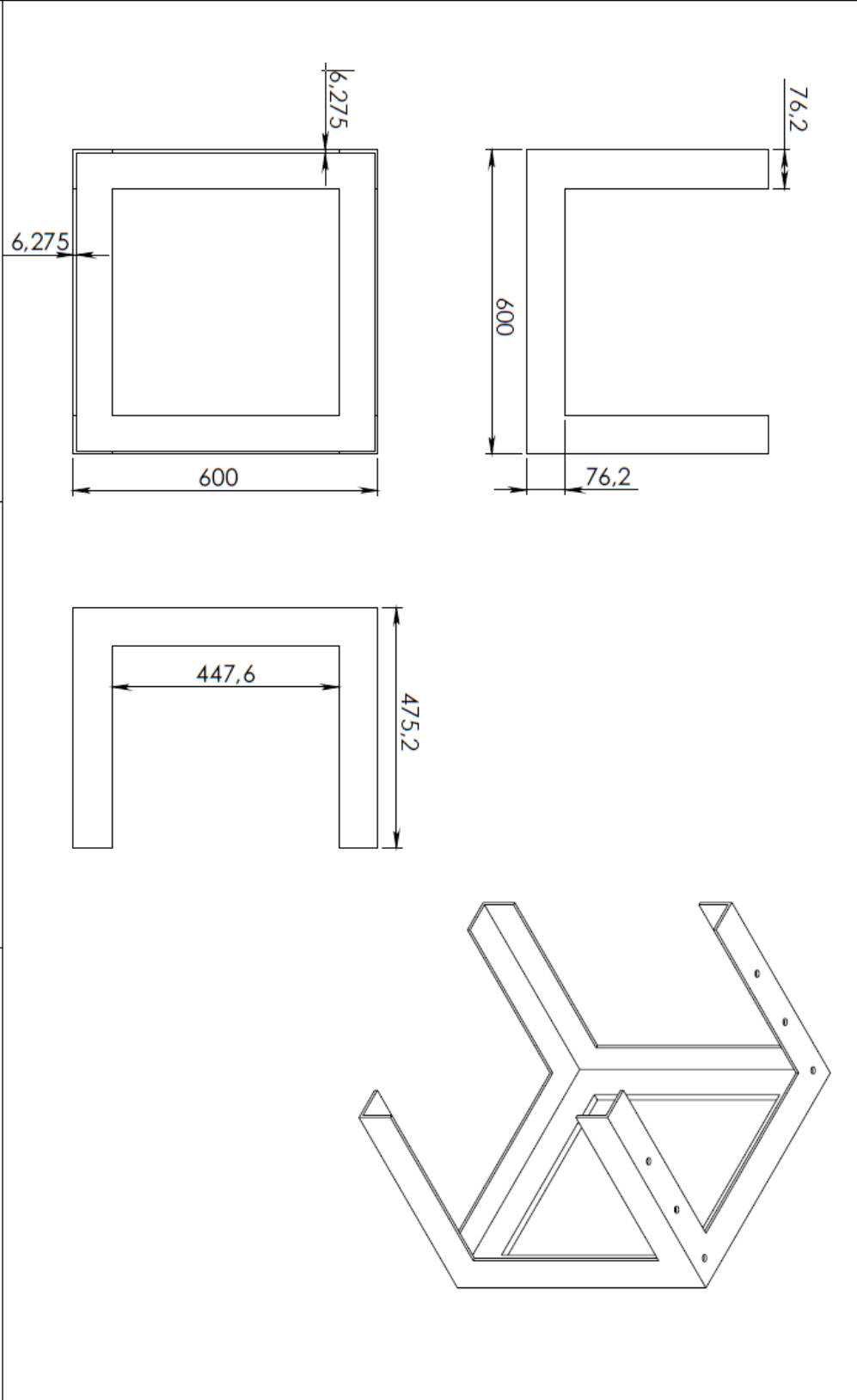
EXPLOSIÓN DE LA MÁQUINA

Dibujado por: Edward Elias Parra Martínez
Frank Yair Reyes Moreno

Código: 2061 485
Código: 2040386

Revisado por: Carlos Borrás Pinilla
Universidad Industrial de Santander

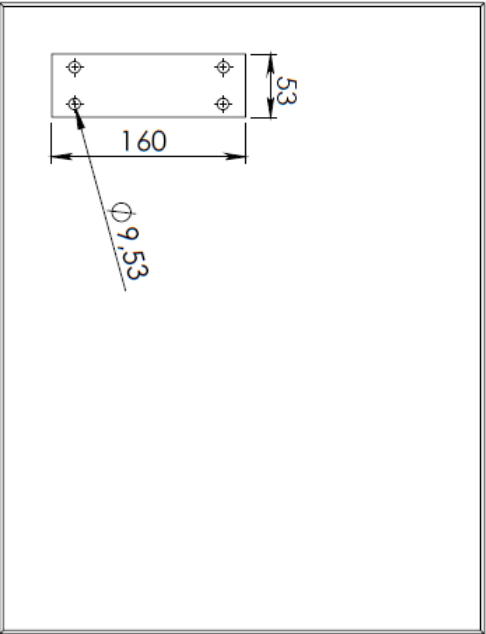
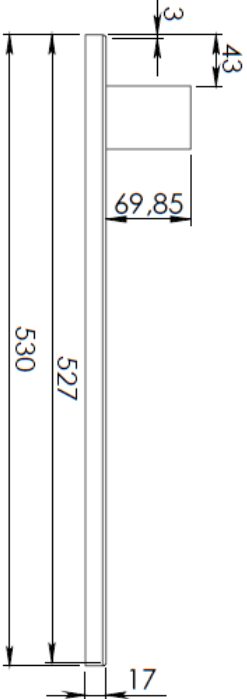
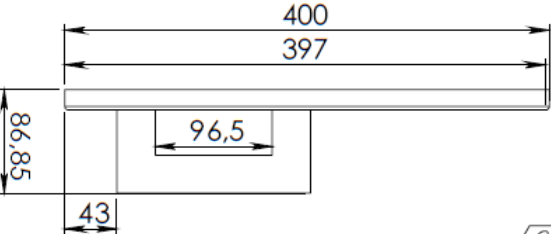
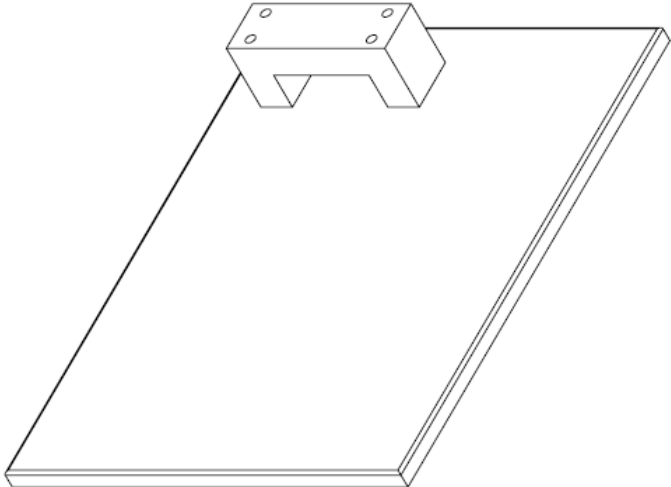
Plano
N-1

Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes	Universidad Industrial de Santander	Base estructura
Material: Acero AISI 1020	Escala: 10:1	Plano N-2	

Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Universidad Industrial de Santander	Tanque	
Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes	Material: Acero A36	Escala: 1:10	Plano N-3

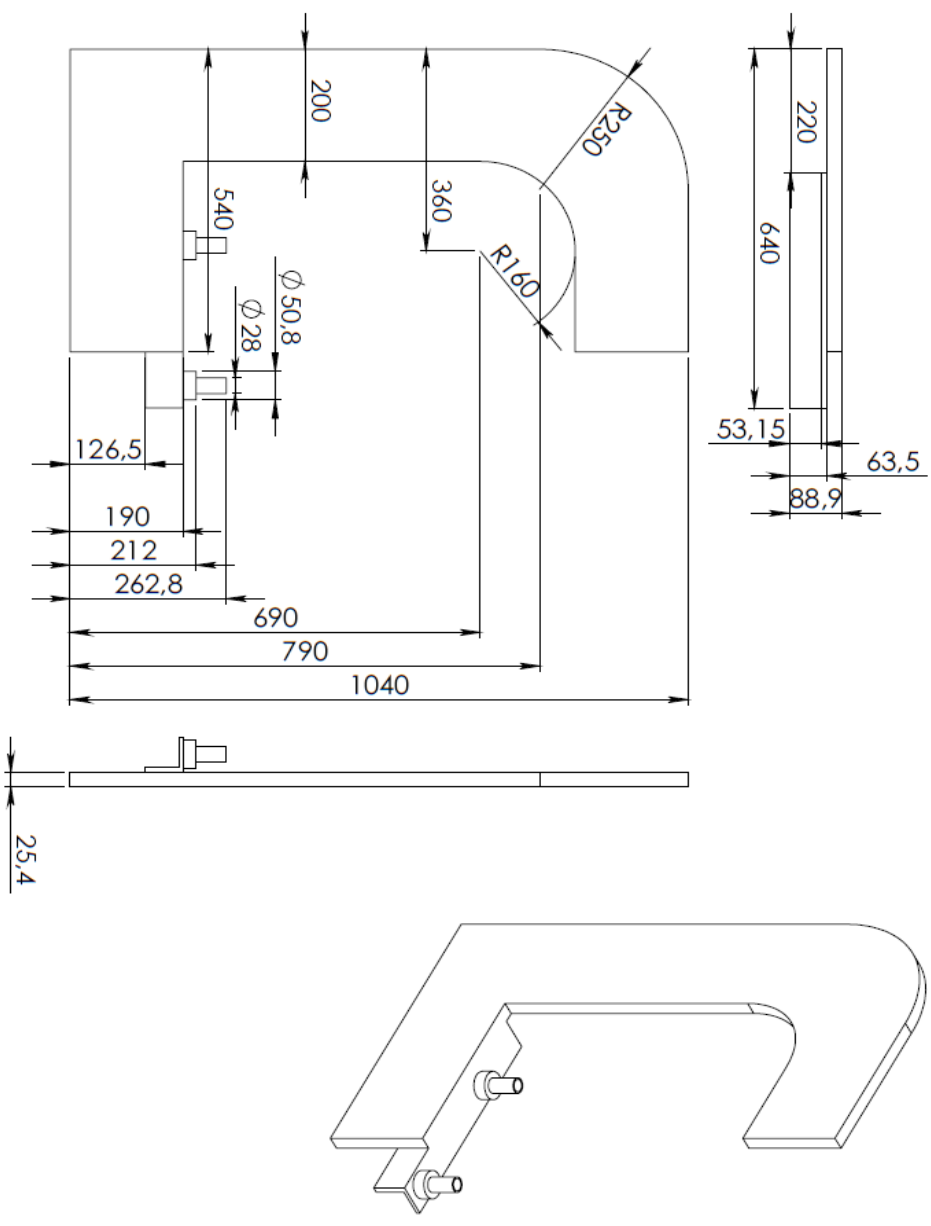
The drawing shows a tank with the following dimensions:

- Front View:** Total width is 610,7 mm. The main body width is 363,65 mm. The top flange width is 240,7 mm. The total height is 586,6 mm, with the main body height being 515 mm.
- Top View:** The main body width is 360 mm. The total width including the top flange is 390 mm. The depth of the tank is 485 mm. A central opening has a width of 230 mm.
- Side View:** The total width is 385 mm. The main body width is 360 mm. The top flange width is 50,8 mm. The depth of the tank is 228 mm.
- Perspective View:** Shows the 3D structure of the tank with a central divider.
- Detail:** A circular hole with a diameter of $\phi 12,7$ mm is shown on the side flange.

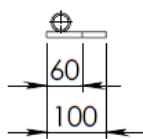
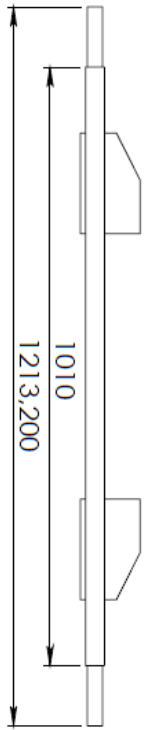
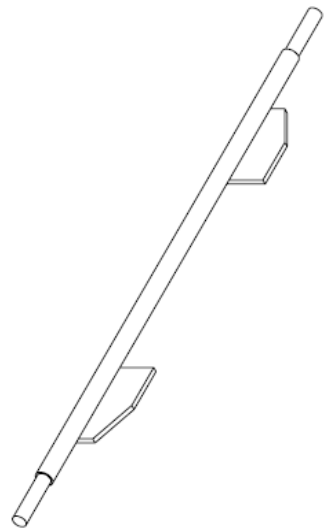
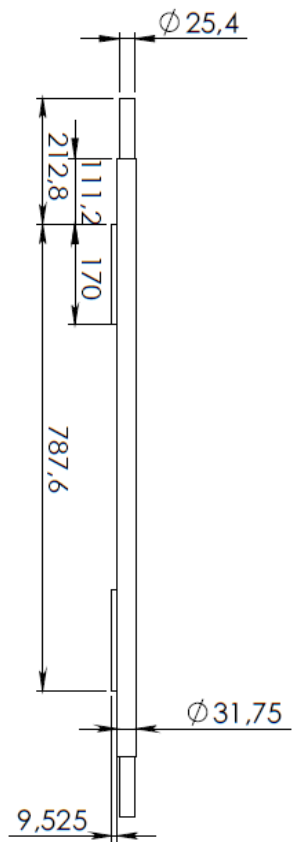
Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Material: Acero A36	Escala: 1:5	Plano N-4
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;">  </div> </div>			
Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes			
Universidad Industrial de Santander			
Tapa tanque			

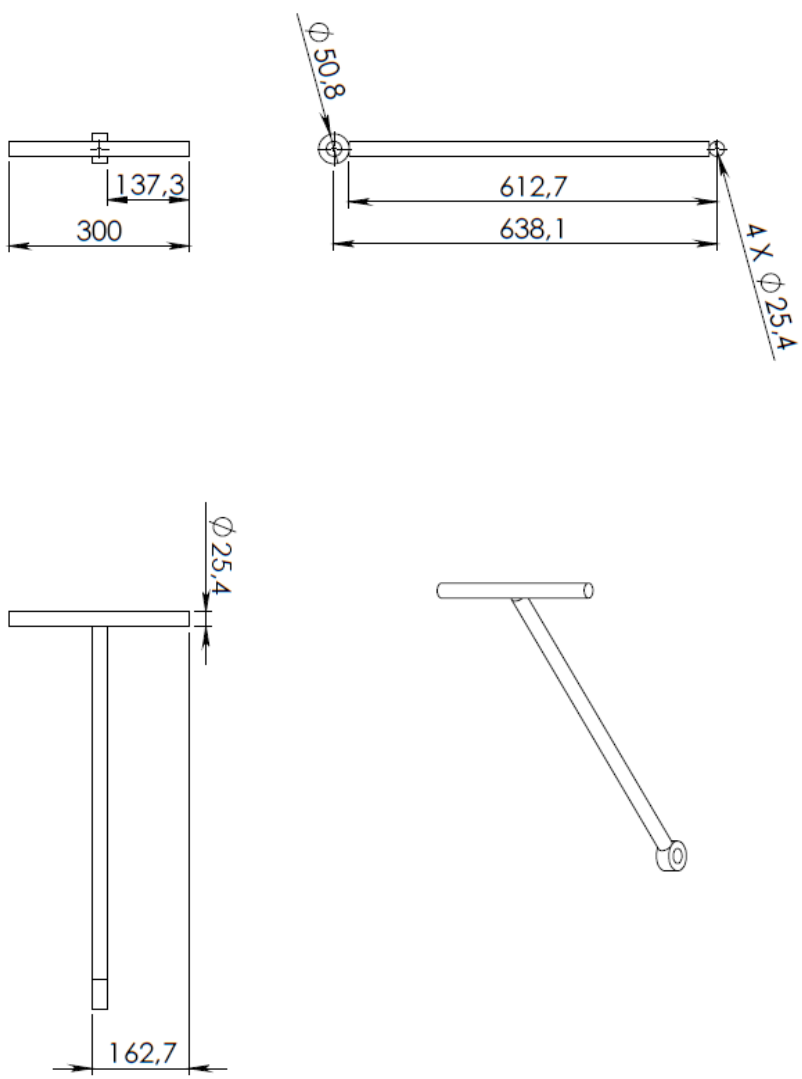
Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Material: Acero A36	Escala: 1:10	Plano N-5
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Technical drawing of a bracket with dimensions: 1040, 790, 690, 360, 200, 540, R250, R160, Ø 50,8, Ø 22,23, 126,5, 183,65, 25,4, 200, 620, 88,9.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Technical drawing of a vertical rod with dimensions: 25,400, 190, 212, 262,8.</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>3D perspective view of the bracket and rod assembly.</p> </div>			
Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes			
Universidad Industrial de Santander			

Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Universidad Industrial de Santander Material: Acero A36	Perfil en C2 Escala: 1:10	Plano N-6
---	--	------------------------------	-----------

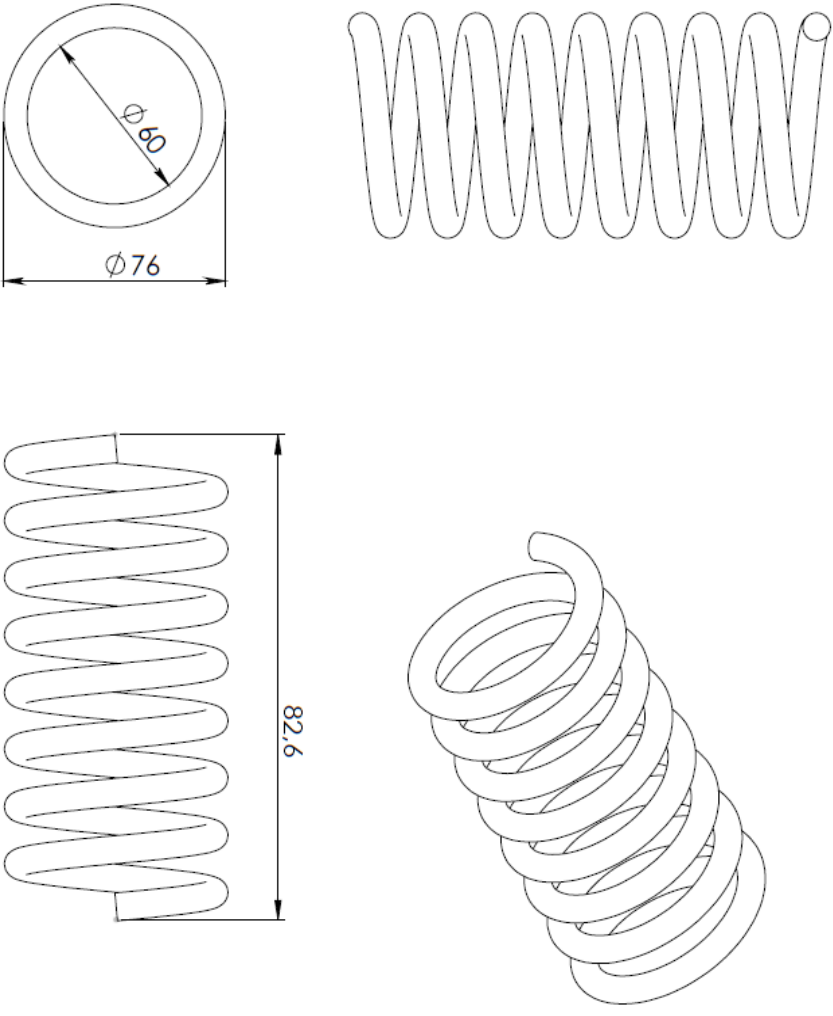


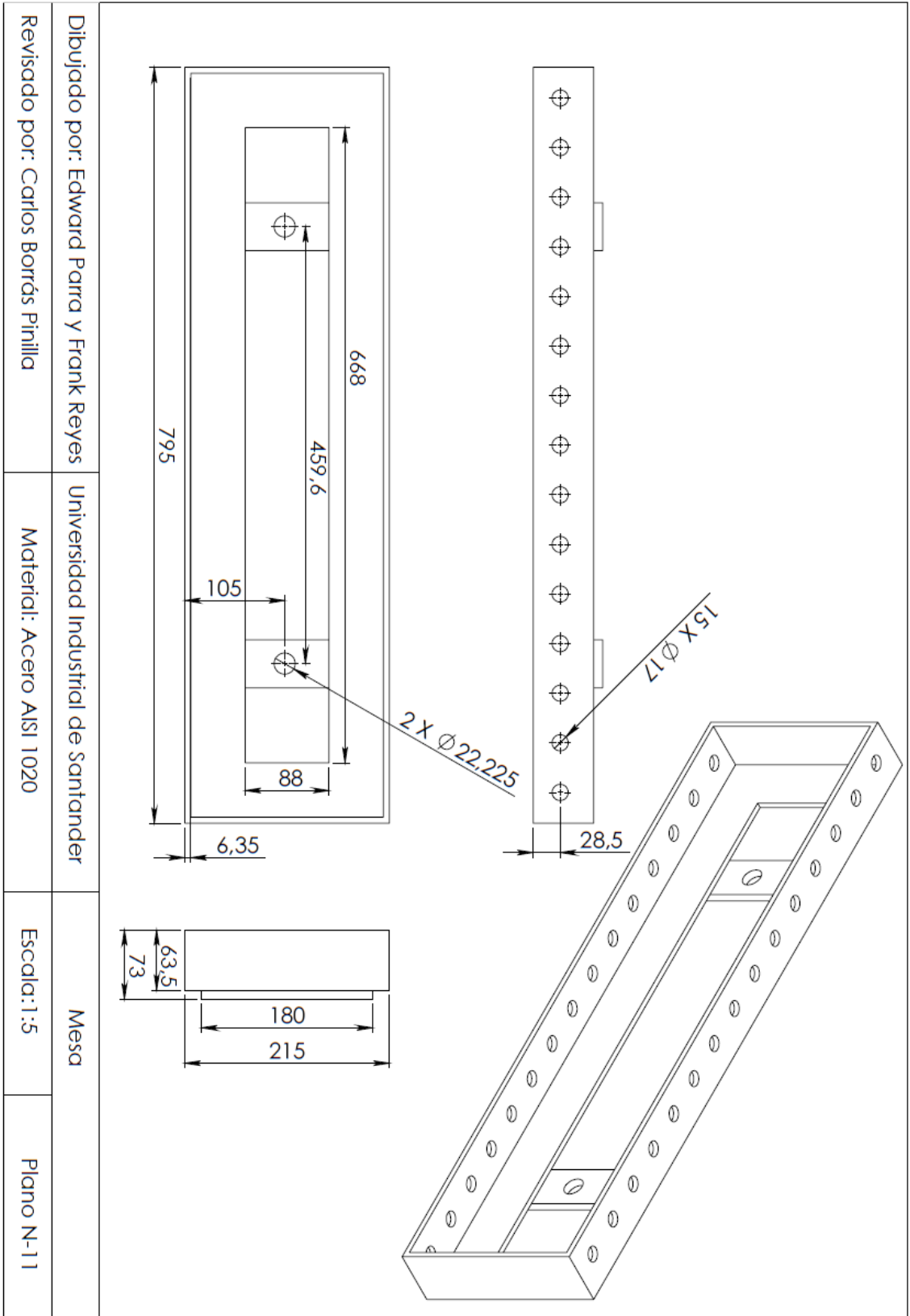
<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p> <p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p> <p>Material: Acero AISI 1020</p>	<p>Eje llantas delanteras</p> <p>Escala: 1:10</p>	<p>Plano N-7</p>
--	---	---	------------------



Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes	Universidad Industrial de Santander	Manubrio
Material: Acero AISI 1020	Escala: 1:10	Plano N-8	

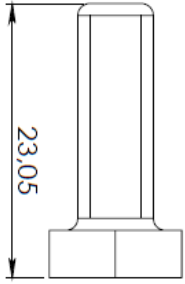
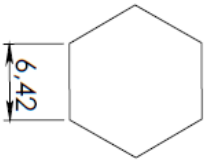
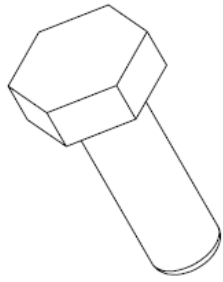
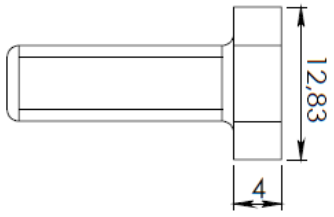
<p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p>	<p>Bloque gato</p>
<p>Material: Acero AISI 1020</p>	<p>Escala: 1:10</p>	<p>Plano N-9</p>	<p></p>

<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p> <p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p> <p>Material: Acero AISI 1020</p>	<p>Resorte</p>	<p>Plano N-10</p>
 <p>The technical drawing illustrates a helical spring through three distinct views. The top view (left) shows a circular cross-section with an outer diameter of $\phi 76$ and an inner diameter of $\phi 60$. The side view (middle) shows the spring's profile with a total height of 82.6 units. The perspective view (right) provides a three-dimensional representation of the spring's helical structure.</p>			



Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Material: Acero AISI 1020	Escala: 1:10	Plano N-12
Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes		Rodillo mesa	
<p> The drawing shows a cylindrical rod with the following specifications: <ul style="list-style-type: none"> Length: 224,4 (indicated by a dimension line on the top view). Length: 216 (indicated by a dimension line on the side view). Outer Diameter: $\phi 17$ (indicated by a dimension line on the top view). Inner Diameter: $\phi 14$ (indicated by a dimension line on the top view). Views: The drawing includes a top view (showing the rod's length and diameters), a side view (showing the rod's length), and an isometric view (showing the rod at an angle). </p>			

<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p>	<p>Tornillo tapa tanque</p>	
<p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Material: Acero AISI 1020</p>	<p>Escala: 2:1</p>	<p>Plano N-13</p>



Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Material: Acero AISI 1020	Escala: 1 : 2	Plano N-14
Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes	Universidad Industrial de Santander	Tubo del rodillo	

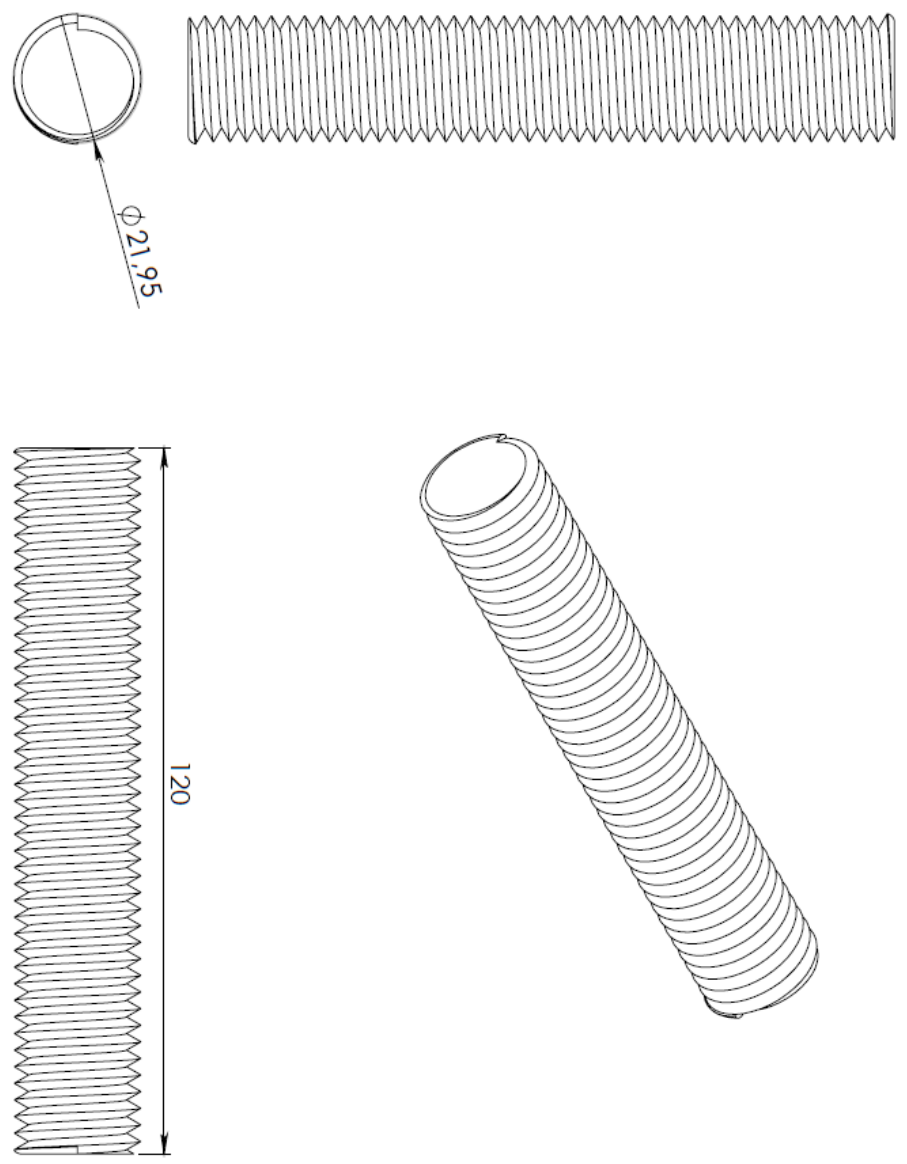
Technical drawing of a tube cross-section showing three diameters: an outer diameter of 42, an inner diameter of 35, and a middle diameter of 33.

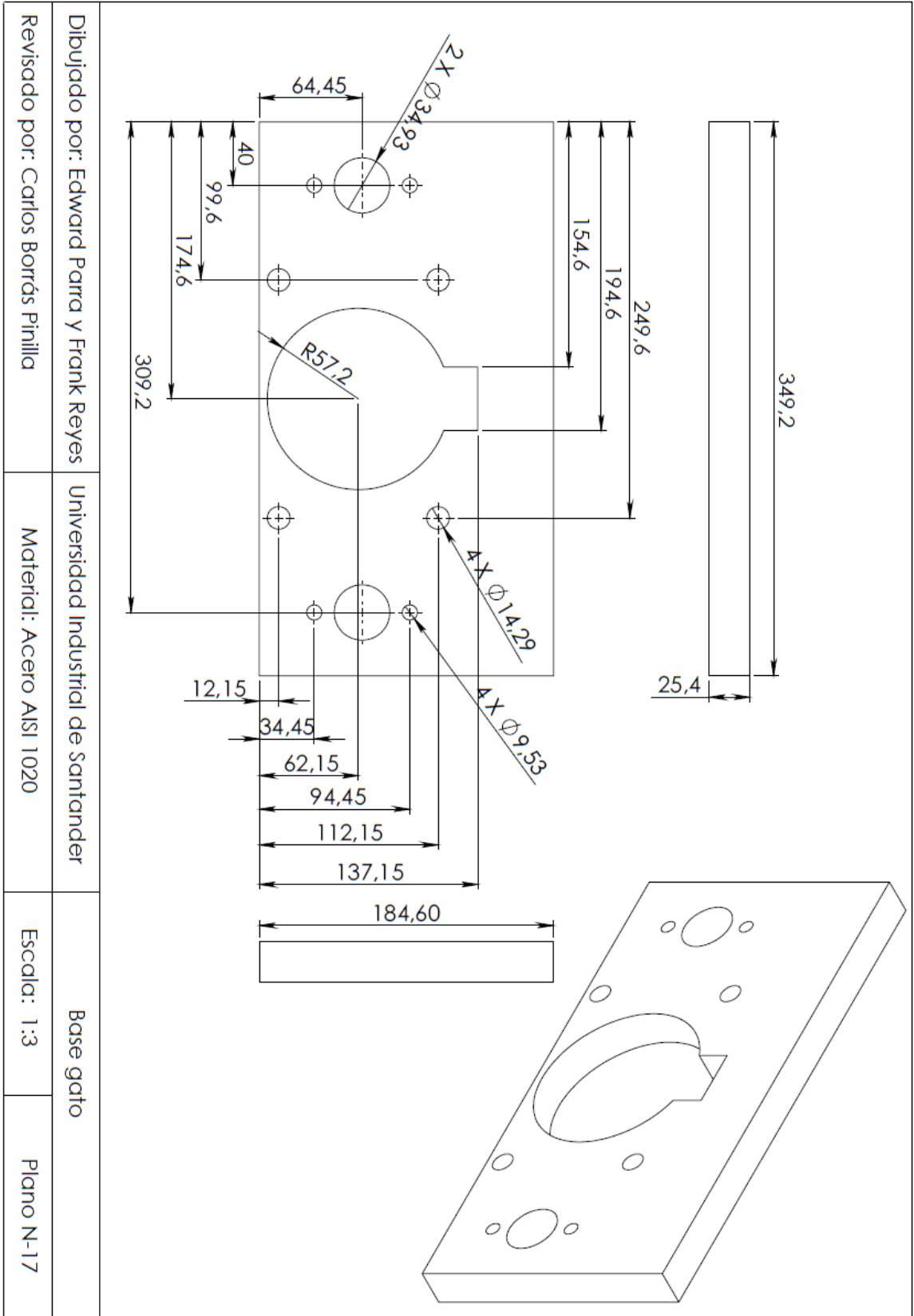
Technical drawing of a tube showing a length dimension of 197.

Technical drawing of a tube showing a dashed rectangular outline.

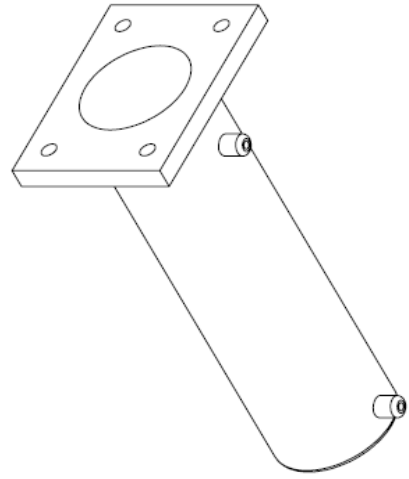
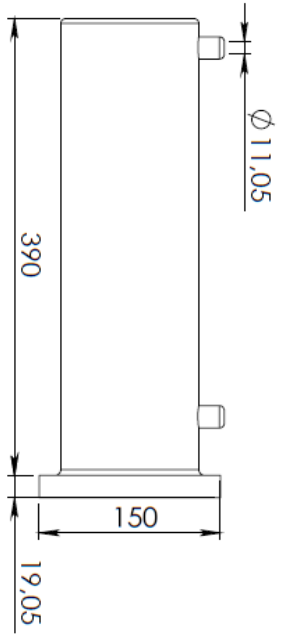
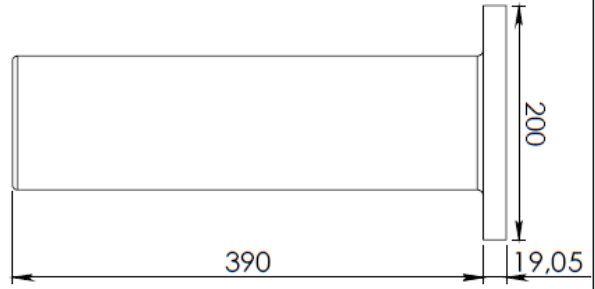
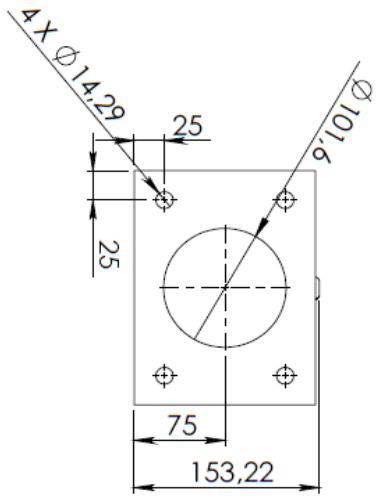
3D perspective drawing of a tube.

<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p> <p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p> <p>Material: Acero AISI 1020</p>	<p>Tornillo mesa</p> <p>Escala: 1:1</p>	<p>Plano N-15</p>
--	---	---	-------------------





<p>Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes</p> <p>Revisado por: Carlos Borrás Pinilla</p>	<p>Universidad Industrial de Santander</p> <p>Material: Acero Cromado</p>	<p>Camisa gato</p> <p>Escala: 1:5</p>	<p>Plano N-18</p>
--	---	---------------------------------------	-------------------



Dibujado por: Edward Parra y Frank Reyes	Universidad Industrial de Santander		Tornillo base	
Revisado por: Carlos Borrás Pinilla	Material: Acero AISI 1020	Escala: 2:1	Plano N-19	