



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA – DISEÑO MECÁNICO

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE ARCILLA
HUMEDECIDA PARA FABRICACIÓN DE LADRILLOS**

TESIS:

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:

JOSÉ MIGUEL ARZATE ILLANES

TUTOR PRINCIPAL:

DR. LEOPOLDO ADRIÁN GONZÁLEZ GONZÁLEZ

MÉXICO, D. F. FEBRERO DE 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Ramírez Reivich Alejandro C.
Secretario: Dr. Borja Ramírez Vicente
Vocal: Dr. González González Leopoldo Adrián
1 er. Suplente: Dr. Espinosa Bautista Adrián
2 do. Suplente: Dr. Jacobo Armendáriz Víctor Hugo

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:
- Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

Dr. González González Leopoldo A.

NOMBRE

FIRMA

(Segunda hoja)

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS:

A mi madre, por el amor y el apoyo que siempre ha tenido desinteresadamente por mí, por darme el mejor ejemplo de lucha y estar en todo momento a mi lado, te amo mamá todo lo conseguido te lo debo a ti estaré eternamente agradecido.

A mí hermana que me quiere y siempre ha estado presente en mi vida para hacerla más agradable.

A mi familia por su apoyo y cariño.

A mis amigos por ser parte fundamental en mi vida, por su comprensión y confianza, por compartir momentos excepcionales y aunque algunos ya no se encuentran entre nosotros, me llena de orgullo haber sido bendecido con amigos como ustedes.

A mi tutor por su invaluable apoyo, por la confianza para trabajar con él, y gracias a sus consejos logré mi objetivo.

La Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, y disfrutar de la dicha de per tener a esta máxima casa de estudios.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 1.....	10
ANTECEDENTES.....	10
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL LADRILLO EN MÉXICO.	10
1.2 INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLO.	12
1.3 DATOS GENERALES DEL SECTOR PRODUCTOR DEL LADRILLO	13
1.4 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO EN LA LADRILLERA.	14
1.5 BREVE DESCRIPCIÓN DEL LADRILLO.	15
1.5.1 Tipos y Geometría del ladrillo.	15
1.5.2 Características de los ladrillos.	17
1.6 MOLDEADO DEL LADRILLO.	20
CAPÍTULO 2.....	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
2.1 INTRODUCCIÓN.....	23
2.2 OBJETIVO GENERAL.	24
2.3 HIPÓTESIS.....	24
2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
2.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	25
2.6 DECLARACIÓN DE LA MISIÓN.....	27
CAPÍTULO 3	29
ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	29
3.1 LISTA DE NECESIDADES DEL CLIENTE	29
3.2 ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES OBJETIVO	32
3.2.1 Elaboración de la lista de métricas	32
3.2.2 Definición de la importancia de las necesidades.....	33
3.2.3 Definición de la métrica de las necesidades.....	34
3.2.4 Matriz de Necesidades – Métricas	35
3.2.5 Especificaciones Objetivo	36
3.3 DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	36
CAPÍTULO 4.....	40
GENERACIÓN DE CONCEPTOS	40
4.1 MODELO DE CAJA NEGRA	43
4.2 SUBSISTEMAS QUE COMPONEN EL DISPOSITIVO	43
4.3 BÚSQUEDA EXTERNA DE INFORMACIÓN.....	45
4.4 BÚSQUEDA DE PATENTES.....	46
.....	50
4.5 ESTUDIO COMPARATIVO	51
<i>Descripción de equipos de referencia en el estudio comparativo:</i>	51

4.6 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO PROPUESTOS PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE MOLDEO DE ARCILLA	57
CAPÍTULO 5.....	67
SELECCIÓN DE SUBSISTEMAS	67
5.2 MATRIZ MORFOLÓGICA	68
5.3 ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN DE CONCEPTOS.....	72
5.4 BOSQUEJO DE CONCEPTOS SELECCIONADOS	73
CAPÍTULO 6	76
DISEÑO DE DETALLE.....	76
6.1 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE DETALLE	76
6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS SELECCIONADOS	77
6.3 ENSAMBLE MÁQUINA.....	92
6.4 DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES REALIZADAS	93
6.4 DESCRIPCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA.....	97
6.5 COMENTARIOS SOBRE EL ANÁLISIS FEM EN COMPONENTES DE FUNCIÓN CRÍTICA	99
6.6 REFLEXIONES SOBRE EL DISEÑO DE LA MÁQUINA MOLDEADORA DE ARCILLA.	104
6.7 PRUEBAS DE MOLDEO DEL LADRILLO	107
CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
7.1. CONCLUSIONES.....	114
7.2. RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS.	116
ANEXOS.	118
A) TABLAS DE ACEROS.....	118
B) ACTUADORES.....	122
C) SELECCIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE TRABAJO DE LOS SUBSISTEMAS	123
D) PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.	138

Índice de Figuras

Figura 1.- Arcilla en su estado natural y aplicaciones. _____	15
Figura 2.- Dimensiones del ladrillo en una manera coloquial de nombrarlo. _____	16
Figura 3.- Proceso de la fabricación del ladrillo. _____	27
Figura 4.- Palh and bietz´s model of the design process. (Pahl, 2007) _____	41
Figura 5.- Método de generación de conceptos de cinco pasos (Ulrich, 2008) _____	42
Figura 6.- Modelo de Caja Negra _____	43
Figura 7.- Subsistemas importantes del proceso de moldeo del ladrillo _____	45
Figura 8. - Patente 1 – Brick molding machine. Patente Num: 4,105,393 _____	47
Figura 9.- Patente 2 – Concrete block press. Patente Núm. 7,179,077B2. (Chennells, 2007) _____	47
Figura 10. - Patente 3 – Brick making machine. Patent Num: 3,589,495. _____	48
Figura 11. - Patente 4- Device for manufacturing bricks. . Patent Num. 4,832,587 _____	49
Figura 12. - Patente 5 – Brick Making apparatus. Patent Num: 5,145,692. _____	49
Figura 13.- Patente 6 – Brick Press – Patente Núm.: 5,587,187 _____	50
Figura 14.- Máquina de ladrillos hidráulica, marca JIANFENG. _____	52
Figura 15.- Máquina Moldeadora Semiautomática de mediano volumen. _____	52
Figura 16.- Máquina vibrocompresora de origen nacional marca maquiblock. _____	53
Figura 17.- Máquina extrusora de alto volumen. _____	54
Figura 18.- Bloquera semiautomática de origen nacional de industrial joper del norte. _____	54
Figura 19.- Tabla comparativa de “Benchmarking” _____	56
Figura 20.- Tolva 1. (Google Imágenes) _____	58
Figura 21.- Tolva 2. (http://www.dmet.com.mx/tolvas%20con%20valvula%20de%20descarga.html) _____	58
Figura 22.- Tolva 3. (Google Imágenes) _____	58
Figura 23.- Tolva 4. (Google Imágenes) _____	58
Figura 24.- Dosificador de apertura neumática. (Google Imágenes) _____	59
Figura 25.- Dosificador giratorio. (Google Imágenes) _____	59
Figura 26.- Dosificador por cantidad de material. (Google Imágenes) _____	59
Figura 27.- Sistema dosificador con guías. (Google Imágenes) _____	59
Figura 28.- Sistema dosificador con uso de actuador neumático. (Google Imágenes) _____	60
Figura 29.- prensa manual mecanismo de 4 barras. (Google Imágenes) _____	60
Figura 30.- Prensa manual, principio de banco vertical. (Google Imágenes) _____	61
Figura 31.- Actuador neumático. (http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html) _____	61
Figura 32.- Prensa vertical neumática. (Google Imágenes) _____	61
Figura 33.- Actuador hidráulico. (http://www.espormadrid.es/2009/06/como-es-el-movimiento-de-las-lamas-del.html) _____	61
Figura 34.- Prensa vertical hidráulica. (http://www.prensahidraulicas.com.mx/compactadoras.html) _____	61
Figura 35.- Prensa vertical de simple efecto _____	62
Figura 36.- Prensa vertical de doble efecto _____	62
Figura 37.- Principio de manivela. (Google Imágenes) _____	62
Figura 38.- Principio de funcionamiento con levas. (Google Imágenes) _____	63
Figura 39.- Principio de funcionamiento con cremallera y piñón. (Google Imágenes) _____	63
Figura 40.- Principio de funcionamiento mediante extrusión. (Google Imágenes) _____	64
Figura 41.- Actuador neumático. (Google Imágenes) _____	64
Figura 42.- Actuador hidráulico. (Google Imágenes) _____	64
Figura 43.- Leva. (Google Imágenes) _____	65
Figura 44.- Palanca manual. (Google Imágenes) _____	65
Figura 45.- Banda transportadora. (Google Imágenes) _____	65
Figura 46.- Rodillos transportadores. (Google Imágenes) _____	65
Figura 47.- Transportador con pendiente donde se usa la gravedad como medio de generación de impulso. (Google Imágenes) _____	66
Figura 48.- Matriz de combinaciones, de acuerdo a Zwicky (Matriz Morfológica) (Pahl, 2007) _____	69

<i>Figura 49.- Alternativas de solución en la matriz morfológica</i>	70
<i>Figura 50.- Esquema de clasificación de Zwicky o matrices morfológicas</i>	71
<i>Figura 51.- Bosquejo del concepto propuesto1</i>	73
<i>Figura 52.- Concepto 2</i>	74
<i>Figura 53.- Concepto del dosificador</i>	74
<i>Figura 54.- Concepto final de la configuración aproximada que la máquina moldeadora deberá de tener.</i>	75
<i>Figura 55.- Tolva seleccionada</i>	78
<i>Figura 56.- Placa guía del dosificador</i>	80
<i>Figura 57.- Placa superior del dosificador que muestra la cavidad receptora de arcilla</i>	81
<i>Figura 58.- Placa superior del dosificador, se muestra la cavidad receptora de arcilla acotada, y se muestra el detalle del elemento de sujeción</i>	82
<i>Figura 59.- Ensamble del sistema de dosificado, placa guía y placa superior de dosificado, insertada en la ranura donde se desplaza</i>	83
<i>Figura 60.- Poste del apisonador superior</i>	84
<i>Figura 61.- Representación del apisonador en su cara de contacto con la arcilla</i>	85
<i>Figura 62.- Representación del apisonador en su cara de contacto con la arcilla, además se presentan las dimensiones del elemento</i>	85
<i>Figura 63.- Rejilla de moldeo</i>	86
<i>Figura 64.- Rejilla de moldeo acotada</i>	87
<i>Figura 65.- Ensamble del dado moldeador</i>	88
<i>Figura 66.- Representación del ensamble de la máquina, se visualiza el sistema de moldeo</i>	89
<i>Figura 67.- Representación del ensamble del dado inferior de desmolde o expulsión de ladrillos</i>	90
<i>Figura 68.- Los elementos mostrados en color azul son los que representan el sistema de desmolde, además se aprecia la rejilla de moldeo</i>	91
<i>Figura 69.- Esquema de la mesa de transporte del producto terminado</i>	92
<i>Figura 70.- Representación del ensamble completo de la máquina propuesta</i>	93
<i>Figura 71.- Vista del ensamble del dado moldeador</i>	97
<i>Figura 72.- Actuador con elemento de sujeción</i>	98
<i>Figura 73.- Ensamble del actuador hidráulico</i>	98
<i>Figura 74.- Marco del bastidor</i>	100
<i>Figura 75.- Ensamble actuador con dado de moldeo</i>	100
<i>Figura 76.- Interface actuador con dado de moldeo</i>	100
<i>Figura 77.- Placa superior del bastidor, muestra la deformación exagerada al aplicársele la carga de trabajo</i>	101
<i>Figura 78.- vista de la rejilla de moldeo, se ilustra cómo actúan las fuerzas de compresión sobre las caras internas</i>	102
<i>Figura 79.- Deformación exagerada de las caras internas de la rejilla de moldeo, al aplicársele la carga de trabajo</i>	102
<i>Figura 80.- Imagen del dado inferior, cuando es aplicada la fuerza que comprima a los ladrillos</i>	104
<i>Figura 81.- Secuencia de operaciones de los elementos seleccionados de los subsistemas</i>	106
<i>Figura 82.- Apisonador de madera fabricado para la pruebas.</i>	108
<i>Figura 83.- Otra vista del apisonador de moldeo.</i>	108
<i>Figura 84.- Foto que muestra el inserto en el apisonador.</i>	108
<i>Figura 85.- Rejilla de moldeo apoyado en soportes.</i>	109
<i>Figura 86.- Materia prima (arcilla) en ausencia de agua.</i>	109
<i>Figura 87.- Rejilla de moldeo una vez que se comprimió la arcilla con el apisonador.</i>	110
<i>Figura 88.- Resultado de la primera iteración, de moldeo.</i>	110
<i>Figura 89.- Arcilla mezclada con una cantidad mínima de agua</i>	111
<i>Figura 90.- Cavidad de la rejilla de moldeo, cuando se ha compactado con el apisonador.</i>	111
<i>Figura 91.- Desmoldado poco satisfactorio.</i>	111
<i>Figura 92.- Arcilla mezclada con agua en una proporción del 30% de humedad.</i>	112
<i>Figura 93.- Se visualiza un compactado más uniforme.</i>	112
<i>Figura 94.- Desmoldado un poco más alentador.</i>	113

Índice de tablas

<i>Tabla A.- Clasificación de elementos para la construcción de acuerdo a los materiales que lo componen. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)</i>	17
<i>Tabla B.- Dimensiones sugeridas para algunos elementos de la construcción (NMX-C-441-ONNCCE-2005)</i>	18
<i>Tabla C.- Resistencia a la compresión de algunos elementos para la construcción. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)</i>	19
<i>Tabla D.- Absorción de agua de acuerdo a las norma NMX-C -441-ONNCCE-2005. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)</i>	19
<i>Tabla E.- Declaración de la Misión</i>	28
<i>Tabla F.- Interpretación de las Necesidades - Cliente</i>	32
<i>Tabla G.- Necesidades - métricas</i>	34
<i>Tabla H.- Importancia Necesidades - métricas</i>	35
<i>Tabla I.- Matriz Necesidades - Métricas</i>	35
<i>Tabla J.- Algunos valores importantes de las especificaciones objetivo esperados.</i>	39
<i>Tabla K.- Información de la malla obtenida con el programa NX Nastram que incluye el programa SolidEdge.</i>	103
<i>Tabla L.- Información de los desplazamientos obtenidos con NX</i>	103
<i>Tabla M.- Resultado de los esfuerzos obtenidos con NX Nastram, para el caso del dado inferior de desmolde</i>	104
<i>Tabla N.- Cantidades de ladrillos a moldear</i>	105
<i>Tabla O.- Datos generales de máquina diseñada</i>	105

INTRODUCCIÓN

Esta tesis presenta una propuesta del diseño de un dispositivo o máquina que brinde tentativamente solución a la problemática de un taller artesanal típico que se dedica a la actividad económica de la fabricación y comercialización de ladrillo rojo. En la presente tesis se abordará la problemática y se realiza la aplicación de una metodología de diseño desde el enfoque de diseño centrado en el usuario.

En el capítulo 1 denominado *Antecedes*, se muestran detalles generales de la industria del ladrillo en México, así también se muestran aspectos de la problemática del sector del ladrillo. También de manera introductoria se darán a conocer aspectos como, lo que es un ladrillo, su importancia como elemento de construcción, algunas de las propiedades características de este elemento y también se hablará brevemente de la actividad específica del moldeo del ladrillo.

En el capítulo 2 se abordará la problemática que presenta el taller típico artesanal, en donde se lleva a cabo la elaboración de dicho producto. Se argumentan los aspectos que se necesitan mejorar en el proceso de fabricación, se define que si se mejora la actividad del moldeo es la que tendrá mayor impacto en la productividad. A su vez en este capítulo se establecen los objetivos generales y particulares que seguirá este proyecto.

El capítulo 3 abordará las especificaciones del producto, desde su origen como es que se llega a dar una especificación, a partir de conocer las problemáticas y necesidades de los usuarios, y como estas necesidades tendrán que ser procesadas e interpretadas para que sea posible la asignación de valores medibles y por consiguiente se conviertan en las metas u objetivos a solucionar. También cabe señalar que de todas las necesidades se estableció un orden jerárquico, en el cual primeramente se buscará dar solución a aquellas que tiene mayor importancia.

El capítulo 4 llamado *generación de conceptos*, tiene el objetivo principal de mostrar que el dispositivo de solución, deberá de hacer, como lo es la transformación de material a la entrada del sistema y como consecuencia la entrega de un producto en donde se ha cambiado la geometría de este material; pasando un material del estado inicial A, hacia un estado final B, en donde existe una etapa intermedia de transformación de la materia. También se realiza la identificación y la separación de del proceso en subfunciones para que sean más sencilla la resolución por separado de cada una de estas funciones identificadas. Continuando con la metodología de diseño se presentan estudios comparativos con otros productos que han dado solución a este problema en diferentes lugares, se presentan información de patentes consultadas y también de productos comerciales de referencia. Y se realiza una comparación de estos en un *Benchmark*, que ayuda a visualizar que tipo de equipos sería más adecuado diseñar.

El capítulo 5 *selección de conceptos*, muestra la metodología que ha sido empleada para tomar los principios de funcionamiento que dan solución de mejor manera a cada una de las subfunciones de la máquina moldeadora, la totalidad de las tablas de selección que fueron realizadas en este proceso de selección, podrán ser consultadas en el anexo C. Se muestra

también un aspecto importante en la selección de los subsistemas con el apoyo de las matrices morfológicas que son de mucha importancia en este trabajo de tesis y permite realizar la combinación adecuada de los principios de funcionamiento seleccionados como consecuencia del uso de las matrices de decisión. Finalmente se ilustran algunos conceptos que tentativamente podrían brindar ideas de solución.

En el capítulo 6, *diseño de detalle*, se presentan los bosquejos que fueron realizados con ayuda de un CAD, para representar los principios de solución seleccionados y también ya como un sistema que conjunta cada uno de los elementos de la máquina de moldeo. En este capítulo también se da una descripción de cada uno de los subsistemas y la manera en que interactuarán con los demás componentes. Se mostrarán algunos cálculos básicos además de presentar imágenes del análisis realizado mediante el uso del método de los elementos finitos, a los componentes que se consideran de función crítica.

En el capítulo 7 que se llamó *resultados y conclusiones*, se encuentra la descripción e impresiones de este proyecto de diseño, los aspectos que se alcanzaron y cuáles no. También se muestran algunos aspectos de cantidades consideradas que se pudieran lograr con el uso de esta máquina, así mismo se muestran una estimación del posible valor del dispositivo.

Finalmente en los anexos se presentan aspectos generales como tablas que fueron de utilidad en este proceso de diseño, pero al final también se muestran los planos de construcción de la máquina que se ha propuesto.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Descripción de la industria del ladrillo en México.

La industria de la construcción es un sector que es y ha sido siempre muy importante en el crecimiento de los países, a través de la historia el ser humano ha utilizado una gran cantidad de materiales los cuales ha encontrado de manera natural y con el paso del tiempo también la curiosidad del mismo lo ha llevado a combinar diversos materiales y de manera empírica observar que estas combinaciones de materiales han resultado de manera benéfica en la obtención de nuevos materiales. (Pellicer, 2009)

En el caso de la construcción, se ha utilizado el ladrillo como un elemento estructural, para la construcción de casas, edificios, etc. Posicionándolo como uno de los elementos para la construcción predilectos por los usuarios.

En la actualidad el ladrillo sigue vigente como un elemento para la construcción muy utilizado, y posicionado como uno de los de mayor preferencia, debido a diferentes características como son la gran resistencia a la compresión, también algunas propiedades térmicas, y estéticamente es muy vistoso para fachadas de casas habitación. (Pellicer, 2009)

No obstante aunque el proceso de fabricación de ladrillo está ya industrializado en muchos países, en otros tantos se sigue realizando de una manera muy rudimentaria. Esto es debido a diferentes factores como son la falta de apoyos gubernamentales y que típicamente se ha considerado un trabajo muy menospreciado por los diferentes grupos de la sociedad.

La manera de fabricar ladrillos puede ser manual o con la ayuda de dispositivos mecánicos, electromecánicos, etc. En México estas tecnologías están disponibles, desafortunadamente estos equipos, debido a su costo no son tan accesibles a la economía de las personas que se dedican a esta actividad productiva. Por tal razón aún con la disponibilidad de estos equipos, se sigue realizando la actividad de manera manual, trayendo demasiadas desventajas competitivas, creando un gran rezago y propiciando que este sector no crezca y este condenado al olvido.

Este proyecto plantea el diseño de un dispositivo que cumpla la función de moldear arcilla humedecida y transformar esta materia prima en un producto con una geometría diferente al estado inicial al que entra al sistema, entonces se obtendrá un ladrillo que ha sido

compactado y que adoptará la geometría de un prisma rectangular que es la configuración típica del ladrillo. Y estará listo este producto para un proceso subsecuente, el cual es el proceso de secado, después continúa el proceso con la cocción del mismo y por consiguiente la obtención de un ladrillo de forma prismática para su uso en la construcción de casas habitación principalmente.

Si bien el problema del moldeo del ladrillo se ha resuelto ya desde hace mucho tiempo y en diferentes lugares, y se han diseñado infinidad de dispositivos y máquinas que dan a solución a esto, cabría el cuestionamiento por qué no se opta por la adquisición de máquinas comerciales. La respuesta es que debido a las condiciones en las que se encuentran los talleres artesanales, no les es posible el ahorro de recursos económicos para comprar máquinas; pero estas soluciones inmediatas a sus problemas no están en sus alcances económicos.

Por tal razón se pretende diseñar un tipo de máquina que satisfaga en específico a una región que tienen características muy similares en el aspecto que se dedican a la misma actividad económica, que tienen similares capacidades productivas y todos los talleres artesanales tienen la problemática de la falta de productividad del producto que comercializan.

El presente proyecto pretende dar solución a la problemática existente en una región de estado de México, en concreto en el municipio de Toluca, en el poblado de Palmillas, el cual se encuentra a las afueras del municipio de Toluca; en esta región se realizan actividades productivas de la fabricación de ladrillo rojo, el cual tiene un proceso de cocción. Este ladrillo se realiza de manera artesanal y además no cuenta con los recursos suficientes para la adquisición de equipos comerciales.

Este proyecto tiene como objetivo seguir una metodología de diseño que permita realizar una adecuada elección del dispositivo que mejor satisfaga las necesidades del moldeo de la arcilla. A su vez se pretende que el diseño de la máquina sea de bajo costo comparado con algunos productos comerciales existentes, y que dé solución al problema de la capacidad de moldeo, también que sea útil y que sea de fácil mantenimiento para lo cual se tiene en mente utilizar componentes comerciales que permitan el reemplazo de componentes cuando así se requiera.

1.2 Introducción a la problemática existente en la fabricación de ladrillo.

En esta sección se tratará de dar una perspectiva general de la manera en que se realizan estos ladrillos en una región en el Estado de México. Ubicada en el poblado de Palmillas, perteneciente al municipio de Toluca. Y básicamente en esta región se encuentran ubicados varios negocios que se dedican a la fabricación y comercialización de ladrillos rojos. También en los poblados circundantes existe esta misma actividad económica, posicionándola como de gran importancia porque es la fuente de ingresos para muchas familias.

Los talleres típicos artesanales que se dedican a dicha actividad son de capacidad productiva muy baja, debido a que toda la actividad se realiza de manera manual sin la implementación de maquinarias o nuevas tecnologías.

Las condiciones laborales en las que se encuentran la mayoría de los talleres de esta entidad, son deprimentes debido a que las ganancias que llegan a tener en esta industria son pocas y no es posible que exista un margen de utilidad suficiente para poder invertir lo necesario para la adquisición de equipos o la modernización de las instalaciones, la cuales permitan producir en mayores cantidades y ser más competitivos.

Como la mayoría de las industrias, lo que pretende este sector es que con base en la producción y venta de sus productos se obtenga un buen margen de utilidad y que ésta sea suficiente para poder crecer y así se permita la adquisición de herramientas y maquinarias, lo que traería como consecuencia la modernización y un cambio significativo en la forma en que se realiza la actividad productiva, logrando posicionar mayor cantidad de producto en el mercado local, además que favorecer las condiciones ergonómicas de trabajo.

Sin embargo estos cambios tan anhelados por la mayoría de los pequeños productores no son fáciles de lograr por la gran dificultad que les resulta juntar recursos económicos para la adquisición de algunos sistemas o equipos que faciliten la actividad.

Las entidades gubernamentales por su parte, deberían de impulsar programas de apoyo a los microempresarios de este sector con la finalidad de facilitar la modernización de las instalaciones mediante créditos que no sean tan elevados como los que ofrecen, las instituciones financieras, cuyas tasas de interés no son nada amigables y reducen las posibilidades de solicitar un apoyo a las instituciones, quedando de esta manera frustradas sus intenciones de mejorar y poder ofrecer productos de mejor calidad.

1.3 Datos generales del sector productor del ladrillo

Se ha mencionado que se desea diseñar una máquina para facilitar el proceso de moldeo del ladrillo que pueda beneficiar a una región en específico debido a que ahí se concentran varios talleres familiares dedicados a la fabricación del ladrillo.

El taller familiar típico en el cual se desarrollara el proyecto, se dedica a la fabricación de ladrillo de una manera artesanal. La manera en que se realiza este producto involucra deficiencias en el proceso ya que no cuentan con ningún método de trabajo, ni maquinaria y muy pocas herramientas. Lo cual trae como consecuencia una gran demanda de esfuerzo físico y condiciones de trabajo insalubres por la falta de equipo de protección. Porque la forma en la que realizan los procesos de fabricación del ladrillo no ha sufrido ningún cambio importante desde la formación de estas ladrilleras (este término es el que comúnmente es utilizado para referirse a los talleres en donde se lleva a cabo la producción de los ladrillos para la construcción).

El lugar de estudio en la que se desarrolla el proyecto, está ubicada en Toluca, Estado de México y se fundó hace 20 años.

El dueño de la ladrillera además de ser el propietario, coordina todas las operaciones y participa en cada una de ellas. Para la realización de esta actividad cuenta con cinco personas más que al igual que el propietario llevan a cabo cada una de las operaciones en la producción de ladrillo. En algunas ocasiones dependiendo de la demanda del producto, se puede llegar a echar mano de más personal que auxilia en las actividades de la fabricación del ladrillo, pero son trabajos eventuales generalmente.

Esta microempresa cuenta con las siguientes instalaciones propias:

- Un terreno de 2500 m².
- Cuenta con todos los servicios (agua potable, luz).
- Un horno de cocción con capacidad para 20 millares.
- Un área techada para el secado de 210 m².
- Herramientas (palas, picos, carretillas, azadones, cajas gaveras para moldear).

El alcance productivo es discreto y el promedio mensual de ladrillos terminados es de aproximadamente 18,000 ladrillos,

El mercado al que se enfoca esta microempresa es la venta directa a particulares, y se entiende por particulares las personas que acuden a las instalaciones donde se fabrica el ladrillo y el público en general que hace solicitud de material de forma directa. Por otra parte se pretende que aumentando la capacidad productiva se amplié el mercado y se posicionen productos en las casas materialistas de la región.

1.4 Descripción del trabajo realizado en la ladrillera.

Esta ladrillera empezó a operar en el año de 1989, en el domicilio de Palmillas, en Toluca Edo. De México, pero anteriormente operaba en San Pablo Autópan en el mismo municipio de Toluca, Edo de México.

Después de la recesión económica del año de 1994 se decidió ampliar el área de trabajo debido a los requerimientos de ese entonces así lo exigían, el ramo de la construcción tuvo un auge bastante bueno en esos años.

Al principio el área de trabajo y de secado con la que contaban tenía unas dimensiones de 11.36m x 25m, lo que la hacía un área consideradamente adecuada para los requerimientos en ese entonces, pero actualmente cuentan con un área más grande con dimensiones de 11.36m x 43.6m.

El horno de cocción que se utilizaba anteriormente para cocer el ladrillo, tenía una capacidad de 14 millares y actualmente se cuenta con un horno que tiene una capacidad de hasta 18 millares y otro horno independiente con capacidad de 7 millares.

Desde la puesta en marcha de la ladrillera no se ha cambiado el método el cual es tradicional y totalmente empírico. La forma de producir ladrillos ha sido la misma desde que empezaron y el conocimiento de cómo se lleva a cabo la elaboración de los ladrillos han pasado de persona en persona, teniendo como base los conocimientos adquiridos a través de estos 20 años por el dueño de la empresa quien conoce todas y cada una de las operaciones necesarias para fabricar ladrillos.

Uno de los grandes problemas a los que se ha enfrentado la microempresa es que este sector está un tanto desprotegido por las entidades gubernamentales, ya que no hay muchos apoyos para estos pequeños productores de ladrillo. Debido a que son pequeños productores y su margen de utilidad es poca no están registrados como una empresa ante la SHCP.

1.5 Breve descripción del ladrillo.

Un ladrillo es una pieza de construcción, generalmente cerámica y tiene la forma de un prisma rectangular o paralelepípedo ortogonal, cuyas dimensiones permiten que se pueda colocar con una sola mano por parte de un operario de la construcción.

Los ladrillos son utilizados como elemento para la construcción desde hace unos 11.000 años.

Los sumerios y babilonios secaban sus ladrillos al sol; sin embargo, para reforzar sus muros y murallas, en las partes externas, los recubrían con ladrillos cocidos, por ser estos más resistentes.

Los ladrillos se elaboran con “*Arcilla*”, que es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos, hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita.

A continuación en la *Figura 1.- Arcilla en su estado natural y aplicaciones.* Se muestra la arcilla en los yacimientos y así mismo se presentan algunas aplicaciones comunes de la arcilla.



Figura 1.- Arcilla en su estado natural y aplicaciones.

(<http://losplasticos.wordpress.com/>), (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nomenclatura_ladrillo.svg)

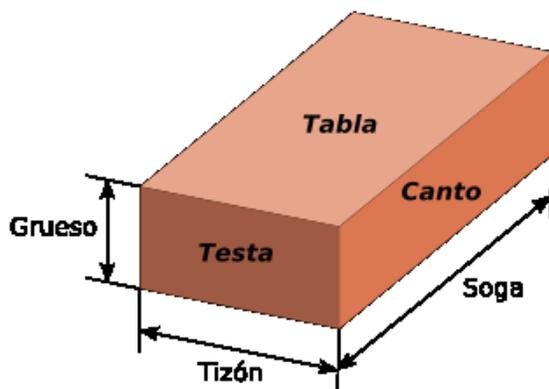
1.5.1 Tipos y Geometría del ladrillo.

Es muy común que en el mercado de la construcción se encuentre con diferentes materiales para la construcción y uno de ellos es el ladrillo, también se encuentran en diferentes presentaciones y con diferentes geometrías, las cuales cumplen algún requerimiento para cierto sector, ya pueden ser estas necesidades de carácter estructural o estético. A continuación se describen algunos tipos de ladrillos que son ampliamente usados en el sector de la construcción.

Tipos de ladrillos:

- Macizos: son planos y tienen, en una de sus superficies, un nivel más bajo que las restantes (cara hundida). Esta depresión sirve para unir los ladrillos unos con otros cuando se la rellena con materiales de agarre.
- Especiales: son de formas variadas por lo que solucionan el toque final de las paredes decoradas. Los hay rematados con doble canto, terminados en curvas, con ángulos esquinados y con puntas redondeadas.
- Perforados: tienen agujeros que los atraviesan de lado a lado y que cumplen la función del hundido de los ladrillos estándar.
- Huecos: constituyen una verdadera muralla contra la humedad. Pesan muy poco y tienen múltiples aplicaciones en la construcción, como la de levantar dobles muros

Existen diferentes calidades de ladrillos. Los de interior no se deben usar para muros exteriores; los de calidad especial se emplean para levantar muros en lugares de clima duro y los de calidad corriente son los de uso más habitual. Su forma es la de un prisma rectangular, tiene entonces dimensiones que se pueden medir en ancho de la base, largo de la base y la altura o espesor del ladrillo; por otra parte también de manera *coloquial* en algunos lugares le han denominado con otros nombres a sus dimensiones, ejemplo de esto son estos nombres que se enuncian; *soga*, *tizón* y *grueso*, siendo la *soga* su dimensión mayor, en la *Figura 2.- Dimensiones del ladrillo*, se presentan las dimensiones del ladrillo con los nombres comunes de sus caras.



Dimensiones del ladrillo
25 x 12 x 5 cm.

Figura 2.- Dimensiones del ladrillo en una manera coloquial de nombrarlo.

(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nomenclatura_ladrillo.svg)

1.5.2 Características de los ladrillos.

Los ladrillos tienen algunas características por lo que se encuentran dentro de las preferencias de las personas en el ramo de la construcción, dentro de tales características se pueden mencionar los siguientes:

- ❖ Excelente resistencia a la compresión.
- ❖ Perfecta adherencia con los morteros.
- ❖ Baja conductividad térmica.
- ❖ Es vistoso en fachadas.
- ❖ Bajo costo.
- ❖ Durabilidad.

Dentro de la normatividad existente la Norma Mexicana NMX-C-441 ONNCCE- 2005, establece una clasificación de acuerdo al tipo de pieza que es así como los materiales con los que se realiza típicamente. La *Tabla A.- Clasificación de elementos para la construcción de acuerdo a los materiales que lo componen.*, muestra información que está contenida en la Norma NMX-C-441-ONNCCE-2005, que habla sobre algunos elementos para la construcción dentro de los cuales se encuentra el ladrillo.

Tabla A.- Clasificación de elementos para la construcción de acuerdo a los materiales que lo componen. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)

NMX-C-441-ONNCCE-2005.		
Tipo de pieza	Materiales	Forma
Macizo Bloque Hueco	Grava-cemento	Rectangular
	Arena-cemento	
	Barro extruido	
	Arcilla recocida	
	Otros	
Tabique macizo (ladrillo) hueco y multiperforadora	Silicio calcáreo	Rectangular
	Barro extruido	
	Arcilla recocida	
	Otros	
Tabicón	Grava-cemento	Rectangular, otras
	Arena-cemento	
	Tepojal-cemento otros	

Por otra parte las dimensiones del ladrillo se establecen como se muestra en la *Tabla B.- Dimensiones sugeridas para algunos elementos de la construcción* en donde no establece la norma de manera tajante que deben de ser de una dimensión específica, más bien es una sugerencia de las mínimas dimensiones aceptables.

Tabla B.- Dimensiones sugeridas para algunos elementos de la construcción (NMX-C-441-ONNCCE-2005)

NMX-C-441-ONNCCE-2005.

Pieza	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)
Bloques de concreto	10 a 30	10 a 30	Más de 30
Ladrillos, tabiques y tabicones	10 a 30	Hasta 15	Hasta 30

Por esta razón existen distintas medidas de ladrillos en el mercado por que la norma en ningún momento es tajante en que las dimensiones deben de obedecer a una dimensión específica, simplemente sienta las dimensiones mínimas.

Las dimensiones de las piezas son de +/- 3m de altura y +/- 2 m de largo y el ancho, según lo establecido en la norma, para cada tipo de pieza.

La norma NMX-C-441-ONNCCE-2005, establece en que la resistencia a la compresión deberá de ser de acuerdo a los valores que se muestran en la *Tabla C.- Resistencia a la compresión de algunos elementos para la construcción.*

Dentro de las especificaciones que señala la norma es la resistencia mínima que el ladrillo deberá de soportar, de acuerdo a las condiciones en las que normalmente son empleados estos elementos de la construcción.

Tabla C.- Resistencia a la compresión de algunos elementos para la construcción. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)

Tipo de pieza	Resistencia mínima	
	promedio N/mm ² (kgf/cm ²)	Resistencia mínima individual N/mm ² (kgf/cm ²)
Bloques y Tabicones	3,5 (35)	3,0 (30)
Tabique recocido	3,0 (30)	3,0 (30)
Tabique, Ladrillo extruido	3,0 (30)	2,5 (25)
Celosía	2,5 (25)	2,0 (20)
Piezas hechas a mano	2,5 (25)	2,0 (20)

De igual manera, el ladrillo es un elemento de construcción que es poroso, por tal razón es común que presente una característica de absorción de humedad, en la *Tabla D.- Absorción de agua de acuerdo a las norma NMX-C -441-ONNCCE-2005*. Se establece los valores típicos admisibles de la absorción de humedad de ladrillo, así como de otros elementos para la construcción.

Tabla D.- Absorción de agua de acuerdo a las norma NMX-C -441-ONNCCE-2005. (NMX-C-441-ONNCCE-2005)

Tipo de pieza	Absorción máxima de agua en % durante 24 h	
	Máxima promedio	Máxima individual
Bloques y Tabicones	25	27
Tabique recocido macizo	22	25
Tabique, Ladrillo extruido	22	25
Celosía	25	30
Piezas hechas a mano	25	30

1.6 Moldeado del ladrillo.

Los primeros ladrillos fueron hechos a mano, aunque pronto fue introducida la costumbre entre los pueblos que disponía de madera, de dividir la masa en pequeños montones de masa similar e introducirla en moldes rectangulares a modo de pastillas regulares; en cambio pueblos que no poseían madera como los egipcios moldeaban el barro en nichos excavados en el suelo.

Las civilizaciones que emplearon el ladrillo cocido y en particular los romanos observaron que la cocción mejoraba y requería de menor material combustible si se disminuía el espesor de las piezas. Aunque se conocen diversas dimensiones de fabricación, son típicos los *ladrillos romanos* de 30 X 30 X 4 cm.

Los ladrillos se moldeaban pisando o apisonando la arcilla sobre una plancha o un batidor de madera y cortándola luego en unidades que se dejaban secar hasta que adquirieran la suficiente firmeza como para ser apilados.

Tras la caída del imperio romano, la producción de ladrillos disminuyó de manera muy apreciable hasta que en el siglo XII volvió a recuperarse progresivamente la técnica en toda Europa, introduciendo las dos principales técnicas de moldeo que aún persisten: el moldeo conocido como “de paleta” y el de “barro blando”.

El primero se basa en el empleo de moldes prismáticos de madera o metálicos formado por una base común y para una serie de batidores que se colocan sobre aquella.

Desde el siglo XVII la base se dotaba de piezas alzadas fijadas a ella a modo de contramoldura que servían para ajustar los batidores y que permitan crear moldura en una de las caras del ladrillo acabado.

Una vez montados los batidores sobre la base, ambas bases se espolvoreaban de arena en una capa muy fina. A continuación se introducía en el molde una arcilla muy maleable y se presionaba hasta que ocupase bien todo el hueco, rebajando el exceso con una paleta. Tras un periodo de secado, se volteaba el ladrillo, llevándolo a una plataforma de secado en la que se apisonaba.

Los ladrillos obtenidos adquirirían tras la cocción una apariencia atractiva, a causa de la arena que recubría sus caras y que, con la presión se adhería a la arcilla. Esta técnica se remontó a la revolución industrial introduciendo el *presado a máquina*: En este caso las técnicas de prensado difieren en función del tipo de arcilla empleado.

Cuando ésta es de alta plasticidad, se introduce mediante una poderosa prensa en los moldes enarenados. La propia máquina retira las piezas, lava los moldes y los vuelve a

enarenar, Los ladrillos así producidos careen del aspecto de los manufacturados, pero constituyen, no obstante buenos productos, desde luego más baratos que los anteriores.

Si la plasticidad de la arcilla es menor, *semiseca o dura*, éstas han sido reducidas a un polvo de grano más basto, aunque lo suficientemente pequeño como para que se asegure la cohesión de la mezcla. Cuando se trata de arcillas *semisecas*, la humedad natural de la arcilla resulta normalmente suficiente: el polvo húmedo se presiona en el molde, dando lugar a un tipo de ladrillo casi seco y de aspecto terso, tan consolidado que puede pasar ya directamente al horno.

En cambio cuando se emplean *arcillas duras*, su plasticidad se mejora añadiéndoles agua tras el tamizado antes de ser prensadas, motivo por el cual las piezas recién preparadas deben permanecer algún tiempo en proceso de secado antes de la introducción al horno.

Los ladrillos de este tipo tienen caras muy lisas y vivas sus aristas. Es posible dar algo de textura a su superficie mediante chorro de arena o algún otro medio mecánico. También admiten una terminación de arena, pero en tal caso el color de la superficie puede ser distinto al del cuerpo del ladrillo, dando lugar a un feo contraste si se deteriora.

El moldeo de barro o de un lodo blando se hacía de modo similar pero sustituyendo el arenado por un simple mojado, de modo que el agua actué como un lubricante que impide que la arcilla se pegue al molde cuando se desencofra; sin embargo los ladrillos están tan húmedos que deben dejarse escurrir y secar sobre un suelo de arena durante algunos días antes de ser apilados. Este método fue progresivamente abandonado desde principios del siglo XX.

Existe una alternativa de moldeo para las recién descritas técnicas que requieren de molde: se trata de la técnica de extrusión de pasta de arcilla a través de una matriz perforada en grandes longitudes que se van cortando mediante un juego de alambres tensos unidos a un armazón.

Este es el método que se utiliza actualmente en la producción de la mayor parte de los ladrillos en los países industrializados, aunque se va introduciendo progresivamente en países en vías de desarrollo, pues resulta más económico incluso a escalas de producción más modestas. El método tiene su origen a mediados del siglo XIX y puede ser aplicada a la mayor parte de las arcillas, salvo aquéllas en las que su plasticidad sea demasiado grande. Sin duda se trata del método de producción de más alto rendimiento, pues permite fabricar alrededor de 40,000 piezas por hora.

La técnica consiste en conducir la arcilla húmeda mediante una cinta transportadora a través de la matriz cortando la columna emergente mediante alambre tenso dispuesto a la distancia requerida. Las piezas pueden ser perforadas para favorecer la reducción de costos de energía y garantizar la homogeneidad de la cocción.

El cortado por alambre puede producir marcas en las caras del ladrillo; por ello cabe la modalidad de prensado posterior de aquéllos tras el corte, para dar lugar a superficies lisas y aristas bien definidas.

También en este caso puede obtenerse una gran variedad de terminaciones superficiales por texturado mecánico o chorro de arena.

En general los ladrillos cortados con alambre son más baratos aunque algo menos compactos que los prensados, por su modo de fabricación, a diferencia de otros tipos suelen carecer de moldura.

También existen máquinas que moldean ladrillos a partir del principio de funcionamiento de compresión, la base es una prensa la cual en estos tiempo usualmente son hidráulicas o neumáticas, dependiendo del uso, de las condiciones de trabajo, de las cantidades de ladrillo que se desea moldear y de la durabilidad estimada de la máquina. Con la aplicación de otras áreas del conocimiento en el proceso de conformado de ladrillo se han utilizado otras técnicas como es la automatización, lo que ha permitido poder controlar y sincronizar de manera más eficiente el proceso de conformado de los ladrillos. Por otra parte se han mejorado los ciclos de moldeo debido a que todo es un sistema, comenzando con el suministro de la materia prima a través de bandas transportadoras que son movidas con diversos motores y controladas por diversos sistemas de control, en la parte operacional el desarrollo que ha existido en esta área es significado debido a que equipos muy automatizados son hoy en día programados y controlados por medio de computadora, y la participación de la mano del hombre se ha limitado en muchos aspectos a funciones de monitoreo del proceso.

Pero esos solamente existe en empresas con capacidades productivas de nivel industrial y en donde la capacidad adquisitiva es considerablemente alta.

CAPÍTULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Introducción

Una de las problemáticas dentro de la actividad de la fabricación de ladrillo es el moldeo del ladrillo, no siendo esta la única problemática, existen otras más como lo es el problema del secado del ladrillo. Para este caso de estudio se enfocará únicamente en el moldeo del ladrillo.

La actividad en la elaboración de ladrillos es realizada de manera manual o artesanal, es una actividad que demanda una gran actividad físicas; estas prácticas se realizan en condiciones que no son las más adecuadas, debido a que todas estas operaciones se realizan de manera manual y debido a la naturaleza del trabajo, se necesitan de largas jornadas de trabajo para la obtención de los ladrillos moldeados.

En cuestiones de productividad, no se puede ser muy competitivo con respecto a los productores de ladrillo que utilizan algún método mecánico, semiautomático o automático, en la elaboración del mismo. Debido a que no se puede cubrir una demanda muy grande de producto, pues se depende de la capacidad física de los trabajadores para moldear los ladrillos.

Por otro lado es importante destacar que el mercado disponible para la venta de estos productos no es tan limitado y si existen clientes potenciales interesados en la adquisición del producto.

Por lo tanto entonces existen diferentes factores que limitan el crecimiento de esta empresa entre los cuales se pueden mencionar:

- La capacidad productiva de ladrillo es limitada, debido a que los procesos de moldeo o formado del ladrillo se realizan de manera manual, siendo así una actividad física muy desgastante.
- Este proceso es ergonómicamente difícil de realizar, se requiere la utilización de una fuerza física considerable, lo que limita que este trabajo pueda ser solamente para personas que se encuentran en edades tempranas y maduras en donde el estado físico es importante para realizar dicha labor.

Tomándose en cuenta estos dos criterios, podríamos decir que esta es una base de la cual se podría partir para buscar implementar una mejora en la manera en que se podría realizar uno de los *procesos críticos* de esta actividad como lo es el del moldeo del ladrillo.

También ciertamente existen en el mercado diversas máquinas para el moldeo de ladrillos, con diferentes capacidades y por consiguiente de diferentes costos, esto es proporcional a la cantidad deseada de moldear, mayor tendrá que ser la inversión en la adquisición de la máquina. También las máquinas de alta producción son de origen extranjero, principalmente de la india y china que son países que han aplicado mayor tecnología en el desarrollo de máquinas de moldeo más sofisticadas.

El problema como tal al que se pretende dar solución es el de la capacidad productiva la cual se resolvería con el uso de una máquina que moldee una mayor cantidad de ladrillos en comparación con los que son realizados de manera manual. Y además se mejorarían las condiciones de trabajo de las personas involucradas en dicho proceso de fabricación.

La interrogante sería porque existiendo equipo disponible en el mercado porque no se opta por la adquisición de una máquina comercial. El obstáculo es que los productores de ladrillo en la región de estudio no cuentan con los recursos económicos suficientes para la adquisición de una máquina comercial, este fenómeno en general es constante en todo el país debido a que como se mencionó esta actividad ha sido marginada y las personas que lo realizan son generalmente personas con escaso nivel educativo, una escasa educación financiera que permita clarificar sus expectativas de la actividad e impulsarla al crecimiento.

2.2 Objetivo General.

- Diseñar un dispositivo o una máquina, que mejore uno de procesos críticos el cual es el moldeo del ladrillo, y además que esta máquina permita que se realice de una manera más sencilla y obteniendo una mayor cantidad de productos moldeados.

2.3 Hipótesis.

- Si es posible diseñar una máquina para moldear arcilla, que permita aumentar considerablemente el moldeo del ladrillo y además permitiendo que esta actividad sea demande un menor desgaste físico por parte de los trabajadores.

2.4 Objetivos Específicos

- ❖ Realizar un análisis de las necesidades de los productores de ladrillo, a fin de conocer qué principio de funcionamiento es adecuado para el diseño del dispositivo.
- ❖ Proponer un modelo que satisfaga las necesidades del cliente.
- ❖ Realizar el diseño del bastidor mediante un CAD.
- ❖ Simular el sistema de moldeo de ladrillo.
- ❖ Realizar el análisis estructural mediante la utilización de paquetería de elemento finito.

2.5 Justificación del Problema

De acuerdo con la problemática que presenta el taller típico artesanal que realiza los ladrillos, el aspecto primordial que se tiene que resolver es el de asegurar su permanencia en el mercado por concepto de sus ventas de producto. Por tal razón una de las maneras de conseguir esto, es mediante una *mayor oferta de producto al mercado*, con esto se indica que se deberá de contar con mayor cantidad de productos para que el cliente los adquiera en el momento que él los requiera.

Sabiendo que se requiere posicionar una mayor cantidad de productos en el mercado, la forma con que actualmente se realiza el moldeo de ladrillos no es suficiente para lograr una mayor producción, por otra parte se sabe la inversión más importante que realiza la microempresa es el pago de la mano de obra por concepto del moldeo del ladrillo. Cuya actividad se realiza de manera manual y a los trabajadores se les remunera económicamente por millar de ladrillo moldeado.

El concepto de pago de mano de obra por moldeo del ladrillo representa más de una tercera parte del precio de venta. Lo cual reduce considerablemente el margen de utilidad, por ende es sumamente complicado para estos talleres típicos artesanales el realizar ahorros para reinvertir en alguna tecnología para el beneficio de la actividad económica que realiza.

El proceso del moldeo es el que realmente establece la cantidad de producción, debido a que se tiene que contratar a personal adicional cuando se requiere aumentar la producción por concepto de pedidos de los clientes.

Un trabajador normalmente puede producir (moldear) en promedio 1500 piezas, en una jornada habitual que puede variar de entre 6 y 8 horas. Debe de considerarse que este trabajo no únicamente considera la parte del moldeo, si no que el trabajador tiene que realizar el levantamiento y acomodo de los ladrillos para la fase subsecuente del secado del

ladrillo. La cantidad de ladrillos que son moldeados puede variar dependiendo del ritmo con que moldea el trabajador, en este caso puede realizar moldeo de hasta 2000 piezas aproximadamente; a los trabajadores esta situación es conveniente porque este trabajo se le retribuye por la cantidad de piezas moldeadas y no por la cantidad de horas empleadas en la elaboración.

La actividad de moldeo es una actividad muy desgastante y es variable de acuerdo a la rapidez y habilidad del trabajador.

Por otra parte para los productores de ladrillos es una preocupación que el mayor costo en la producción de ladrillo, es atribuible al concepto de pago por la elaboración del ladrillo, como se mencionó con anterioridad, este concepto es pago por pieza.

Considerando que el propósito de toda empresa, al igual que el de las productoras de ladrillo es obtener un mayor margen de ganancia, es conveniente abordar el punto crítico en el que el productor tiene que invertir mayores recursos para la elaboración de su producto. Este es sin duda alguna, el proceso de moldeo del ladrillo, el cual mejorando la manera en que se está realizando dicho moldeo, se verá reflejado en una mayor cantidad de producción de producto; se puede también tener una mayor oferta de producto ante los mercados y por consiguiente se obtendrían mayores ganancias.

Los márgenes de utilidad se verían favorecidos por la disminución de los costos en el moldeo del ladrillo, mediante la implementación de una máquina moldeadora de ladrillos que permita el fácil moldeo, así como una mayor producción de ladrillos por hora, además de mejorar considerablemente las condiciones ergonómicas de los trabajadores, creando un ambiente más propicio para el desarrollo de esta actividad.

Los hornos de cocción que se utilizan para cocer el ladrillo, tienen una capacidad aproximada de 18 millares, en ocasiones suelen ser de 20 millares de ladrillos, la horneada del ladrillo dura entre 18 – 20 hrs, también estas horneadas se realizan en un lapso de tiempo aproximado de entre 15 – 20 días.

Debido a que se tiene mucha dependencia del proceso de moldeo de ladrillo, se tiene que esperar a moldear la cantidad necesaria para completar una horneada, además se depende de otros factores externos como lo son las condiciones climáticas en las que se lleva a cabo el secado de los ladrillos. Este proceso de secado es muy variable, los ladrillos moldeados, se pueden secar, ósea perder humedad en un lapso de 7 días; en épocas de lluvias es más difícil, en comparación con los días en donde se tienen días completamente soleados. La mayor cantidad de humedad en la pasta de arcilla, requiere su tiempo para que se remueva la humedad, no se debe de hacer de manera súbita esta eliminación de la humedad porque podría ser contraproducente.

Aun así el cuello de botella en la producción de ladrillos, radica en el *proceso de moldeo*, entonces es fin primordial del proyecto proporcionar una opción para aumentar la producción de ladrillos, utilizando la misma cantidad de personas, con un aumento considerable en la rapidez de producción y mejorando las condiciones ergonómicas de los trabajadores que se refleje en la realización de los productos con un menor esfuerzo físico.

El objetivo es diseñar un dispositivo que permita el fácil moldeo de ladrillos, aumentado la producción actual al 100% con la implementación de una máquina que ahorre tiempo, dinero y esfuerzo en la fabricación de los ladrillos.

La necesidad de implementar una máquina o dispositivo que favorezca el moldeo del ladrillo, tiene también como propósito que aumentando la producción, es posible dar empleo a una mayor cantidad de trabajadores de la región, también será posible que los trabajadores realicen operaciones en los diferentes procesos de la fabricación del ladrillo.

El hecho de que se pretenda mejorar la actividad de moldeo trae como benéfico que el gasto en la mano de obra por moldeo se reduzca, pero no significa que se vaya a despedir al personal y que vaya a ser sustituido por una máquina, al contrario, cuando se es más productivo se necesita de más personal para garantizar que la actividad se realice de la mejor manera en cada una de sus etapas.

En la *Figura 3.- Proceso de la fabricación del ladrillo*. Se muestra de manera general las etapas en las que se realiza la el producto y que actividad sigue de otra y de esa manera convirtiéndolo en un sistema.

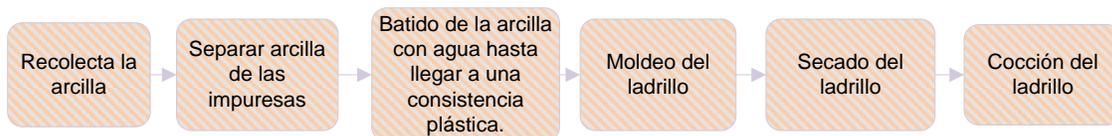


Figura 3.- Proceso de la fabricación del ladrillo.

2.6 Declaración de la misión

Realizar el diseño de un dispositivo que realice el moldeo de arcillas humedecidas para conformar ladrillos, el producto será un dispositivo que sea fácil de operar, permitiendo realizar un moldeo continuo por largas jornadas de trabajo, permitiendo un trabajo menos desgastante físicamente y que permita, realizar cantidades considerables de ladrillos para cubrir con la demanda que existe en el sector de la construcción.

A continuación en la *Tabla E.- Declaración de la Misión*, se presentan algunos aspectos importantes como el saber quiénes serán los usuarios de la máquina, cuál es la finalidad de proponer una solución con una máquina que agilice el moldeo, y sea posible hacer mayor cantidad de ladrillo con menor esfuerzo.

Por otra parte se mencionan cuáles serán los mercados de interés a los cuales se desea atender una vez que sea posible un aumento de la producción al implementar un máquina de moldeo por consecuencia el aumento de la oferta en el mercado, será posible atender las demandas de casas materialistas y a particulares.

Tabla E.- Declaración de la Misión

Descripción del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Para uso de productores de ladrillos, máquina moldeadora de ladrillos de arcilla humedecida.
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el moldeo de ladrillos de manera más sencilla, en comparación con la forma manual de realizar dicho producto. • Mejora las condiciones ergonómicas en la realización de ladrillos.
Objetivos para negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrecer una mayor oferta de productos al consumidor, para posicionarse como una fábrica de ladrillos sólida. • Servir como modelo a seguir en la región, ofreciendo un tiempo mínimo de entrega de productos.
Mercado Primario	<ul style="list-style-type: none"> • Casas de materiales. • Constructoras y proyectistas.
Mercados Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> • Personas físicas.
Suposiciones y restricciones	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma de nuevo producto. • Moldeo de arcillas humedecidas. • Dispositivo no automático, operado por un trabajador durante el tiempo de funcionamiento.
Involucrados	<ul style="list-style-type: none"> • Compradores y usuarios. • Operaciones de manufactura. • Distribuidores y puntos de venta.

CAPÍTULO 3

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

¿Que son las especificaciones del producto? Se definen como, “las necesidades del cliente” se expresan generalmente en el lenguaje del cliente.

Las especificaciones del producto, denotan la descripción precisa de lo que el producto tiene que ser. Algunas entidades como ciertas empresas usan los términos “requisitos del producto” o “características ingenieriles”, en ese sentido. Otras usan “especificaciones” o “especificaciones técnicas” para referirse a las variables clave de diseño del producto. (Ulrich, 2008)

Por tal razón es importante que estas variables que son importantes para el diseño de la máquina moldeadora de ladrillos, puedan ser cuantificables.

Entonces primeramente se comenzará a realizar un análisis sobre las características esenciales que debe de tener el dispositivo que se desea diseñar y poder cuantificar que tan importante son para el cliente y el grado en que estas especificaciones satisfacen los requerimientos de los usuarios.

3.1 Lista de necesidades del cliente

La necesidad de un producto puede marcar cualquier atributo de un potencial producto que es deseado por el cliente, hasta aquí no es posible distinguir entre deseo y una necesidad. También en la práctica industrial se emplea constantemente algunos términos tales como atributos del cliente y requisitos del cliente. En el proceso de diseño es importante que exista un canal de información adecuado para conocer cuáles son exactamente las necesidades que el cliente desea que se satisfagan.

La información recopilada en este sentido y para los fines del diseño que se pretende, proviene directamente de la interacción de las personas que son las productoras del ladrillo, las personas que el día a día están involucrados en el proceso, las personas que saben exactamente que les gustaría cambiar en la manera de cómo se realiza dicho trabajo.

Y también con base a su experiencia se indagó sobre si es que han visto en operación alguna máquina que realice dicha función y cuál fue su percepción al observar este tipo de maquinaria en operación.

Después de entrevistar al usuario y conocer sus principales inquietudes de lo que consideran que debería de ser lo mínimo que la máquina que ellos desearía utilizar debería de tener para que realice la función esperada, también para que se sientan de una manera más cómoda y segura al realizar el trabajo del moldeo del ladrillo.

A continuación se enlistan las principales necesidades de los clientes que realizan el moldeo de ladrillo de manera manual, expresando sus inquietudes de manera subjetivas, más adelante se la dará otro tipo de tratamiento a estas necesidades para su procesamiento e interpretación.

Las necesidades que las personas que están involucradas en el proceso de la fabricación de ladrillo desearían que la máquina tuviera las siguientes características:

- 1) Debe de producir un ladrillo.
- 2) Producir una cantidad de ladrillos que supere la cantidad producida actualmente de manera manual.
- 3) El ladrillo obtenido deberá de tener al menos las mismas propiedades que los que se moldean de manera manual, si es posible se deberán de mejorar las propiedades.
- 4) El producto no deberá de presentar defectos superficiales.
- 5) Se espera que el dispositivo disminuya los precios en la mano de obra, por concepto del moldeo.
- 6) El ladrillo obtenido deberá de tener las dimensiones y especificaciones que actualmente tiene el ladrillo que es moldeado a mano.
- 7) Debe de tener una compresión adecuada o una consistencia que permita que el ladrillo sea manejable.

-
-
- 8) El ladrillo obtenido con este nuevo dispositivo deberá de favorecer al proceso siguiente de secado, permitiendo que el proceso de secado se realice en menor tiempo.
 - 9) Las condiciones ergonómicas con las que se realizará la actividad de obtener un ladrillo, deberá ser mejores, comparadas con las que actualmente se realiza dicha actividad.
 - 10) El realizar la fabricación de un ladrillo, será de manera segura, que no represente peligro para las personas que realizan la actividad.
 - 11) Fácil de operar.
 - 12) Bajo costo de mantenimiento
 - 13) Accionamiento manual o automático.
 - 14) Deberá de tener un bajo costo de adquisición comparado con máquinas que se encuentran actualmente en el mercado.
 - 15) Deberá de ser un equipo resistente a trabajos cíclicos.
 - 16) El ladrillo no se quede adherido al molde.
 - 17) Que tenga un bajo costo de operación.
 - 18) Que se puedan fabricar ladrillos de diferentes dimensiones geométricas.
 - 19) Que sea versátil y que se puedan fabricar productos similares como es el caso de block o tabicón.
 - 20) Que sea fácil de instalar.
 - 21) Que tenga aditamento para desmoldar el ladrillo.
 - 22) Permite mantenimiento con herramientas sencillas.
 - 23) Refacciones fáciles de conseguir.

En la Tabla F.- Interpretación de las Necesidades - Cliente, se muestra que de acuerdo a las necesidades que el cliente identifica, se requiere la interpretación de estas ideas que generalmente son carentes de la terminología adecuada para el

diseñador. En esta tabla se muestra la interpretación de las necesidades y con base en esto poder plantear las posibles soluciones del problema planteado.

3.2 Establecimiento de especificaciones objetivo

Después de que se han identificado las necesidades del cliente, pero antes que los conceptos del producto se hayan generado y se hayan seleccionado los más prometedores, se establecen las especificaciones objetivo.

3.2.1 Elaboración de la lista de métricas

Tabla F.- Interpretación de las Necesidades - Cliente

Necesidad del Cliente	Interpretación.
Debe de producir un ladrillo.	Realizar un ladrillo
Producción superior a la realizada de manera manual.	Aumentar la producción.
Mismas o superiores propiedades a las del ladrillo fabricado de manera manual.	Mejorar propiedades del ladrillo moldeado
El producto no deberá de presentar defectos visibles el ladrillo.	No defectos superficiales.
Se espera que el dispositivo disminuya los precios en la mano de obra, por concepto del moldeo.	Disminuir mano de obra en el moldeo.
Dimensiones y especificaciones a las requeridas por el consumidor.	Ladrillo se ajuste a las dimensiones que el cliente exige.
Debe de tener una compresión adecuada o una consistencia que permita que el ladrillo sea manejable.	Compresión del ladrillo adecuada.
Beneficiará al proceso siguiente (secado).	Reducir el porcentaje de humedad en el ladrillo, estará dada por la compresión de la arcilla.
La actividad física no sea tan desgastante.	Ergonómicamente amigable con el usuario.
La máquina sea segura en su manipulación.	Dispositivo seguro, que garantice la integridad física del usuario.
Fácil de operación.	Fácil operación.
Bajo costo de mantenimiento	Bajo costo de mantenimiento.
Accionamiento manual o automático.	Accionamiento automático.

Que el precio de la máquina no sea elevado.	Bajo costo de adquisición del dispositivo.
Deberá de ser resistente.	Estructura rígida, que sea capaz de resistir cargas considerables sin deformarse.
El ladrillo no se quede adherido al molde.	Sistema de desmolde automático
Que tenga un bajo costo de operación.	Bajo costo de operación.
Que se puedan fabricar ladrillos de diferentes dimensiones geométricas.	Adaptabilidad para construir diferentes geometrías de ladrillo.
Que sea versátil y que se puedan fabricar productos similares como es el caso de block o tabicón.	Sea versátil y se puedan fabricar otros productos similares.
Que sea fácil de instalar.	Fácil instalación.
Que tenga aditamento para desmoldar el ladrillo.	Aditamento automático para desmoldar el ladrillo.
Permite mantenimiento con herramientas sencillas.	Diseño enfocado a piezas comerciales
Refacciones fáciles de conseguir.	Piezas estándar para fácil mantenimiento.

Las especificaciones de productos representan un acuerdo sin ambigüedades a fin de satisfacer las necesidades del cliente. Las especificaciones del producto a largo plazo están destinadas a describir lo que el producto tiene que hacer. Cuando la mayor importancia no es 5 y menos importancia no es 1 (Ulrich, 2008). Después de identificar las necesidades del cliente, las especificaciones previstas están siendo establecidas. Las necesidades del cliente generalmente se expresan en el lenguaje de los clientes. De acuerdo a las necesidades del cliente y una vez que se han realizado la interpretación de las necesidades del cliente, es de vital importancia mencionar que de estas necesidades se necesita asignar el grado de importancia de estas necesidades, entendiéndose que algunas de estas necesidades obedecen a algún aspecto crítico en el proceso actual, por lo que tendrán mayor importancia que otras.

3.2.2 Definición de la importancia de las necesidades

Continuando con el proceso genérico de diseño y un vez que se mostraron las necesidades del cliente, es importante que se tome la decisión de ordenarlas de acuerdo a su importancia, esto significa que se jerarquicen, que básicamente se les asignarles un valor numérico el cual permitirá diferenciar una necesidad de otra, entonces se entenderá que la

necesidad que tenga asignado un valor mayor en una escala del 1 al 5, donde; 1 es el de menor importancia y 5 es el de mayor importancia. En la *Tabla G.- Necesidades - métricas*, se esquematiza como se fueron definidas las importancias de las necesidades. También en este apartado es importante mencionar que, principalmente se atienden a las necesidades con mayor valor, no siempre se pueden llegar a cumplir en su totalidad las necesidades.

Tabla G.- Necesidades - métricas

Núm.	Necesidad	Importancia
1	Hacer ladrillo	5
2	Aumentar producción	5
3	Aumentar compresión del ladrillo	4
4	Disminuir mano de obra	4
5	Bajo costo de adquisición.	4
6	Desmolde automático.	4
7	Disminuir % de humedad en el ladrillo	3
8	Controles simples de accionamiento.	3
9	Bajo costo de mantenimiento.	3
10	Estructura rígida.	3
11	Fácil instalación.	3
12	Evitar defectos superficiales	2
13	Cumplir dimensiones requeridas	2
14	Diseño ergonómico.	2
15	Moldes intercambiables.	2
16	Guardas de seguridad.	1
17	Utilización de piezas comerciales.	1

3.2.3 Definición de la métrica de las necesidades

Una vez que se definió la importancia de cada una de las necesidades, las cuales aún no expresan concisamente como se medirán o se podrán cuantificar, para esto se elaboró la *Tabla H.- Importancia Necesidades - métricas*, en donde se le asignan valores que ya son medibles o sea que hay alguna manera de medirla, por ejemplo el aspecto más importante del problema actual del moldeo del ladrillo se expresa en ciclos de moldeo entre hora.

Y así de esa manera para las demás necesidades también se asignan unidades de medida, para su futura verificación y para conocer en qué grado se pueden mejorar estos aspectos.

Tabla H.- Importancia Necesidades - métricas

Núm.	Núm. de necesidad	Métrica	Importancia	Unidades
1	1,2,4,6,15	Producción	5	Ciclo/Hr
2	7,8,12,13	Elaboración	4	Mano de obra
3	3	Presión de compresión	4	Pa
4	5	Costo de equipo	3	\$
5	10,14,16	Seguridad	3	STPS
6	9,11,17	Mantenimiento	2	\$

3.2.4 Matriz de Necesidades – Métricas

También por otra parte la *Tabla I.- Matriz Necesidades - Métricas*, es otra herramienta que se ha utilizado en este proceso de diseño para visualizar la manera en que se relacionan las necesidades con las métricas que se propusieron para cada una de las necesidades, en este caso en una tabla muestra que las necesidades y las métricas no son independientes y que tienen una estrecha relación una con otra.

Tabla I.- Matriz Necesidades - Métricas

Necesidades Métricas	Producción	Elaboración	Presión	equipo	Costo	Mantenimiento
Hacer ladrillo	*					
Aumentar producción	*					
Aumentar compresión del ladrillo			*			
Disminuir precio de la mano de obra	*					
Bajo costo de adquisición.				*		
Desmolde automático.	*					
Disminuir % de humedad en el ladrillo		*				
Controles simples de accionamiento.		*				
Bajo costo de mantenimiento.				*		
Estructura rígida.					*	
Fácil instalación.						*
Evitar defectos superficiales		*				
Cumplir dimensiones requeridas		*				
Diseño ergonómico.					*	
Moldes intercambiables.	*					
Guardas de seguridad.					*	
Utilización de piezas comerciales.						*

3.2.5 Especificaciones Objetivo

Las especificaciones objetivo, se establecen después de que se han identificado las necesidades del usuario, esta actividad se realiza previo a que se hayan realizado alguna generación de conceptos y que se hayan seleccionado algunos que son los más prometedores (Ulrich, 2008).

Entender el problema de diseño es una base esencial para el diseño de un producto de calidad. "Entender el problema de diseño" significa que se deben de traducir las necesidades de los clientes en una descripción técnica de lo que tiene que ser diseñado. O como dicen los japoneses, "Escucha la voz del cliente." (Ullman, 2010)

3.3 Definición de las Especificaciones del producto

1) *Hacer ladrillo.*

Esta es la razón más importante del proyecto el poder garantizar que se realice el producto deseado con las características que el cliente desea encontrar en el producto que esta por adquirir.

2) *Aumentar la producción.*

El aumentar la cantidad de ladrillos que se moldean y por consiguiente que se pueden obtener al final del proceso de producción como un producto terminado es de vital importancia, debido a que sí se cuenta con una mayor cantidad de productos para ofertar al consumidor final se podrá tener una mejor rotación de inventarios y recuperar la inversión y obtener ganancias en periodo corto de tiempo.

3) *Aumentar compresión de ladrillo.*

Sí se aplica de manera uniforme una carga sobre la arcilla humedecida, se podrá observar que la pasta de arcilla tiene una apariencia más uniforme, esto se puede observar a simple vista, pero internamente las partículas de arcilla están más cercanas las unas de las otras y por consiguiente se disminuye n las porosidades en el producto.

4) *Disminuir costos del proceso de moldeo de ladrillo.*

Dentro de todo negocio es imprescindible el ahorro de recursos, en este caso de capital, debido a que el dinero es un recurso escaso se debe de planear una estrategia para ahorrar al máximo con un buen beneficio. En el proceso actual la mano de obra por el concepto de moldado es la actividad que demanda más

inversión de capital, por tal razón es conveniente poner atención en esta actividad crítica. Cabe mencionar que el hecho de que se disminuya el costo en el moldeo, no implica que se despedirá a los trabajadores y serán sustituidos por una máquina, lo que se pretende que los trabajadores realicen un trabajo más eficiente y que el esfuerzo físico que realizan sea menor al que actualmente se invierte en dicha actividad.

5) *Bajo costo de adquisición.*

La empresa no cuenta con recursos suficientes para poder realizar una inversión considerable en la adquisición de equipos y herramientas costosos, entonces se necesita encontrar una solución mediante la adquisición de un equipo o aditamento que dé solución a las necesidades del usuario y que no sea un artículo costoso.

6) *Desmolde automático.*

El poder garantizar cierta cantidad de productos realizados tiene relación directamente con los ciclos en los que se obtiene cada uno de los productos, en este caso el poder realizar el desmolde del ladrillo de una manera que sea más rápido con respecto al proceso actual, ayudaría a ahorrar tiempo y garantizar la producción deseada.

7) *Disminuir el porcentaje de humedad en el ladrillo.*

Es importante porque si se logra reducir en porcentajes considerables el porcentaje de humedad, contribuiría considerablemente al proceso de secado, que es un proceso también crítico en el cual se depende de las condiciones ambientales. Pero el poder reducir los tiempos de secado también beneficia porque se podrá tener mayor cantidad de ladrillos disponibles para la cocción.

8) *Controles simples de accionamiento.*

Es interesante de dotar al dispositivo de algún mando que facilite al usuario del producto una fácil ejecución de sus labores y que este no sea confuso, todo esto con la finalidad de contribuir a mejorar las condiciones ergonómicas y el ahorro de tiempos muertos.

9) *Bajo costo de mantenimiento.*

Así como se plantea el diseño de un equipo de bajo costo, también por lógica se deberá de pensar en un equipo de bajo costo de mantenimientos, de otra manera no tendría sentido el planteamiento preliminar.

10) *Estructura rígida.*

El dispositivo deberá de estar fabricado con materiales que sean capaces de soportar las condiciones de trabajo, así como todas las fuerzas inducidas bajo ciclos repetitivos de trabajo. Y también la rigidez y estabilidad de este dispositivo, será seguro para la utilización de los usuarios.

11) *Fácil instalación.*

No deberá de ser difícil el instalar en cualquier lugar que sea elegido por el usuario para fabricar el producto deseado. El que sea complejo de instalar, reduce el interés de los usuarios y es por eso que se desea que el usuario esté interesado en el producto que se le pretende ofrecer.

12) *Evitar defectos superficiales.*

Con este se desea explicar que mediante la compactación que proporcionará el dispositivo, se tendrá una apariencia uniforme. Esto es importante porque, tiene mejores propiedades de resistencia a la compresión, además es estéticamente más atractivo al usuario.

13) *Cumplir dimensiones requeridas.*

Ciertamente las dimensiones de un ladrillo no deben de obedecer a tolerancias cerradas, es importante que se garantice que la geometría y dimensiones que se requiere, se respete así como alguna dimensión específica que sea solicitada por el cliente.

14) *Diseño ergonómico.*

La piedra angular en la fabricación del ladrillo son la personas que lo realizan, por esta razón es importante cuidar de ellos; y que mejor manera que ofrecer un producto en el que las personas que realizan el trabajo, se sientan cómodas y ejecuten el trabajo sin poner en riesgo su integridad física.

15) *Moldes intercambiables.*

Con el propósito de que el dispositivo sea versátil se plantea que la máquina pueda realizar diferentes tipos de ladrillos con diferentes dimensiones las cuales estarían comprendidas por ladrillo del doble del espesor del que normalmente se realiza. Por lo tanto las dimensiones de otra de las alternativas de producto a obtener y es de las dimensiones de 25 X 12 X 10 cm aproximadamente, y así debido a que el principio de obtención del producto sería bajo el mismo

principio de trabajo, únicamente cambiarían las dimensiones de los productos deseados y se podrían utilizar moldes con diferentes dimensiones geométricas.

16) *Guardas de seguridad.*

Para resguardar la seguridad de los usuarios, es importante que el dispositivo cuente con elementos que ayuden a prevenir algún accidente, ocasionado por el cansancio, distracciones o en su defecto el mal uso del equipo.

17) *Utilización de piezas comerciales.*

Todos los equipo están sujetos al deterioro o a descomposturas, entonces es conveniente que cuando se llegué a dar este caso, sea de mucha facilidad el encontrar la refacciones de manera sencilla, por eso se desea que los materiales utilizados sean comerciales y que no se requiera de fabricaciones especiales de accesorios.

De acuerdo a las necesidades, es posible que también en esta parte del proceso de diseño se apunten hacia algunos valores deseados, que la final podrán ser los finales o también de acuerdo al proceso iterativo, se podrá saber si estos valores se mantienen hasta al final o también cabe la posibilidad de que cambien pero esto es totalmente natural. En la Tabla J.- Algunos valores importantes de las especificaciones objetivo esperados. Se muestran algunos de los valores que se desean alcanzar, que tentativamente servirían al proceso actual para que sufra considerables mejoras.

Tabla J.- Algunos valores importantes de las especificaciones objetivo esperados.

<i>Valores de las especificaciones</i>	
<i>Características</i>	<i>Valores esperados</i>
Ladrillos moldeados	2,000 - 2,800 c/turno
Presión de compresión	2000 - 3000 [psi]
Presión de desmodeo	2000 - 3000 [psi]
Mano de obra	\$ 75.00 c/ millar
Disminución en la humedad	50% de Agua
Estructura rigida	Acero A-36
Alimentación Máquina	Mediante tolva
Sistema transporte	Banda de rodillos

CAPÍTULO 4

GENERACIÓN DE CONCEPTOS

El concepto de un producto es una descripción aproximada de la tecnología, principio de trabajo y forma del producto. Es una descripción concisa de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente (Ulrich, 2008).

Un concepto es una idea que se ha desarrollado lo suficiente como para evaluar los principios físicos que rigen su comportamiento (Ullman, 2010).

También un concepto por lo general se expresa como un bosquejo o como un modelo tridimensional aproximado y a veces acompañado de una breve descripción conceptual (Ulrich, 2008). El grado en que un producto satisface a clientes y puede ser comercializado con éxito depende en gran medida del concepto fundamental.

Dentro de las actividades de la generación de conceptos, es recomendable que se haga uso de métodos estructurados, los cuales contribuyen considerablemente a la disminución de problemas durante la generación de los conceptos porque no solamente se considera una sola alternativa de solución, si no que se exploran diferentes opciones y a adquirir información de diferentes fuentes de información además de proporcionar un procedimiento de paso a paso en el proceso de diseño.

A su vez también esclarecer hasta este punto la metodología de diseño que se desea seguir es la que muestra a continuación en la Figura 4.-Palh and bietz's model of the design process. Se visualiza la estructura de la metodología de diseño y que ante todo es muy importante saber qué es lo que se tiene que hacer, que es el objetivo que se persigue de acuerdo a lo que el cliente necesita, y además se muestra que este es un proceso iterativo, que difícilmente se tendrán los resultados deseados de manera satisfactoria a la primera. Por eso es importante que al finalizar cada uno de los pasos se reflexione sobre lo que se ha conseguido hasta cada uno de los puntos.

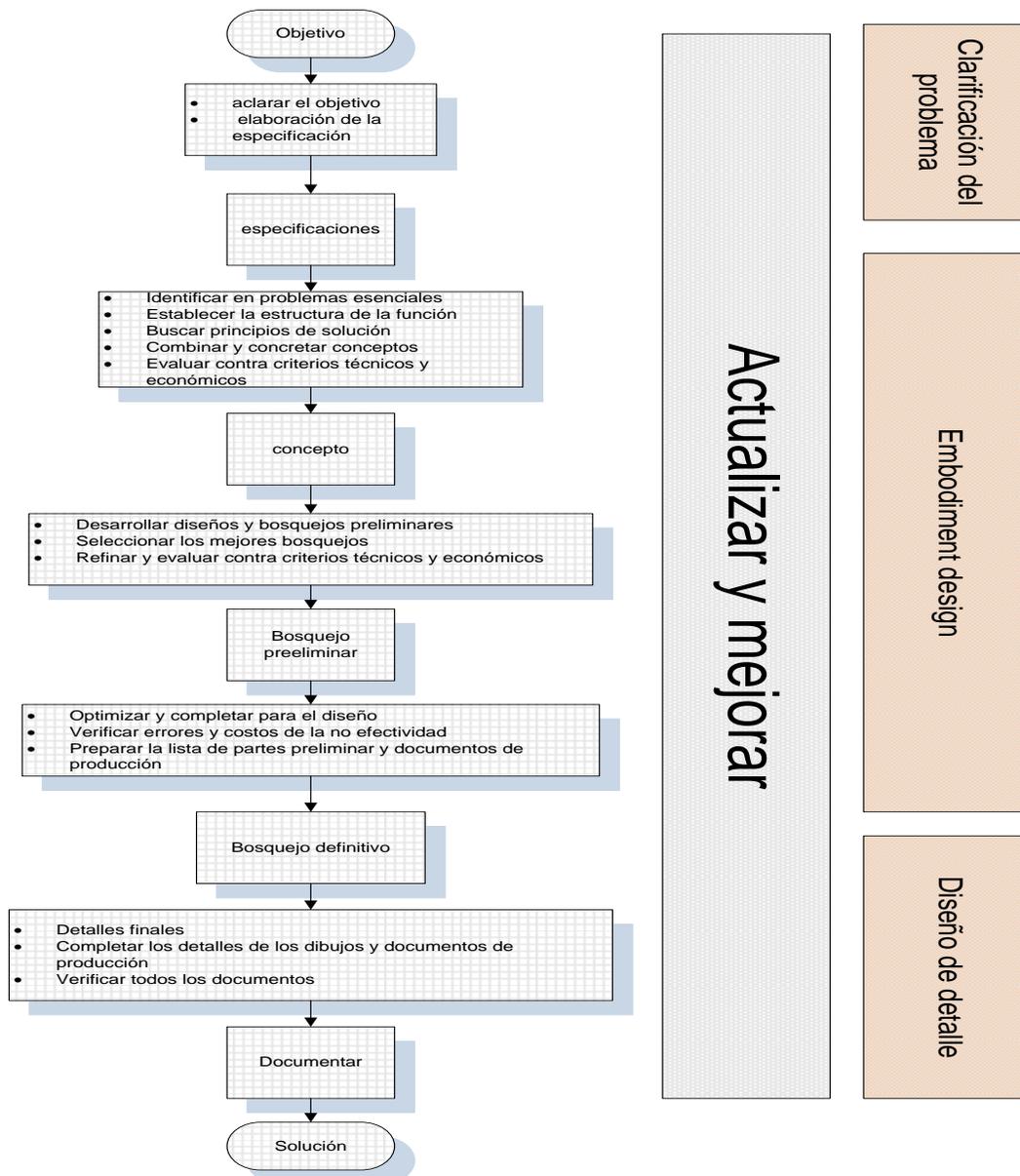


Figura 4.-Pahl and Bietz's model of the design process. (Pahl, 2007)

En la Figura 5- Método de generación de conceptos de cinco pasos, se presenta un diagrama el cual propone que los problemas complejos se deberán de descomponer en problemas más sencillos de resolver de manera individual y agruparlos o dividirlo en subsistemas del problema general. Los conceptos de solución entonces se identifican para los subproblemas por medio de búsqueda externa e interna.

Utilizando árboles de clasificación o tablas de combinación de conceptos, y finalmente integrar las soluciones de cada subproblema en una solución total. Las etapas por la que atraviesa este método de generación de conceptos experimenta diferentes etapas desde la aclaración del problema, en donde se realiza la descomposición de los elementos más importantes de la máquina, subsecuente a este procedimiento, se procede con la búsqueda de información en diferentes fuentes de información llámese literatura, benchmarking de otros productos existentes, y finalmente con la información obtenida se explora sistemáticamente cuando con un método objetivo de selección se decide y se toma la decisión de cuál es el que mejor cubre las necesidades que se requiere cubrir.

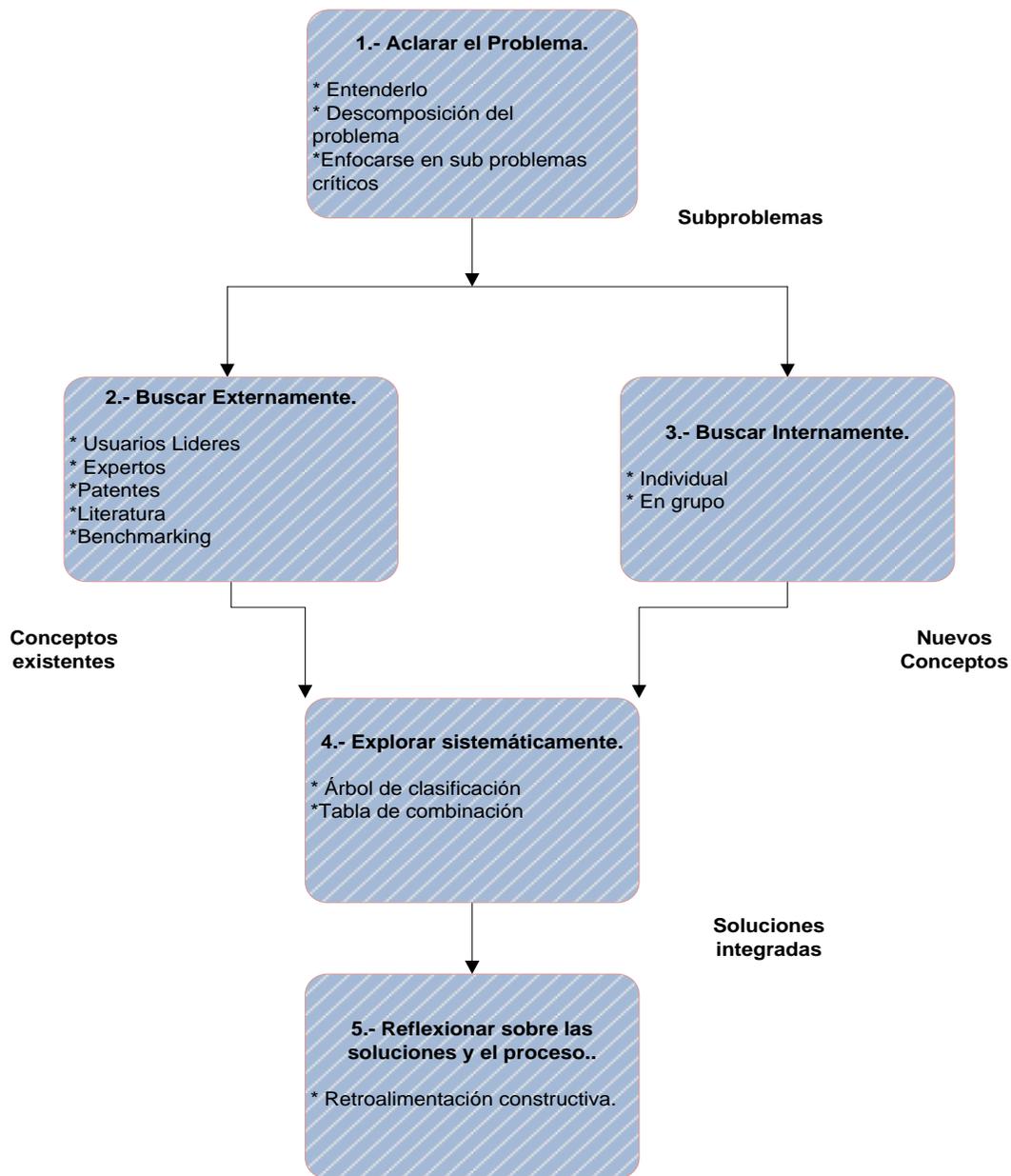


Figura 5- Método de generación de conceptos de cinco pasos (Ulrich, 2008)

Dentro de la metodología de diseño se establece que se debe de descomponer un problema complejo en varios subproblemas más sencillos de resolver.

Dividir un problema en subproblemas o partes más sencillas se le denomina *descomposición*, a su vez esta se realizará de una manera funcional para esto el problema de deberá de representar como una *caja negra* que opera en flujos de material, energía y señales.

4.1 Modelo de caja negra

Dentro de las funciones que tiene que realizar el dispositivo que se pretende diseñar, para convertir materia prima desde un estado A hasta un estado B; se describe primeramente un modelo de *caja negra*, el cual muestra la relación que existe entre cada una de las actividades o procesos realizados en cada una de las etapas de la transformación del material.

Diagrama de caja negra.

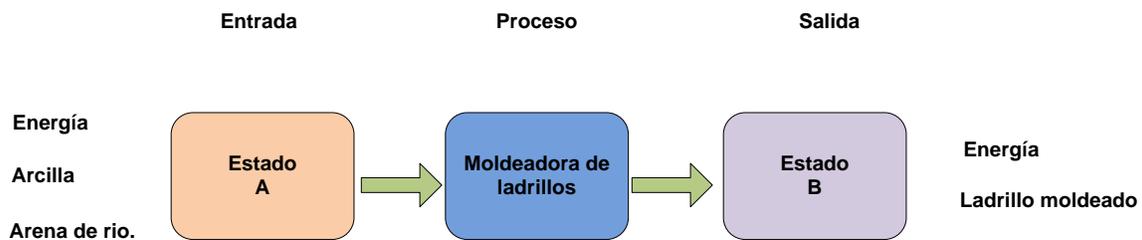


Figura 6.- Modelo de Caja Negra

El siguiente paso en la descomposición funcional es dividir la caja negra en subfunciones para crear una descripción más específica de lo que los elementos del producto podrían hacer para implementar la función general del producto. Por lo general estas subfunciones aún se pueden descomponer a su vez en otras subfunciones.

4.2 Subsistemas que componen el dispositivo

Una vez esquematizado de manera general, como se deberá de transformar la materia prima, es imprescindible que se realice una clara identificación de los subsistemas que deberán, de constituir el dispositivo, por lo tanto se entiende por *subsistema* a todo aquel

ente que realiza una tarea específica y que es determinante para la realización de cierta tarea.

El dispositivo como se ha venido argumentado durante el presente escrito, deberá satisfacer diferentes necesidades en el moldeo del ladrillo, con la intención de simplificar el proceso de diseño, es conveniente separar e identificar las funciones indispensables y mínimas que deberá de realizar el dispositivo.

Una vez que se identifiquen se procederá a realizar una propuesta a cada uno de los sistemas que previamente se mencionaron, esta proposición aborda diferentes principios de funcionamiento que pueden dar una solución a cada uno de los subsistemas identificados, o también podría ser el caso que aunque no de una completa solución, puede dar otra manera de visualizar el problema, e incluso dentro de las proposiciones que se plantearán cabe la posibilidad de combinar una o más ideas para dar solución al problema que se desea solucionar.

De tal manera los sistemas esenciales para el funcionamiento del dispositivo son los siguientes.

- 1) Sistema de almacenamiento de arcilla.
- 2) Sistema de dosificado.
- 3) Sistema de moldeo o conformado.
- 4) Sistema de desmoldado.
- 5) Sistema de transporte.

En la *Figura 7.- Subsistemas importantes del proceso de moldeo del ladrillo*, se presenta un diagrama en donde se muestra la descomposición de los subsistemas en los cuales ha sido conveniente separar el problema general, para ser abordado en cada uno de los casos particulares.

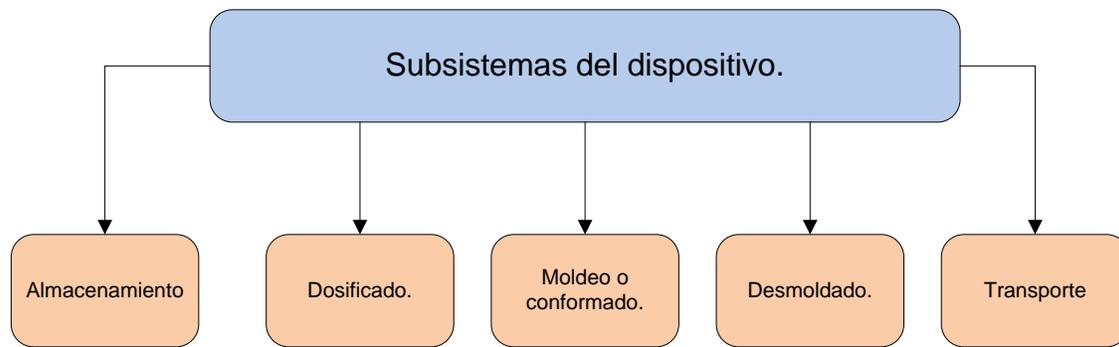


Figura 7.- Subsistemas importantes del proceso de moldeo del ladrillo

Una vez que se han definido los sistemas que son trascendentes para el funcionamiento del dispositivo, se propondrán diferentes conceptos que a su vez son capaces de satisfacer la función requerida para cada una de los subsistemas funciones propuestas, así mismo cuando se dé la información recabada, se propondrán algunas soluciones para cada caso.

En este apartado al tener diferentes alternativas que den solución a cada uno de las funciones que se desean lograr, para lo cual, se realizará una selección para cada uno de los subsistemas. La metodología a seguir será mediante el uso de matrices de decisión, en las cuales se evalúan los diferentes atributos de cada una de las alternativas al comparar unas con otras y también al comparar con datos de referencia, en este caso será de acuerdo con datos de maquinaria que está disponible en el mercado.

4.3 Búsqueda externa de información

La búsqueda externa está destinada a hallar soluciones existentes al problema general y a los subproblemas que se han identificado en el proceso anterior. Por tal razón esta búsqueda externa está considerada como el segundo paso en el método de la generación de conceptos, sin embargo esta parte de búsqueda externa puede estar presente durante todo el proceso de desarrollo del producto.

Existen diferentes formas de captar información las cuales comúnmente son; entrevistas a usuarios líderes, consulta a expertos, buscar patentes, buscar literatura y benchmarking (comparación) con la competencia.

Para este caso en donde se desea el diseño de la máquina moldeadora de arcilla, el proceso a seguir será;

A) Búsqueda de patentes.

B) Benchmarking.

4.4 Búsqueda de patentes

En el proceso de búsqueda de patentes se encontraron diferentes principios de funcionamiento y también se encontraron máquinas que satisfacen esta función y con el pasar de los años algunos inventores han registrado para su comercialización. Básicamente estas máquinas que se muestran y que han sido patentadas, tienen registro en el país de los Estados Unidos de América.

La idea de la búsqueda de patentes es con el propósito de tomar ideas para tener una referencia clara, el propósito es tomar diferentes ideas de las patentes encontradas y visualizar de qué manera estos principios de funcionamiento puede ayudar en el proceso de generación de conceptos para el caso particular que se desea resolver.

Debido a que cada problema es diferente y que la máquina que se desea proponer deberá de cumplir condiciones específicas, por lo tanto de esta manera se diferenciará de las patentes que se han investigado y que ya han sido reveladas.

A continuación se mostraran algunas máquinas que fueron consultadas y con brevedad se hará una descripción de la manera en que funcionan, así mismo se incluye una imagen para que sea más sencillo imaginar su funcionamiento.

- 1) *Brick Molding Machine; Inventor: David Jack Hanson.* La Figura 8. - Patente 1 – Brick molding machine. Patente Num: 4,105,393. Esta máquina es un aparato que sirve para fabricar ladrillos suaves hechos de barro. Este tipo de ladrillos normalmente son realizados en máquinas reciprocantes, y posteriormente estos ladrillos son expulsados. Esta máquina patentada tiene la variante que tiene una cinta transportadora en forma de la cavidad del ladrillo, por su parte superior esta una tolva que deposita el material en la banda transportadora, en la que se va depositando el barro y es comprimido por medio de vibrocompresor. Al pasar y llenar la cavidad, inmediatamente hay un tope que coincide con la parte superior de la cavidad la cual está encargada de retirar los excesos de barro en la cavidad de la banda que va avanzando.

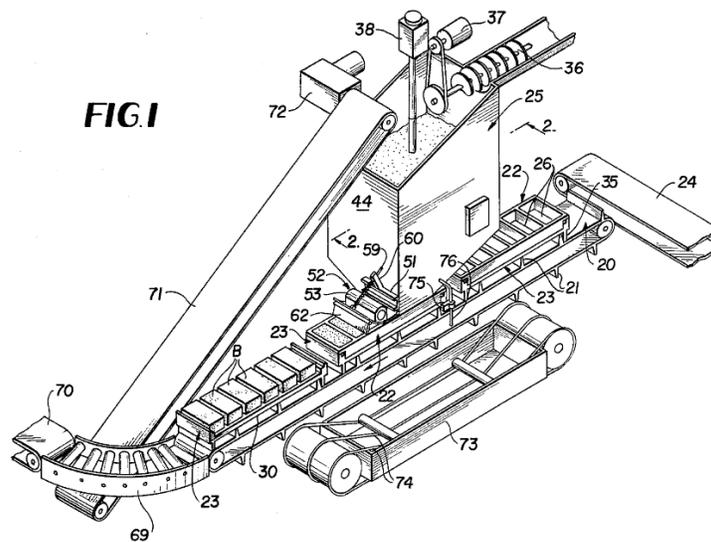


Figura 8. - Patente 1 – Brick molding machine. Patente Num: 4,105,393

(Hanson, 1978)

- 2) *Concrete block press*; Inventor: Donald P. Chennells. La siguiente máquina mostrada en la Figura 9.- Patente 2 – Concrete block press. Patente Núm. 7,179,077B2.

Es analizada y es un equipo que sirve para compactar blocks, utilizando como elementos principales el uso de tolva para el suministro de la materia prima, mediante la vibrocompresión se realiza el llenado de las cavidades en donde se deposita el material y de igual manera aplicando el principio de prensado añadiendo vibro compresión se le da la forma a los blocks que son fabricados en el interior de la máquina.

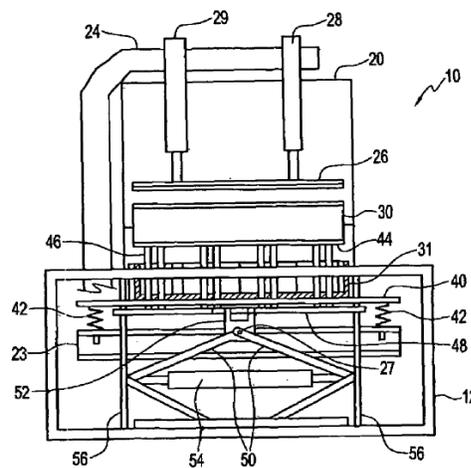


Figura 9.- Patente 2 – Concrete block press. Patente Núm. 7,179,077B2. (Chennells, 2007)

- 3) *Brick machine, Inventor Florentin J. Pearne*: En la Figura 10. - Patente 3 – Brick making machine. Patent Num: 3,589,495. Esta es una máquina de alta capacidad de producción, y así por cada uno de los ciclos es capaz de moldear veintidós ladrillos, utiliza un principio de funcionamiento en el que acopla un sistema hidráulico de columna descendente para la compactación de ladrillo, así como la banda transportadora con mecanismo de cadena, el cual trabaja al mismo ritmo de la máquina esto permite que el proceso sea continuo.

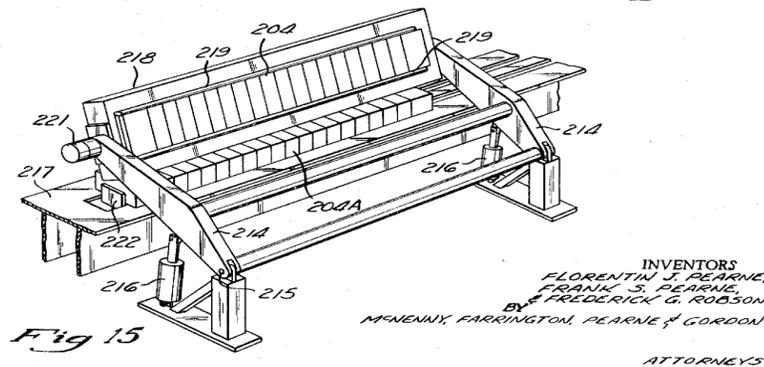


Figura 10. - Patente 3 – Brick making machine. Patent Num: 3,589,495.

(Pearne, 1971)

- 4) *Device for manufacturing bricks; Inventor: Henricus G.R Rensen* La máquina que se muestra en la Figura 11. - Patente 4- Device for manufacturing bricks. . Patent Num. 4,832,587, da solución al problema que existe comúnmente en la fabricación de ladrillos húmedos, debido a que bajo ciertas condiciones los ladrillos al momento en que son retirados del molde pueden llegar a sufrir alguna imperfección en los bordes laterales. Está máquina incorpora una banda transportadora con la cavidad con la geometría correspondiente del ladrillo, entonces en la parte superior una tolva irá suministrando la materia prima, la banda transportadora seguirá su recorrido y cuando gira para en su trayectoria circular el molde se intersecta con un tope que evita que la arcilla salga de la cavidad y en ese momento la comprime parcialmente, Cuando continua girando y existe una rotación definitiva de 180° la banda transportadora se intersecta con otra banda que gira en sentido opuesto y ahí se depositaran los ladrillos moldeados.

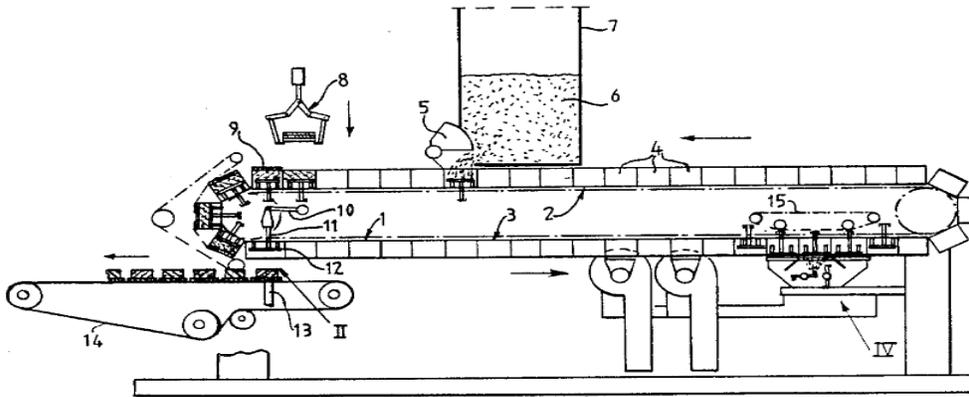


Figura 11. - Patente 4- Device for manufacturing bricks. . Patent Num. 4,832,587

(Rensen, 1989)

- 5) Brick making apparatus; Inventor: Judson A. Hereford. Esta máquina que se muestra en la Figura 12. - Patente 5 – Brick Making apparatus. Patent Num: 5,145,692., entra en una categoría de las denominadas máquinas portátiles para moldeo de ladrillo, lo que incorpora a su diseño son dos torres de manera independiente, está máquina incorpora también una gran cantidad de sistemas de control de tal manera que permite que estén sincronizados adecuadamente los sistemas de moldeo, que son de compresión por sistemas hidráulicos; también dotan la materia prima y algunos aditivos a las cajas de moldeo de manera automatizada, con la utilización de diversos sensores.

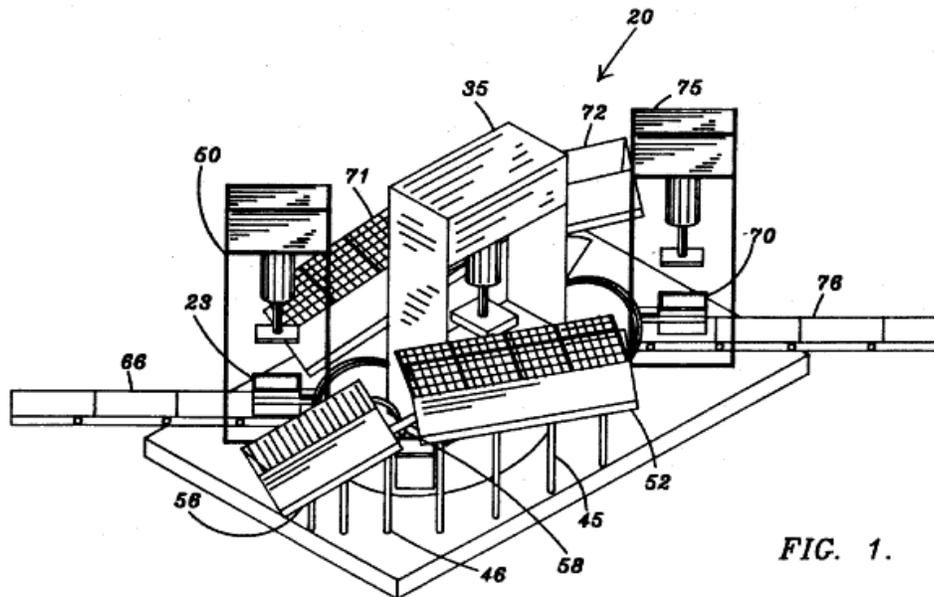


Figura 12. - Patente 5 – Brick Making apparatus. Patent Num: 5,145,692.

(Hereford, 1992)

- 6) *Brick press; Inventor: Marthinus J. Benade.* Esta máquina que se muestra en Figura 13.- Patente 6 – Brick Press – Patente Núm.: 5,587,187, es operable de manera manual, es muy similar a diferentes mecanismos que se han utilizado desde hace muchos años de principio de prensa manual. Está máquina comprime materiales en su mayoría secos o con muy poco porcentaje de humedad, a su vez incorpora en el mismo mecanismo un aditamento de expulsión del ladrillo. Cuando se termina de comprimir el ladrillo se mueve la palanca hacia otro sentido, el cual expulsa el ladrillo y aparece al alcance del operario para poder colocarlo en áreas de secado.

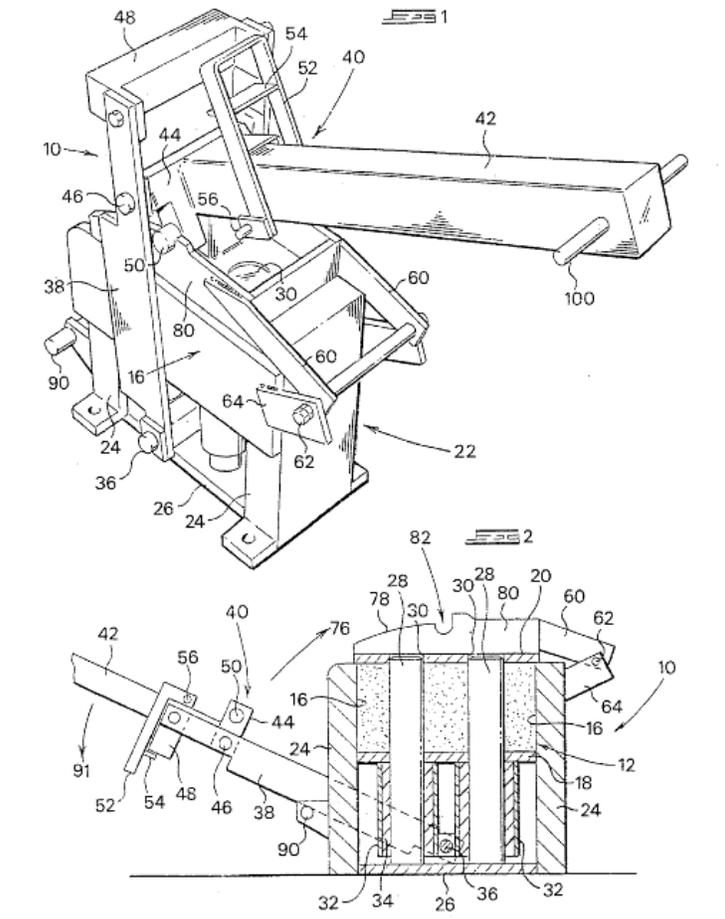


Figura 13.- Patente 6 – Brick Press – Patente Núm.: 5,587,187

(Benade, 1996)

4.5 Estudio comparativo

El estudio comparativo a veces también llamado *Benchmarking*, es el estudio de productos existentes con funcionalidad similar a la del producto de desarrollo o a los subproblemas a los que se está concentrado (Ulrich, 2008).

El *benchmarking* es un proceso de medición de las operaciones de una empresa con las mejores prácticas de las empresas, tanto dentro como fuera de su industria (Dieter, 2009). Toma su nombre de las encuestas Benchmarking o punto de referencia donde se miden las elevaciones (Dieter, 2009).

Benchmarking se puede aplicar a todos los aspectos de un negocio. Es una manera de aprender de otras empresas a través de un intercambio de información (Dieter, 2009).

Benchmarking opera más efectivamente como un intercambio de información entre empresas que no son competidores directos, pero puede aprender de operaciones de los demás negocios. Otras fuentes para descubrir las mejores prácticas incluyen socios de negocios (por ejemplo, un proveedor importante de su empresa), las empresas de la misma cadena de suministro (por ejemplo, los proveedores de fabricación de automóviles), empresas en colaboración y grupos cooperativos o consultores de la industria.

A continuación se muestran diferentes equipos que se encuentran de manera comercial, los cuales sirven de referencia para poder analizar, que es lo que los competidores están haciendo, que es lo que están ofreciendo sus clientes, cada uno con diferentes nichos de mercado, debido a que cada uno de ellos involucra diferentes tecnologías y estas a su vez no son alcanzables para todo el mercado.

Debido a esto existe la diversificación y es posible que se encuentren campos de oportunidad para ofrecer equipos que ante todo den solución al problema del moldeo del ladrillo, pero que las tecnologías que incorporen sean de fácil acceso al mercado existente.

Mencionado esto se presentan equipos de la competencia que servirán para analizar.

Descripción de equipos de referencia en el estudio comparativo:

La siguiente es una máquina hidráulica de ladrillo Figura 14.- Máquina de ladrillos hidráulica, marca JIANFENG., de alta capacidad de moldeo de ladrillo, es una máquina en la que se pueden moldear diferentes cantidades de ladrillos, y eso depende de ladrillos. La máquina ofrece la versatilidad de moldes intercambiables, por otra parte en los ladrillos estándar se puede moldear 32 ladrillos por ciclo, por lo tanto es capaz de moldear alrededor

de 5760 piezas/ hr. El inconveniente que es una máquina muy robusta y pesa aproximadamente 7.5 toneladas. Debe de ser operada por al menos 10 personas.



Figura 14.- Máquina de ladrillos hidráulica, marca JIANFENG.

(<http://www.chinabrickmachinery.com/Hydraulic-Brick-Machine-JF-Q11500D-/7.html>)

El origen de esta máquina Figura 15.- Máquina Moldeadora Semiautomática de mediano volumen., es la india el país de procedencia, es una máquina que está diseñada para evitar errores de los operarios, incorporando circuitos eléctricos en la parte de control de los sistemas de moldeo. Es un máquina un poco grande pero se pueden moldear alrededor de 800 piezas/ hr. Incorpora sistemas hidráulicos para el moldeo además de sistemas vibratorios para ayudar a que fluya el material.



Figura 15.- Máquina Moldeadora Semiautomática de mediano volumen.

(<http://www.bricksmachine.com/>)

Esta máquina que se muestra en la Figura 16.- Máquina vibrocompresora de origen nacional marca maquiblock., es de origen nacional, y la oferta de esta máquina a los productores se encuentra en dos modalidades, una es en una versión manual y la otra con sistema de compresión hidráulica. Y por consecuencia las capacidades de producción son diferentes. La máquina con sistema hidráulico puede producir en un rango de 2,800 – 4,000 piezas por turno.



Figura 16.- Máquina vibrocompresora de origen nacional marca maquiblock.

(<http://www.maquiblock.com.mx/m400cth.php>)

Esta máquina de origen chino que se muestra en la Figura 17.- Máquina extrusora de alto volumen. Puede producir ladrillos hueco y también ladrillos sólidos, el método de trabajo que emplea es mediante un extrusor. Se encuentra en los equipos de alta capacidad productiva, porque puede producir 13,000 – 20,000 piezas/ hora. Requiere que el material arcilloso este en un estado de total plasticidad para fluir en el extrusor. Se opera de manera automática. Maneja presiones en el extrusor de alrededor de 4Mpa. El precio aproximado oscila entre US \$40,000 y US \$80,000.



Figura 17.- Máquina extrusora de alto volumen.

(http://www.alibaba.com/productgs/510626443/Brick_making_machine_construction_material_material/showimage.html)

Esta máquina bloquera que se muestra en la Figura 18.- Bloquera semiautomática de origen nacional de industrial joper del norte., es un equipo que es de mediana capacidad ya que cuenta con mandos de control e integra diferentes elementos que son ya automatizados. La capacidad de producción depende de la configuración elegida y el tipo de ladrillos que se desean conformar. Tiene la opción de moldear ladrillos sólidos y huecos y también block. En cada ciclo puede conformar 18 ladrillos y la cantidad de ladrillos por turno pueden estar en un rango de 15,000 – 20,000 piezas/ turno de 8 hrs.

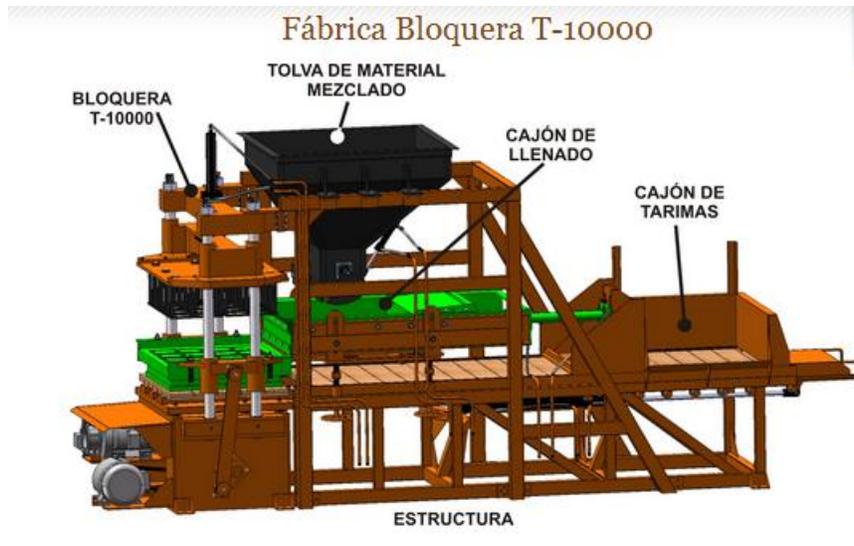
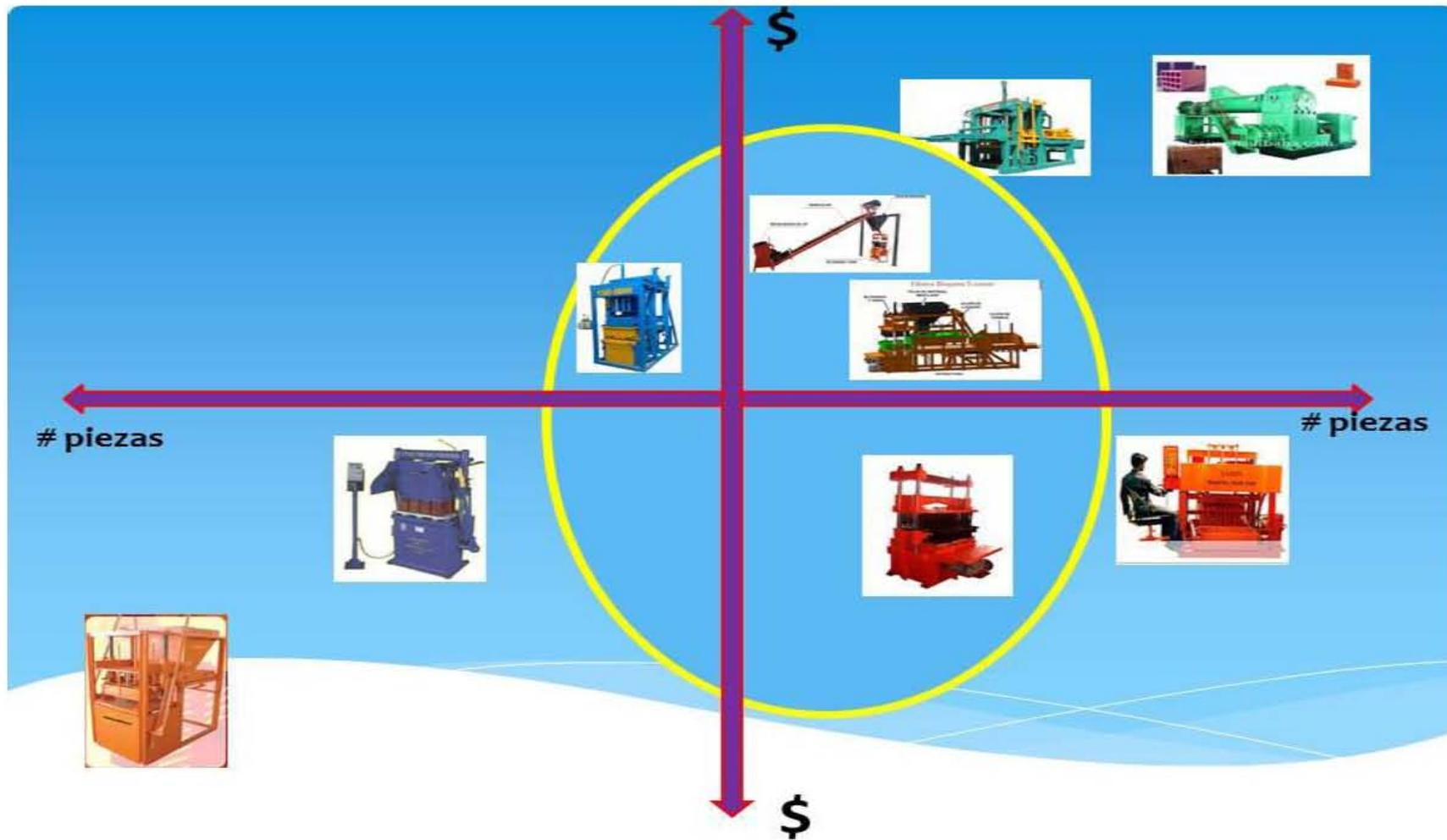


Figura 18.- Bloquera semiautomática de origen nacional de industrial joper del norte.

(<http://www.industrialjoper.com.mx/?data=3&subdata=18>)

De acuerdo a las máquinas que han servido de referencia y que se han mencionado en líneas anteriores, se utilizó la denominada *comparación por pares*, esta comparación la cual se muestra en la *Figura 19.- Tabla comparativa de "Benchmarking"*, esta comparación es de mucha utilidad debido a que ofrece información visual, que es muy sencilla de procesar. En dicha tabla se colocan en diferentes lugares de ella, las máquinas que se han investigado y que son de referencia, también en la tabla, en los ejes coordenados se colocan cantidades como es el número de piezas a moldear y en el otro eje se toma de referencia, el costo que tiene la máquina.

Figura 19.- Tabla comparativa de "Benchmarking"



4.6 Principios de funcionamiento propuestos para dar solución al problema de moldeo de arcilla

Dentro de este proceso de diseño que se ha venido desarrollando de manera estructurada, es conveniente que la manera de poder llegar a solucionar cada uno de los subsistemas, sea mediante la proposición de principios que den solución al problema del moldeo del ladrillo. En esta sección únicamente se enunciarán algunos de los principios de funcionamiento, es su mayoría son principios mecánicos que son muy conocidos, inclusive para aquellos que no estén familiarizados con dispositivos mecánicos.

La intención de mostrar los principios de funcionamiento es con la finalidad de dar a conocer que algunos sistemas pueden ser adaptados en cada uno de los subsistemas y así contribuir a que la actividad se realice con una mayor sencillez y precisión.

A) Sistema de almacenaje

Este sistema es el comienzo del proceso, en el cual se propone que para que evitemos que se pierda tiempo en la disposición de la materia prima, la cual es la arcilla.

En esta etapa se garantizaría que se tenga el suministro suficiente de arcilla humedecida para comenzar la fabricación del producto.

Para solucionar tal situación se desea que el dispositivo (máquina) cuente con un contenedor o algún aditamento en el cuál se pueda almacenar una cierta cantidad de materia prima (arcilla), esta arcilla estará contenida en el estado deseado para el proceso de moldeo; la cual podrá ser parcialmente humedecida o semihumedecida, de tal manera que el suministro de la materia prima sea constante y además que la cantidad de material almacenado sea una cantidad considerable para que el proceso de moldeo no se vea afectada por el desabasto de la arcilla y se interrumpa el moldeo del ladrillo.

En este sentido se propone el uso de una tolva; se define *tolva* a un “dispositivo de forma similar a un embudo, de gran talla, destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados”.



Figura 20.- Tolva 1. (Google Imagenes)



Figura 21.- Tolva 2.
(<http://www.dmet.com.mx/tolvas%20con%20valvula%20de%20descarga.html>)



Figura 22.- Tolva 3. (Google Imagenes)



Figura 23.- Tolva 4. (Google Imagenes)

B) Sistema de dosificado

Este sistema se considera que es importante debido que una de las premisas de este proyecto, es que se ahorre tiempo en la fabricación del ladrillo, y que el ciclo de trabajo que desempeñe la máquina, y del trabajador no se vean interrumpidos.

Se identifica que se necesita un dispositivo que realice el suministro de arcilla en los moldes de manera continua, en el momento que la maquina este trabajando. Se requiere que solamente se suministre la cantidad adecuada de arcilla que se necesita y que no existan desperdicios de la materia prima.

Se entiende por *dosificado* como, “el hecho establecer la cantidad o porción necesaria de una sustancia que debe aplicarse o suministrarse para realizar o producir cierto objeto que se desea”.

Dentro de los elementos mecánicos que se proponen para satisfacer esta función se tienen: el las (Fig. 24,25 ,26 ,27 y 28), se muestran algunos tipos de tolvas que podrían ser adaptados a la máquina que se desea diseñar.

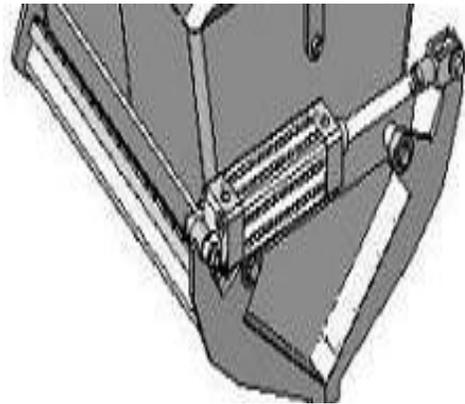


Figura 24.- Dosificador de apertura neumática. (Google Imágenes)

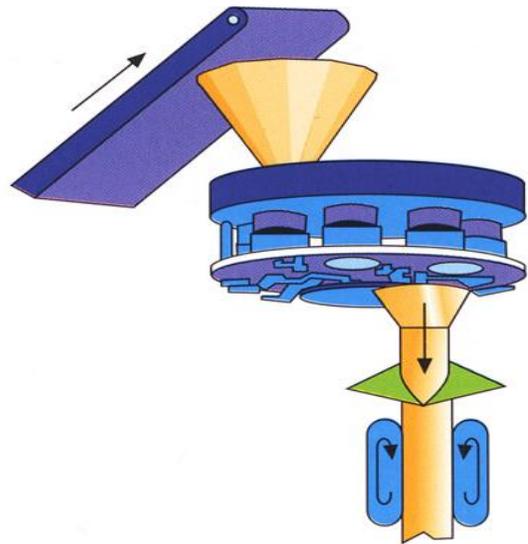


Figura 25.- Dosificador giratorio. (Google Imágenes)



Figura 27.- Sistema dosificador con guías. (Google Imágenes)



Figura 26.- Dosificador por cantidad de material. (Google Imágenes)



Figura 28.- Sistema dosificador con uso de actuador neumático. (Google Imágenes)

C) Sistema de moldeo

Este es el sistema medular y por lo tanto más importante, este sistema será el encargado de modificar la geometría del material, desde una fase previa (almacenaje), en la cual solamente se cuenta con arcilla humedecida o arcilla con cierto porcentaje de humedad, esto puede variar de acuerdo a las necesidades del usuario.

En el sistema de moldeo es precisamente en donde se propondrán diferentes configuraciones y principios de funcionamiento variados, con la finalidad de tener opciones y poder seleccionar una o en su caso realizar una combinación de los principios más adecuados, para el propósito que se persigue.

Los principios de funcionamiento que se tienen en mente son como los que muestran en las Figuras de (29 -40), que son elementos que podría ayudar al moldeo del ladrillo.

I. Sistemas manuales.

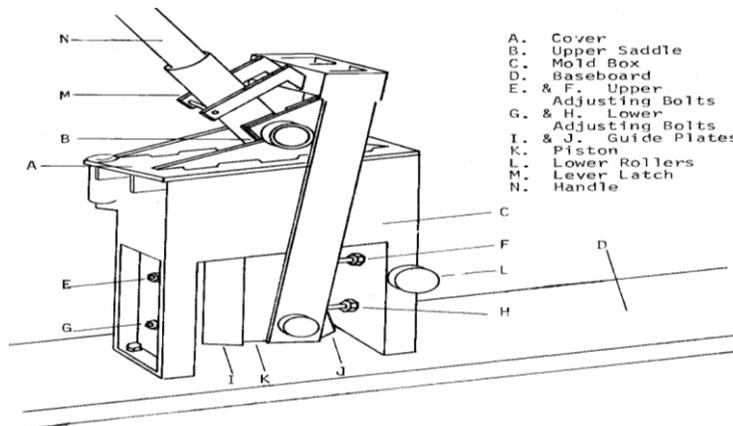


Figura 29.- prensa manual mecanismo de 4 barras. (Google Imágenes)



Figura 30.- Prensa manual, principio de banco vertical. (Google Imágenes)

II. Sistema de compresión mediante fuente de energía Mecánica



Figura 32.- Prensa vertical neumática. (Google Imágenes)



Figura 31.- Actuador neumático.
(<http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html>)



Figura 34.- Prensa vertical hidráulica.
(<http://www.prensahidraulicas.com.mx/compactadoras.html>)



Figura 33.- Actuador hidráulico.
(<http://www.espormadrid.es/2009/06/como-es-el-movimiento-de-las-lamas-del.html>)

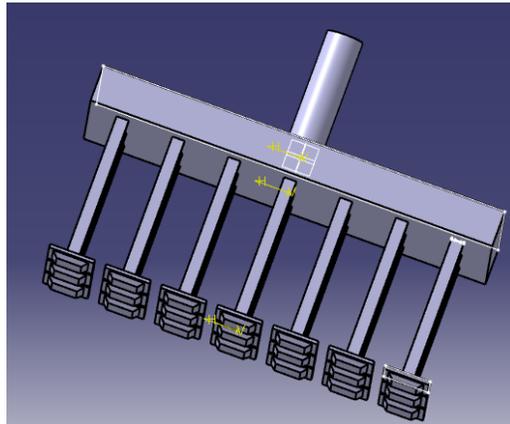


Figura 35.- Prensa vertical de simple efecto

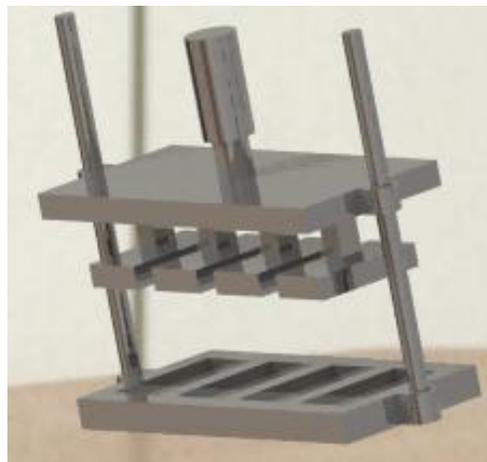


Figura 36.- Prensa vertical de doble efecto

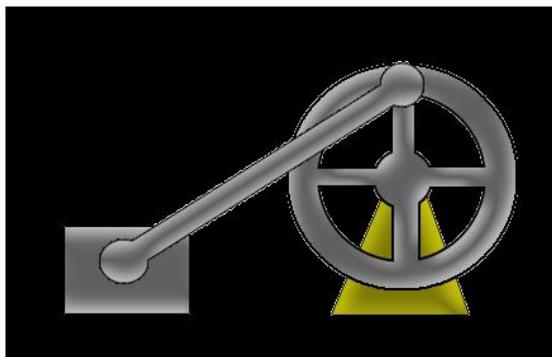


Figura 37.- Principio de manivela. (Google Imagenes)

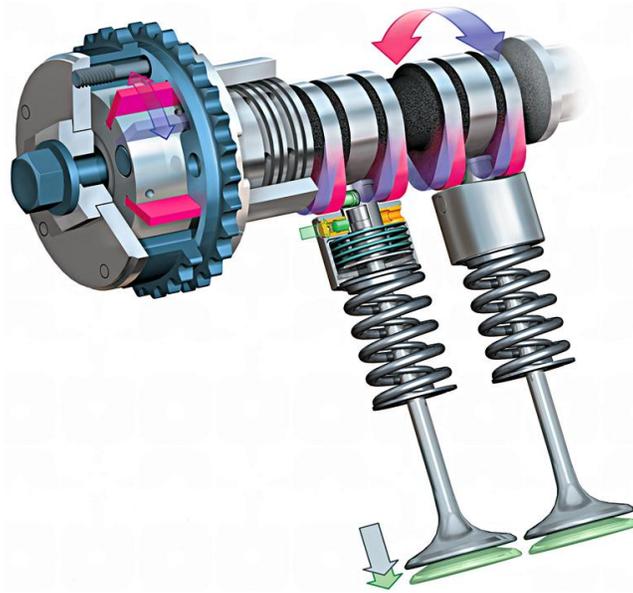


Figura 38.- Principio de funcionamiento con levas. (Google Imágenes)

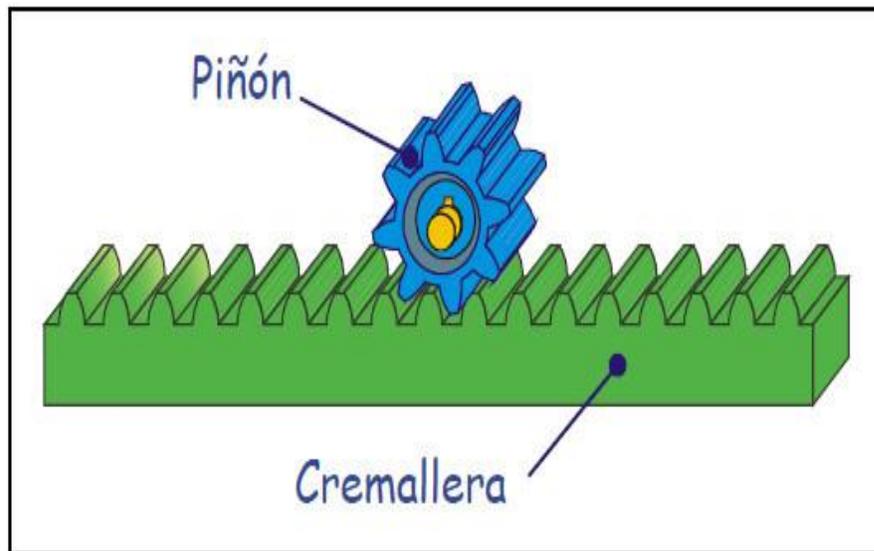


Figura 39.- Principio de funcionamiento con cremallera y piñón. (Google Imágenes)

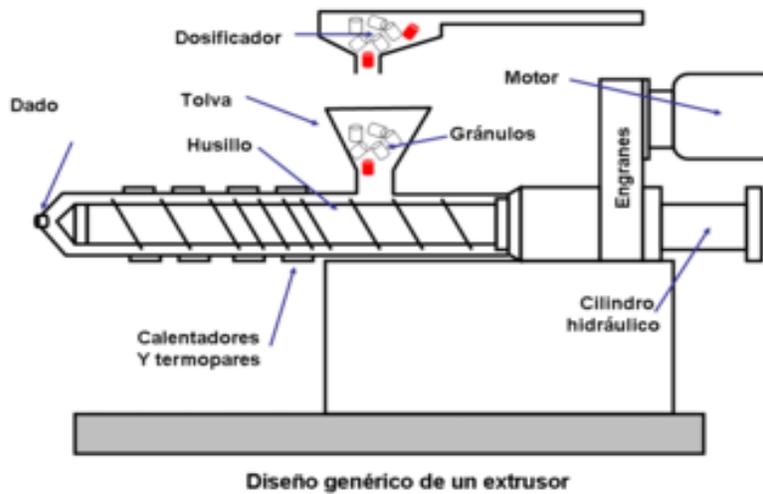


Figura 40.- Principio de funcionamiento mediante extrusión. (Google Imágenes)

D) Sistema de desmoldado

Este sistema es importante porque una vez que se obtiene el objeto conformado de arcilla, el objeto se encuentra en el interior del molde contenedor; como producto de trabajo mecánico realizado sobre la arcilla se encontrará compactada en el interior, entonces necesitará que se le aplique alguna fuerza externa que libere del contacto ahora existente entre la arcilla moldeada y el molde.

Para poder retirar del interior del molde la pieza de arcilla compactada, se deberá de aplicar una fuerza al objeto con la fuerza necesaria para retirarlo del interior, pero a su vez la manipulación de este objeto deberá de ser de manera cuidadosa para no causar algún daño superficial en el objeto conformado.

Dentro de las ideas que se proponen para realizar dicho proceso de desmoldado, se enuncian las siguientes alternativas tales como se muestran en las figuras (41, 4 1, 43 y 44)



Figura 42.- Actuador hidráulico. (Google Imágenes)



Figura 41.- Actuador neumático. (Google Imágenes)

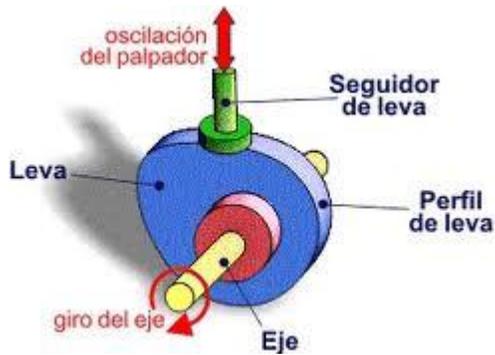


Figura 43.- Leva. (Google Imágenes)



Figura 44.- Palanca manual. (Google Imágenes)

E) Sistema de transporte

Una vez que se ha logrado moldear o dar forma al producto (ladrillo) el dispositivo no estaría completo si no se contará algún aditamento que auxilie en el transporte del producto hacia un área diferente del lugar donde se estará realizando el moldeo del ladrillo, esto es con la finalidad de que no exista un amontonamiento de producto, evitar productos en espera, que muy probablemente entorpecería el proceso de moldeo, por tal razón se proponen los siguientes principios de funcionamiento para dar solución al transporte del producto terminado.

En las *figuras (45,46 y 47)*, se muestran algunas bandas transportadoras que podrían tomarse en cuenta para diseñar el sistema que retire el producto terminado.

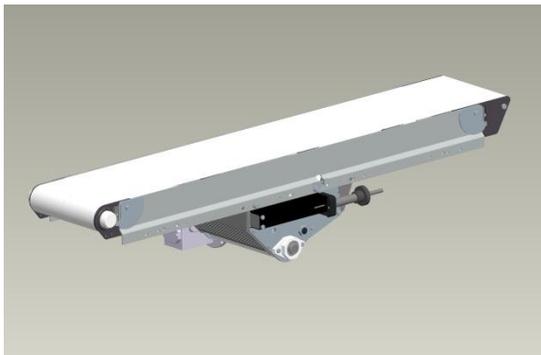


Figura 45.- Banda transportadora. (Google Imágenes)



Figura 46.-Rodillos transportadores. (Google Imágenes)



Figura 47.- Transportador con pendiente donde se usa la gravedad como medio de generación de impulso. (Google Imagenes)

CAPÍTULO 5

SELECCIÓN DE SUBSISTEMAS

Algunos autores han descrito el proceso de diseño de ingeniería como una serie de decisiones llevado a cabo con menos de la información adecuada. Ciertamente, la creatividad, la capacidad de adquirir información, y la capacidad de combinar en principios físicos de trabajo, los conceptos son muy importantes en la toma de decisiones de diseño. Así, también, es una comprensión de las influencias psicológicas en la toma de decisiones, la naturaleza de las compensaciones consagradas en la selección de diferentes opciones, y la incertidumbre inherente en las alternativas. Por otra parte, la necesidad de comprender los principios detrás de una buena decisión lo es igualmente importante para el ejecutivo de negocios, el cirujano o el ejército comandante, ya que es el diseñador de ingeniería.

La teoría de la toma de decisiones se basa en diferentes disciplinas académicas, incluyendo matemática pura, economía (macro y micro), psicología (cognitivos y conductual), probabilidad, y muchos otros (Dieter, 2009).

En el proceso de seleccionar un concepto o un modelo que satisfaga las necesidades que se están persiguiendo; es importante que esta forma de seleccionar sea realizada de una manera confiable, que no se lleve a cabo de manera subjetiva en donde es muy probable que exista algún sesgo en el resultado obtenido, debido a las preferencias personales del grupo de trabajo. El problema de tomar decisiones de manera subjetiva, radica en que automáticamente se descartan algunas posibles soluciones y no se consideran algunas otras las cuales podrían ser potenciales soluciones al problema dado.

Un método particularmente útil para decidir sobre el concepto de diseño más prometedor en la etapa de selección, es el concepto *Pugh*. Este método compara cada concepto relativo a un concepto de referencia o punto de referencia y para cada criterio determina si el concepto en cuestión es mejor que, más pobre que, o aproximadamente el mismo que el de referencia conceptual. Por lo tanto, es una técnica de comparación relativa (Dieter, 2009)

5.2 Matriz morfológica

Dentro de este proceso iterativo en el cual se tiene como tarea primordial el de escoger los principios de funcionamiento que den solución al problema del moldeo del ladrillo, se sigue que una vez que se ha utilizado las matrices de decisión ponderadas. Ahora se echara mano de otra herramienta muy útil la cual es la *Matriz Morfológica de Zwicky*, este método permite visualizar una clara solución mediante la visualización de principios de solución con la ayuda de asociaciones físicas y otras cantidades, además de las propiedades geométricas y las propiedades de los materiales (Pahl, 2007).

Por otra parte Norris (1963) describe varios métodos para realizar una elección racional entre una larga lista de alternativas colocadas en subfunciones. El principio de selección consiste en tomar una solución en cada columna, la cual proporciona el mayor puntaje de acuerdo a ciertos criterios de éxito. (Jones, 1970)

Recurriendo a búsqueda de información en este tema de la generación de soluciones a partir de métodos morfológicos se puede enunciar que:

Cuando un dispositivo o sistema que se está asignado debe cumplir varias funciones o combinar varias características cabe subdividir el problema. Los conceptos son los generados para satisfacer a cada área de problemas más pequeños y luego combinar. Con el fin de que todas las combinaciones posibles de estos conceptos se consideran a continuación, Un análisis morfológico debe llevarse a cabo y elaborar un gráfico morfológico. También es recomendado realizar un enfoque de cuatro etapas.

- 1) Hacer una estrecha exámenes de la especificación y la lista de las funciones y las características que se requieren.
- 2) Identificar la mayor cantidad posible de proporcionar a cada característica de las funciones una solución.
- 3) Elaborar una tabla con las características esenciales o funciones en el eje vertical. A lo largo de cada fila entrar en el medio para alcanzar cada una de las funciones o la prestación de cada característica deseable.
- 4) Identificar todas las combinaciones factibles las cuales satisfacen todos los requisitos en su totalidad.
(Hurst, 1999)

La identificación de soluciones compatibles se facilita sí:

- Si las subfunciones son mencionadas en orden en el cual ocurren, y si es necesario separarlas de acuerdo al su flujo de energía, materiales y señales.
- Los principios de solución están dispuestos adecuadamente con la ayuda de una matriz de parámetros.
- Los principios de solución no están expresados en palabras pero si en bocetos que permiten tener una idea más clara de lo que podría resultar de dichas combinaciones.

En la Figura 48.- Matriz de combinaciones, de acuerdo a Zwicky (Matriz Morfológica) , se muestra como se deberían de combinar las posibles soluciones y se establece que dependiendo de las características de cada una de las posibles soluciones, se puede combinar para obtener un resultado que mejor favorezca a la solución del problema al que se busca dar solución.

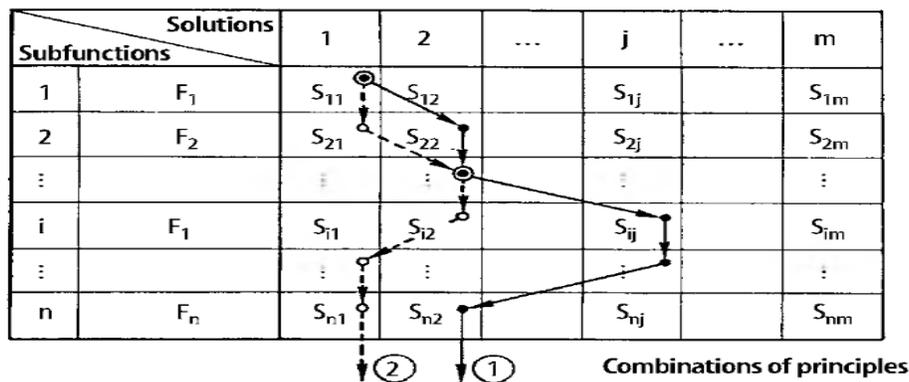


Figura 48.- Matriz de combinaciones, de acuerdo a Zwicky (Matriz Morfológica) (Pahl, 2007)

A continuación se muestra la matriz morfológica con las posibles soluciones, y posteriormente la elección de los mejores principios de funcionamiento seleccionados con las matrices de decisión ponderadas.

A continuación en la Figura 49.- Alternativas de solución en la matriz morfológica, se aprecia en la tabla las posibles soluciones a los principios de funcionamiento. También en la Figura 50.- Esquema de clasificación de Zwicky o matrices morfológicas, se esquematiza la secuencia de los principios de funcionamiento seleccionados y que tentativamente dan solución al problema del moldeo del ladrillo y con los principios de solución obtenidos podrían ser adaptados en la configuración final de la máquina.

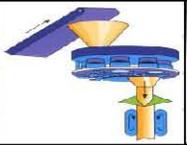
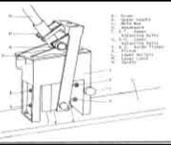
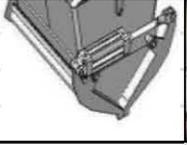
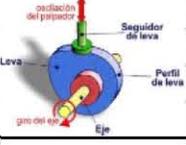
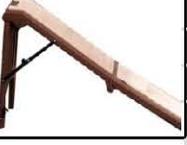
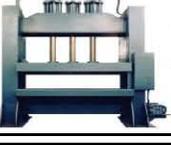
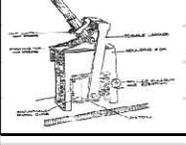
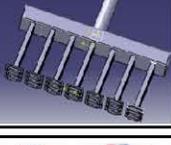
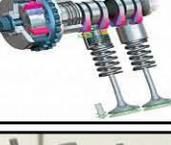
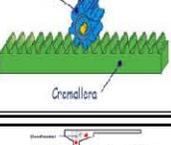
		S I S T E M A				
		Almacenaje	Dosificado	Conformado	Desmoldado	Transporte
S O L U C I Ó N						
						
						
						
						
						
						
						
						
						

Figura 49.- Alternativas de solución en la matriz morfológica

		S I S T E M A				
		Almacenaje	Dosificado	Conformado	Desmoldado	Transporte
S O L U C I Ó N						

Figura 50.- Esquema de clasificación de Swicky o matrices morfológicas

5.3 Análisis de la selección de conceptos

Después de mencionar los cinco sistemas que son esenciales y además de mostrar algunos de los principios de funcionamiento que se considera que pueden desempeñar un trabajo adecuado para realizar la función solicitada.

Hasta este punto ya se han planteado diferentes alternativas, las cuales pueden dar solución al problema, que a su vez se ha dividido en diferentes subsistemas. Por lo cual se deberá de dar solución a cada uno de los subsistemas. En el proceso de diseño genérico, se menciona que se debe de iterar en cada una de las fases, lo cual significa que debido a que ya se cuenta con diferentes alternativas, se debe de seleccionar una o la combinación de varias de ellas. Con la finalidad de obtener un concepto adecuado, que al haber comparado con respecto a algún elemento de referencia o entre las mismas ideas propuestas se tenga la certeza que esta idea o concepto es el que mejor satisface la necesidad, y además es factible y flexible para poder adaptarlo en el diseño final.

De acuerdo a las matrices de decisión, que se utilizaron para evaluar y decidir cuales deberán de ser los subsistemas que satisfagan cada una de las funciones requeridas, resulta que para cada uno de los cinco subsistemas, al menos una propuesta o principio de funcionamiento ayudan a desempeñar la función deseada.

A manera de resumen, para el primer subsistema el cual es el de *almacenamiento* se realizó la comparación de diferentes tolvas con diferentes geometrías, se realizó la selección con las matrices de decisión arrojando como resultado que la tolva que tiene una sección rectangular y además tiene una estructura rígida, es la que mejor se adecúa; además considerando la facilidad que existe para adquirir o para poder maquinar esta tolva.

El segundo subsistema es de *dosificado*, en este punto el elemento que tuvo mejores calificaciones sobre las otras alternativas propuestas fue, la utilización de un actuador hidráulico, que realizará la apertura de una compuerta y esta a su vez permitirá el paso de la materia prima (arcilla humedecida).

El tercer subsistema es el de *moldeado o conformado*. El principio de funcionamiento que mejor satisface la necesidad de moldear o conformar la arcilla es un actuador hidráulico de simple efecto, además este elemento deberá o se planea que tenga unas guías laterales, en estas guías una placa que estará impulsado por el actuador antes mencionado, se desplazará y realizará el movimiento de vaivén.

El cuarto subsistema es el de *desmoldado*. El principio de funcionamiento que mejor satisface la necesidad de desmoldar el ladrillo que previamente fue conformado es un

actuador hidráulico de simple efecto, este se localizará en la parte inferior del dispositivo, a diferencia del actuador de moldeo o conformado en esta etapa se requiere menor potencia por lo cual el actuador hidráulico podrá realizar dicha tarea sin problema alguno.

El quinto subsistema es el de *transporte* es un sistema que efectivamente es un sistema que auxilia en la transportación de los ladrillos que se moldearon, es importante y fundamental este subsistema debido a que se requiere que los ladrillos que se han conformado, no se amontonen y así llegaran a entorpecer la actividad de conformar la arcilla. Las matrices de decisión muestran que el principio más efectivo será la implementación de una mesa con rodillos deslizantes por la cual se deslizaran una placa que contiene a los ladrillos conformados

5.4 Bosquejo de conceptos seleccionados

Una vez que se realizó el proceso de selección de los principios de funcionamiento que mejor satisfacían a cada una de las subfunciones, lo que continuó fue la idealización de unos bocetos de manera que se plasmasen las ideas que se tenían sobre lo que probablemente sería una de las posibles configuraciones finales de la máquina deseada. A continuación en la Figura 51.- Bosquejo del concepto propuesto, en donde se muestran elementos que fueron seleccionados de acuerdo a matrices de decisión.

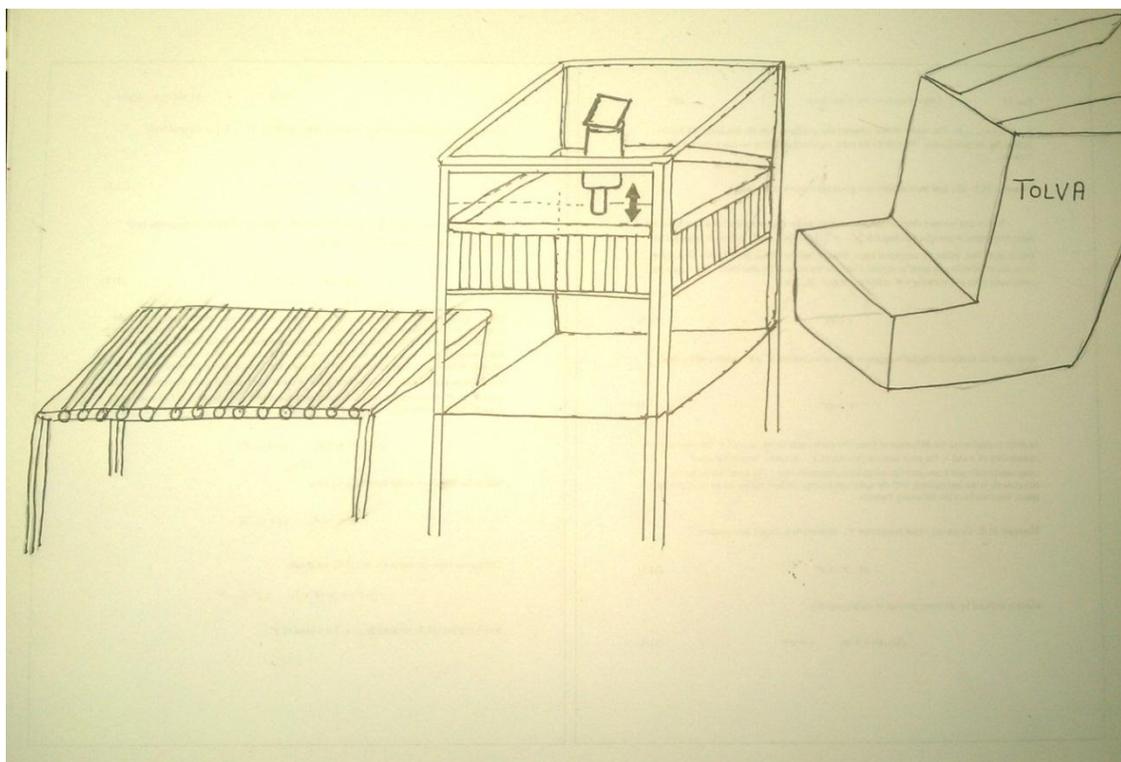


Figura 51.- Bosquejo del concepto propuesto1

Una posible máquina que se podría diseñar tiene una torre que incorpora una placa que comprime la arcilla, esta placa se desplaza en movimiento vertical, que es impulsado por actuadores hidráulicos o neumáticos, en la Figura 52.- Concepto 2 , se aprecia el principio básico de cómo sería el movimiento que realizaría la máquina, para lograr dicho propósito.

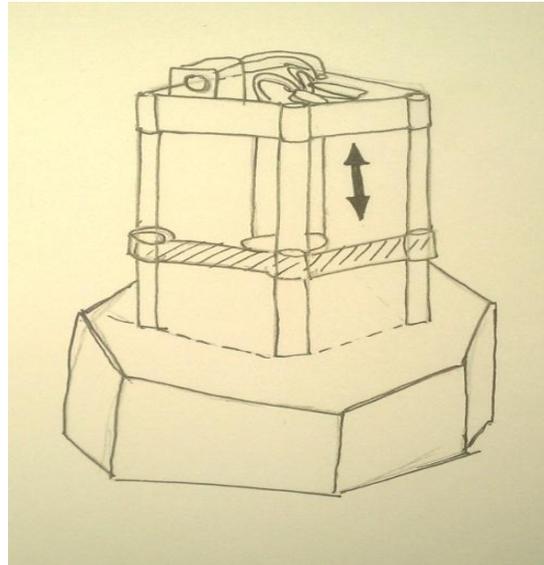


Figura 52.- Concepto 2

En la Figura 53.- Concepto del dosificador, se muestra una aproximación del movimiento alternativo de vaivén que se pretende realizar, para lograr la acción de llenar las cavidades de la malla de moldeo con el material de trabajo que es la arcilla.

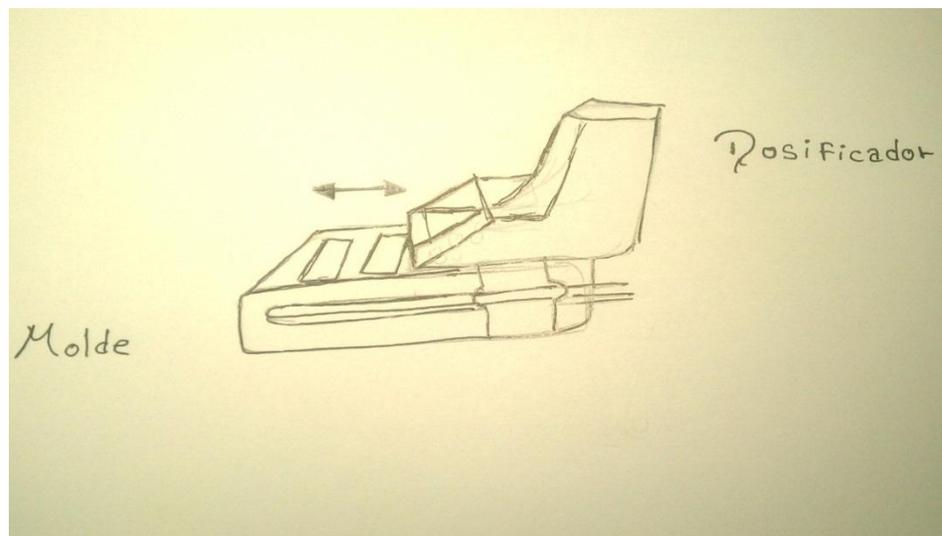


Figura 53.- Concepto del dosificador

En esta Figura 54.- Concepto final de la configuración aproximada que la máquina moldeadora deberá de tener., se hace un intento por mostrar la configuración que al final es la más aproximada a la final, se consideró que esta geometría, así como los elementos que mejor se podrían adaptar, igualmente el realizar una observación de algunas máquinas comerciales, fue de importancia para decidir que esta configuración era más adecuada.

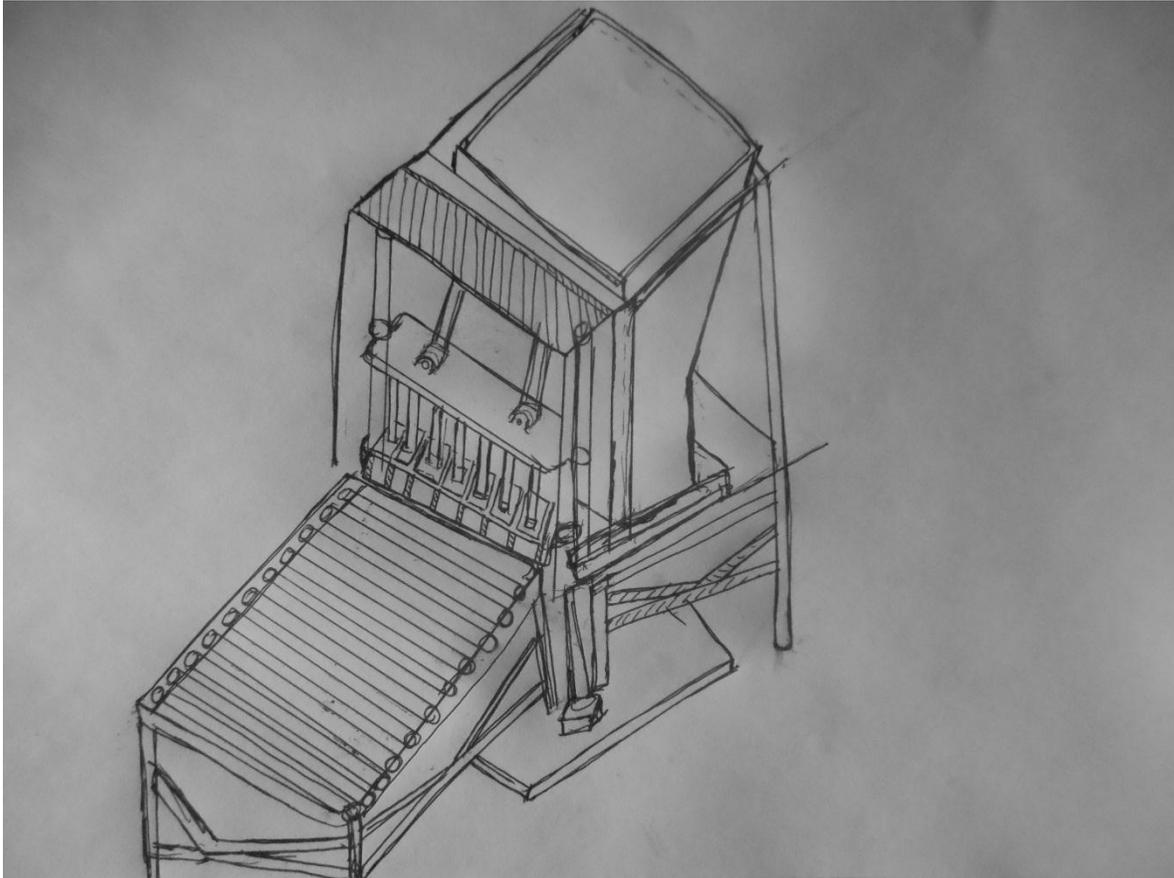


Figura 54.- Concepto final de la configuración aproximada que la máquina moldeadora deberá de tener.

CAPÍTULO 6

DISEÑO DE DETALLE

6.1 Introducción al diseño de detalle

Diseño de detalle como su nombre lo dice, es la fase en la que la totalidad de los detalles se unen, todas las decisiones se finalizan y las decisiones son tomadas por la gestión de la liberación del diseño para la producción.

Diseño de detalle es el nivel más bajo en la jerarquía de la abstracción del diseño. Es una actividad muy específica y concreta. Muchas decisiones se han hecho para llegar a este punto. La mayoría de estas decisiones son fundamentales para el producto diseñado y cambiarlas ahora sería costoso en tiempo y esfuerzo. El detalle de diseño deficiente puede arruinar un concepto de diseño brillante y dar lugar a defectos de fabricación, costos elevados y la escasa fiabilidad en el servicio. Un diseño de detalle brillante no rescata a un diseño conceptual pobre. Por lo tanto, como el nombre implica, diseño de detalle se ocupa principalmente de confirmar los datos y el suministro que faltan para asegurar que un diseño probado y ensayado puede ser fabricado en un producto de calidad y costo-efectivo (Dieter, 2009).

Algunas actividades del diseño de detalle son:

- ❖ Completar la selección y el tamaño de los componentes.
- ❖ Completar los dibujos de ingeniería.
- ❖ Completar lista de materiales.
- ❖ Revisar especificaciones de diseño del producto.
- ❖ Preparar estimación final de costos.
- ❖ Preparar informe de detalle de diseño.

De acuerdo a lo que se especificó en el capítulo anterior en donde se realizó la selección de los subsistemas que satisfacen los requerimientos de las personas interesadas en que se realice el diseño de este dispositivo.

Resumiendo que los sistemas que tuvieron una respuesta favorable en el proceso de selección fueron:

-
-
- 1) *Subsistema de almacenamiento*: resultó seleccionado una tolva que almacenará la arcilla en un proceso previo al moldeo.
 - 2) *Subsistema de dosificado*: resultó seleccionado un dispositivo que comprende un mecanismo y un actuador hidráulico.
 - 3) *Subsistema de moldeo o conformado*: El principio de funcionamiento que mejor se adapta a lo requerido es un dado moldeador que suministre energía a través de un actuador hidráulico que comprima la arcilla en el molde.
 - 4) *Subsistema de desmoldado*: Para expulsar el producto que previamente ha sido moldeado mediante la compresión, también se expulsara del molde mediante la energía suministrada por un actuador hidráulico.
 - 5) *Subsistema de transporte*: Últimamente para transportar los ladrillos previamente comprimidos se utilizará un sistema de rodillos, montados sobre un bastidor, los ladrillos se desplazaran sobre esta cama de rodillos únicamente con el impulso mecánico.

6.2 Descripción de los elementos Seleccionados

A) Sistema de Almacenaje

TOLVA.- Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. En ocasiones, se monta sobre un chasis que permite el transporte.

En el caso particular de la necesidad que se requiere cubrir, es el de equipar al dispositivo con un sistema que permita almacenar una cantidad de materia prima considerable para que se realice el proceso de fabricación de ladrillo de manera satisfactoria.

También de acuerdo con el proceso de selección de las alternativas, el principio de funcionamiento propuesto, y la configuración deseada es una tolva.

La tolva propuesta tiene las siguientes características:

Material: placa de acero inoxidable.

Lamina lisa Norma A-240/240-M , calibre 16.

Espesor= 1.52 mm

Peso aproximado por $m^2 = 12. \text{ kg.}$

Se propone el uso de materiales tal como lo es la lámina de acero calibre 16, y debido a que la materia que se desea almacenar, aunque sea por un tiempo relativamente corto, es un materia que se encontrará en presencia de medios corrosivos como es el caso de agua, de deberá de contar con un tratamiento de pintura para que evite la corrosión de la lámina.

Es importante que la materia prima (arcilla) cuente con un porcentaje de humedad para que se facilite el proceso de moldeo del ladrillo.

Las dimensiones propuestas nos dan un área= 3.98414 m^2

También un volumen de 0.783347 m^3

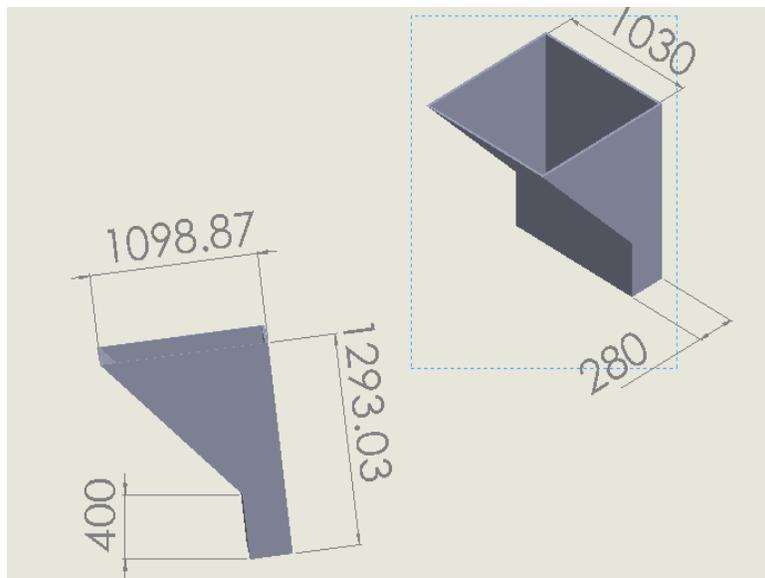


Figura 55.- Tolva seleccionada

B) Sistema de dosificado

Dosificador.- Un dosificador es un equipo que por lo general forma parte integral de una línea de producción. La función del dosificador es entregar o suministrar de forma ágil la cantidad de material o insumo necesario para la realización de un sistema.

El sistema dosificado que se ha seleccionado es un sistema que consta de dos placas metálicas, las cuales realizarán un movimiento longitudinal el cual es impulsado utilizando un actuador hidráulico el cuál proveerá de la fuerza necesaria para desplazar el elemento y permitir que realice la función de suministrar a la rejilla de moldeo con la cantidad necesaria de arcilla para que pueda ser moldeada.

Los elementos del sistema de dosificado que se proponen para esta máquina en particular son los siguientes.

- a) ***Placa inferior guía.***- La descripción de este elemento es el siguiente; esta placa se encuentra en la parte inferior de la salida de la boquilla de la tolva, antes de este elemento se encuentra otra placa que se describirá a continuación, la característica de este elemento es que en su parte lateral superior cuenta con una ranura que será realizada con un cortador woodruff , esta ranura a lo largo de la cara superior servirá de guía para que la otra placa que esta por describirse, se acople y pueda desplazarse dentro de esta ranura.

De esta manera se está limitando el movimiento de la una de las placas a que sea únicamente un movimiento longitudinal y también al desplazarse dentro de la ranura se evita que exista un deslizamiento lateral.

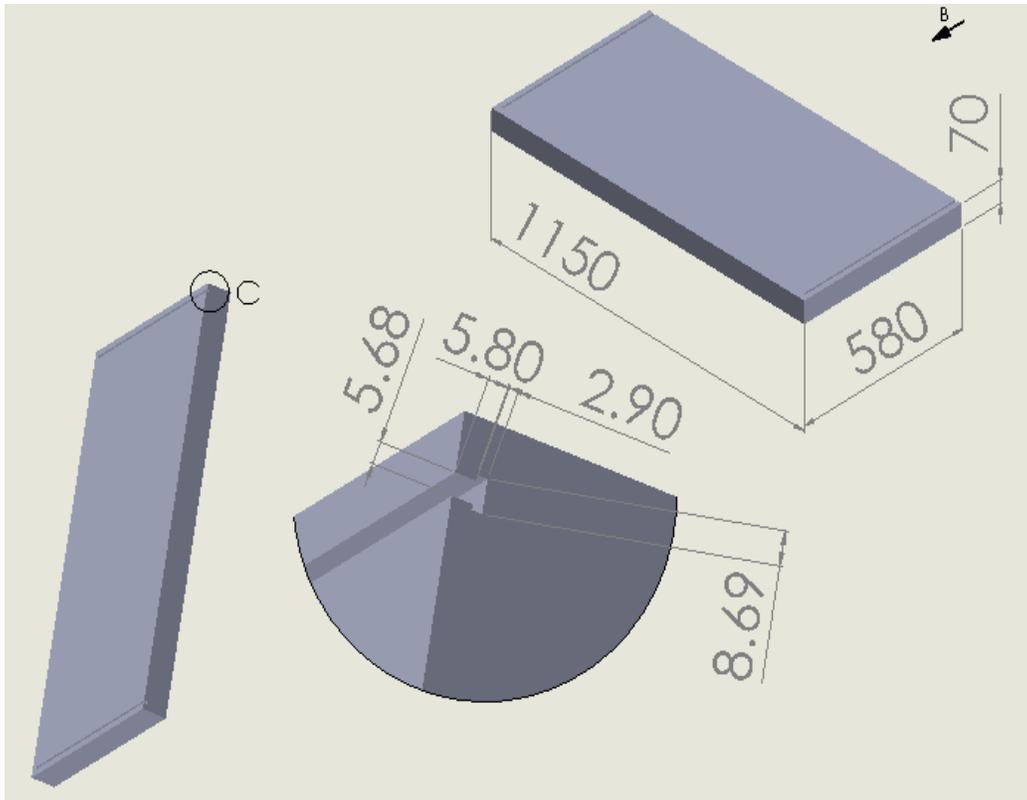


Figura 56.- Placa guía del dosificador

- b) **Placa superior dosificadora.**- Esta placa tiene la característica que en comparación con la placa inferior, es una placa que cuenta con una cavidad en donde se depositará una cantidad de arcilla que se encuentra humedecida, esta arcilla estará depositándose en esta cavidad por efecto de la gravedad debido a que en la parte superior de estas se encuentra la tolva que pertenece al sistema de almacenaje de la materia prima.

Como se mencionó esta placa cuenta con una placa sólida y con una cavidad, esto es porque la cavidad tiene la geometría exacta de la salida de la tolva, por tal razón cuando se encentra en esta posición se permite que la arcilla se deposite en la cavidad, cuando esta placa es movida por el actuador se desplazará hacia el lado en donde se encuentra la parte sólida, la parte sólida cubrirá la ranura de salida de la tolva e impedirá que la arcilla continúe saliendo de la tolva. A su vez cuando la parte que tiene la cavidad es desplazada a una nueva posición esta nueva posición será exactamente una posición en donde la arcilla contenida por la cavidad es arrastrada hasta otra nueva cavidad, en este caso será una cavidad que contendrá diferentes separaciones y la geometría será entonces la geometría del producto deseado de un prisma rectangular que esta es la geometría de los ladrillos que se desea fabricar.

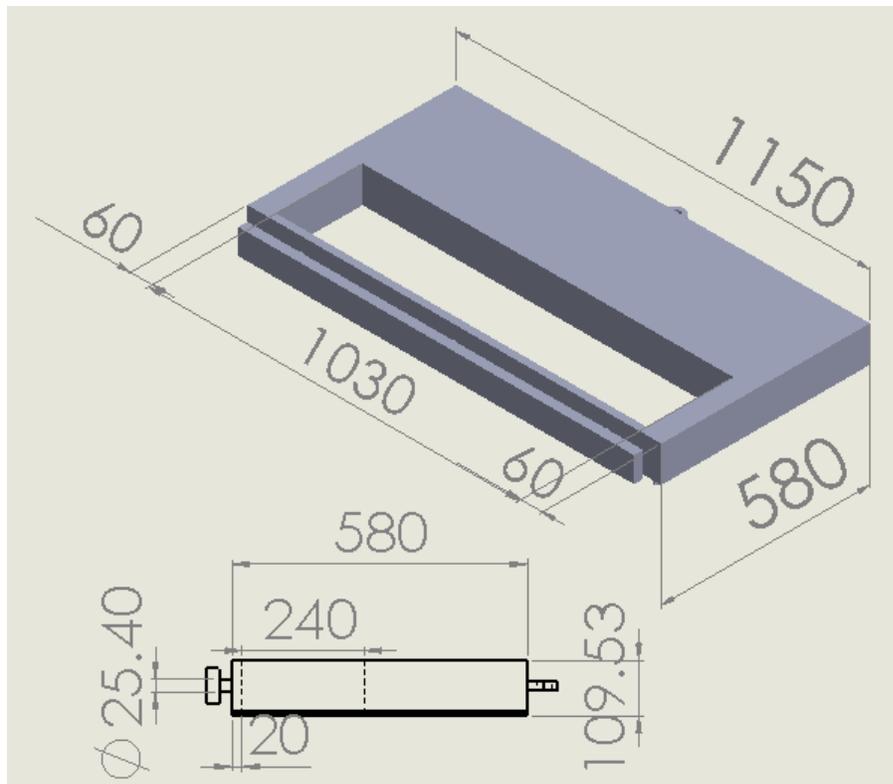


Figura 57.- Placa superior del dosificador que muestra la cavidad receptora de arcilla

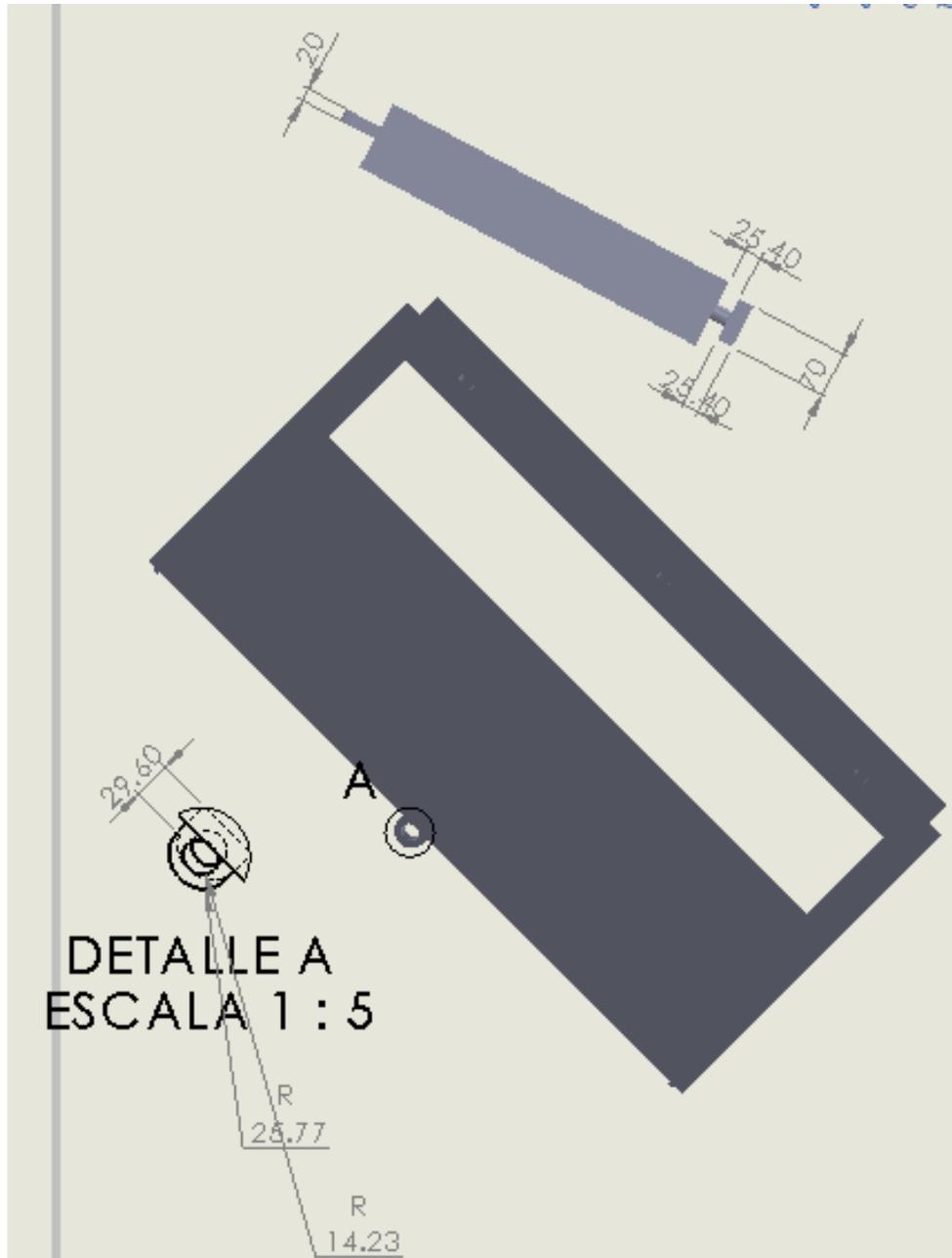


Figura 58.- Placa superior del dosificador, se muestra la cavidad receptora de arcilla acotada, y se muestra el detalle del elemento de sujeción

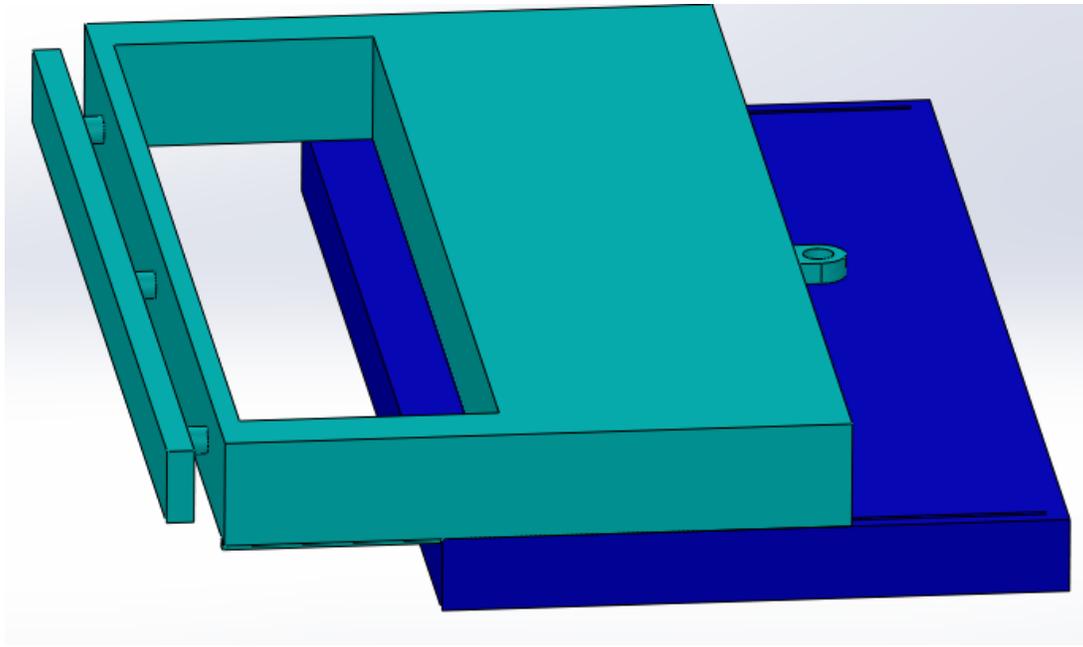


Figura 59.- Ensamble del sistema de dosificado, placa guía y placa superior de dosificado, insertada en la ranura donde se desplaza

C) Sistema de moldeo

El sistema de moldeo y más importante en este caso debido a que es el objetivo principal de este proyecto; como antes se ha mencionado el de conformar un ladrillo a partir de una materia prima que es arcilla, por consiguiente el subsistema de moldeo es medular y determinará las dimensiones requeridas y la compactación necesaria del producto final.

El moldeo por compresión es un proceso de conformado de piezas en el que el material, en esta operación el material es introducido en un molde abierto al que luego se le aplica presión para que el material adopte la forma del y adopte definitivamente la forma deseada.

Los elementos que componen a este subsistema de moldeo son:

- *Dado moldeador superior*
- *Malla de moldeo*

Dado moldeador superior.

Está compuesto por el apisonador que a su vez tiene diferentes elementos. Como lo es el poste de tubo hueco cuadrado de acero con una espesor de pared de 3.96 mm.

Este tubo hueco se acopla a una placa en un arreglo de siete postes o tubos cuadrados huecos, por consiguiente el dado de moldeo tendrá un arreglo de siete elementos esto indica que se podrán moldear hasta 7 ladrillos por vez.

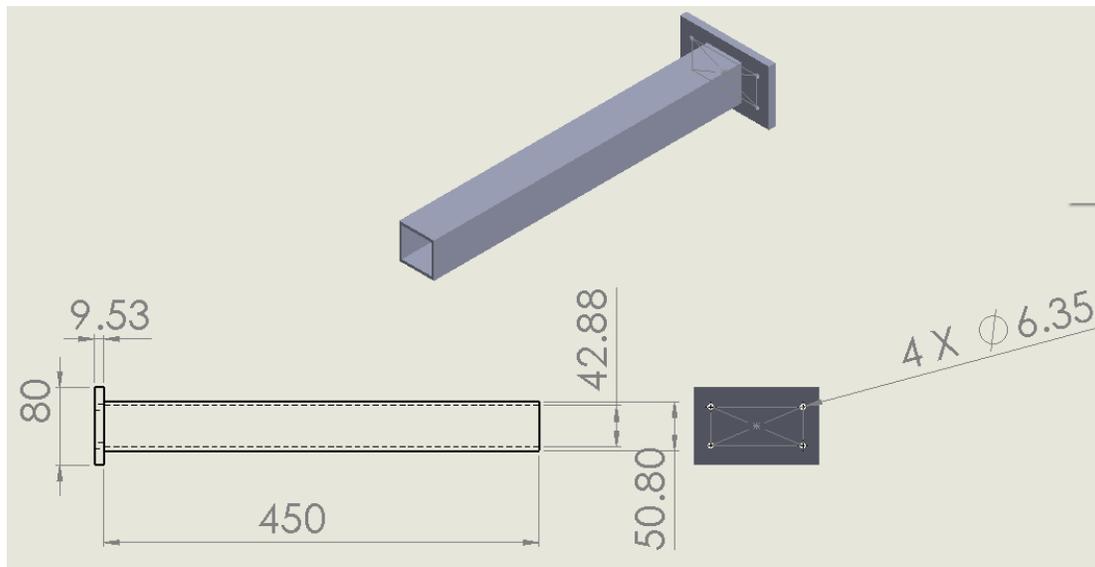


Figura 60.- Poste del apisonador superior

Apisonador.- El apisonador es un elemento de placa rectangular que se encuentra en la parte inferior del arreglo del dado moldeador, este elemento es muy importante porque las dimensiones de este apisonador tienen exactamente las dimensiones de la cara superior del ladrillo deseado. El apisonador también cuenta con un inserto que es de geometría rectangular en su base y termina en rectángulo pero de menor dimensión respecto al primero, porque tiene un ángulo de 135° con respecto a la vertical, este ángulo de salida es para que una vez que se ha formado la cara superior del ladrillo, el dado apisonado pueda ser retirado sin problema.

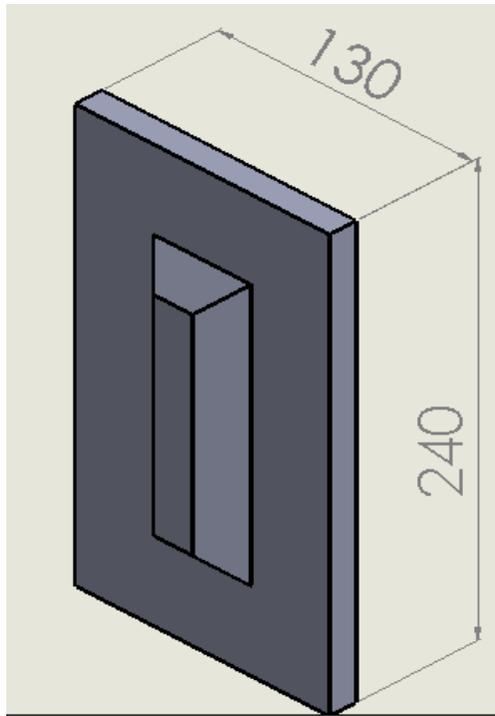


Figura 61.- Representación del apisonador en su cara de contacto con la arcilla

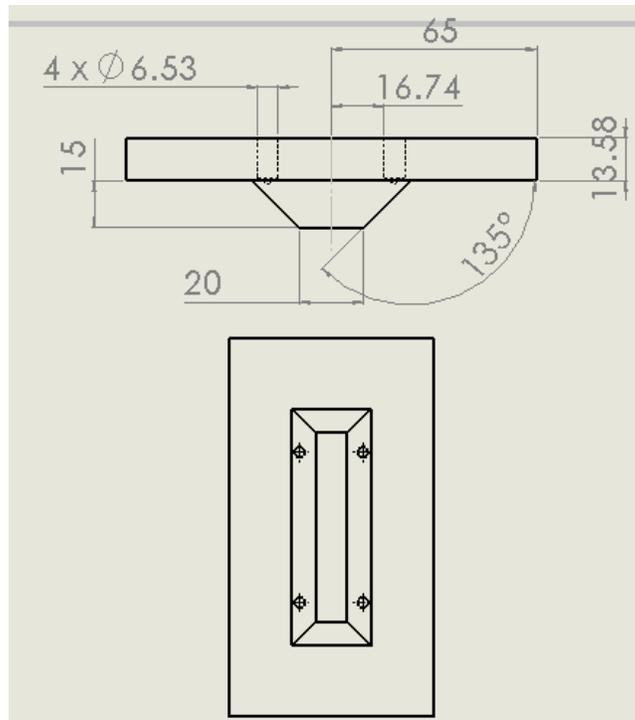


Figura 62.- Representación del apisonador en su cara de contacto con la arcilla, además se presentan las dimensiones del elemento

Rejilla de moldeo.- La rejilla de moldeo forma parte del subsistema de moldeo, es un elemento fundamental debido a que la geometría de la rejilla posee la geometría deseada para que la arcilla adopte esta forma, y por lo tanto es pieza medular dentro de todo el subsistema. En esta rejilla se depositará la arcilla que viene de procesos anteriores desde el almacenaje, pasando por el proceso de dosificado.

Cuando el dosificador realiza su movimiento longitudinalmente primeramente sobre la guía de la placa inferior de dosificado, en la ranura que está destinada para que se acople la parte superior del dosificador. Por otra parte esta rejilla de moldeo al igual que la placa inferior del dosificador, también cuenta con la misma ranura que permitirá que la parte superior del dosificador también se desplace por la superficie de la rejilla, permitiendo que en su recorrido de vaivén sobre la rejilla, arrastre hacia el interior de la rejilla la arcilla contenida en el dosificador.

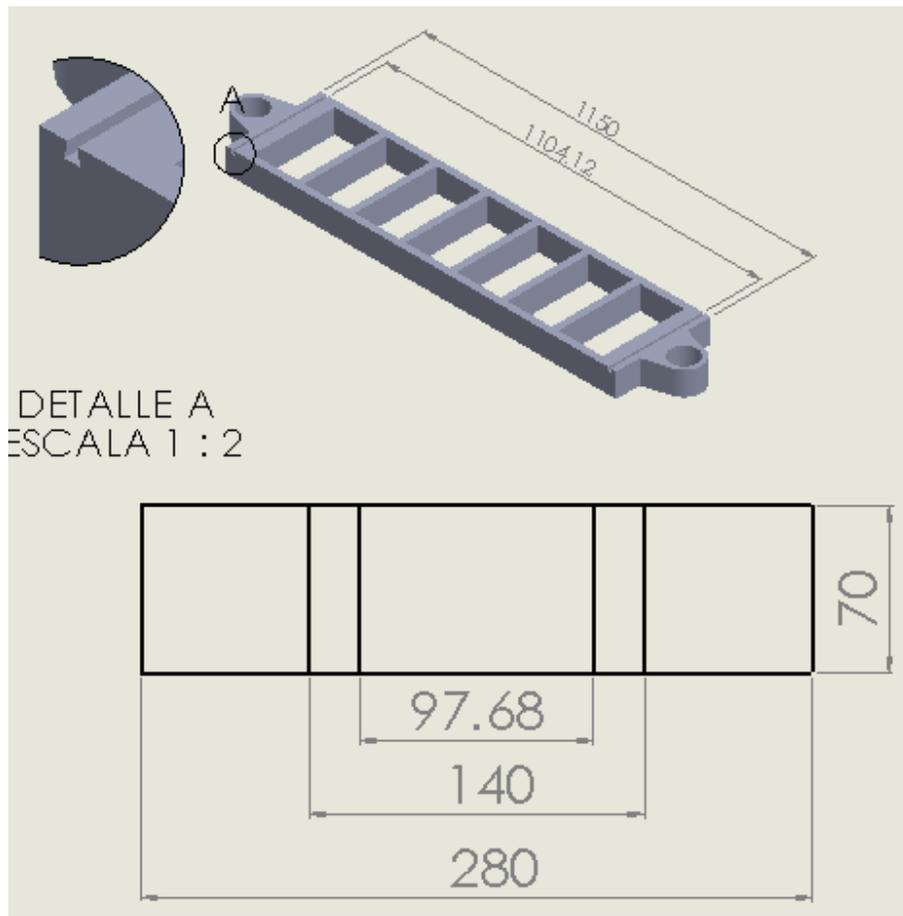


Figura 63.- Rejilla de moldeo

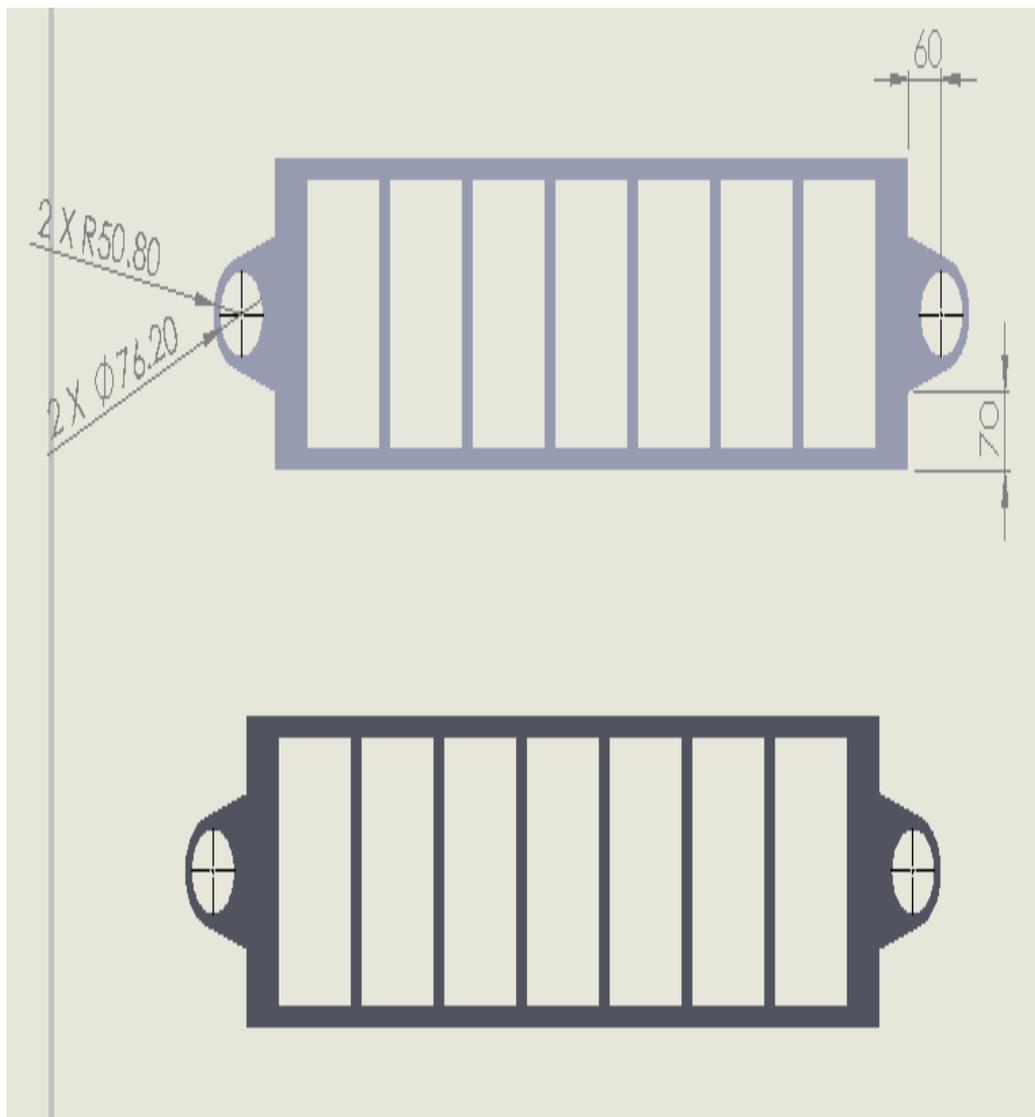


Figura 64.- Rejilla de moldeo acotada

Ensamble del dado moldeador.- El principio de funcionamiento de la máquina moldeadora es simple se basa en un arreglo que contiene siete elementos; apisonador con sus respectivos postes, posicionados de tal manera que sea uniforme la separación entre ellos. Ahora bien este arreglo de dado moldeador como se le ha denominado se desplazará concéntricamente sobre unas guías laterales que son tubos de 4 pulgadas de diámetro. También es conveniente señalar que dicho arreglo por su parte superior cuenta con un par de elementos de sujeción en los cuales se ensamblará el extremo de los actuadores hidráulicos que suministrarán de esa energía necesaria para transmitir fuerza descendente y que generará la compactación de la arcilla.

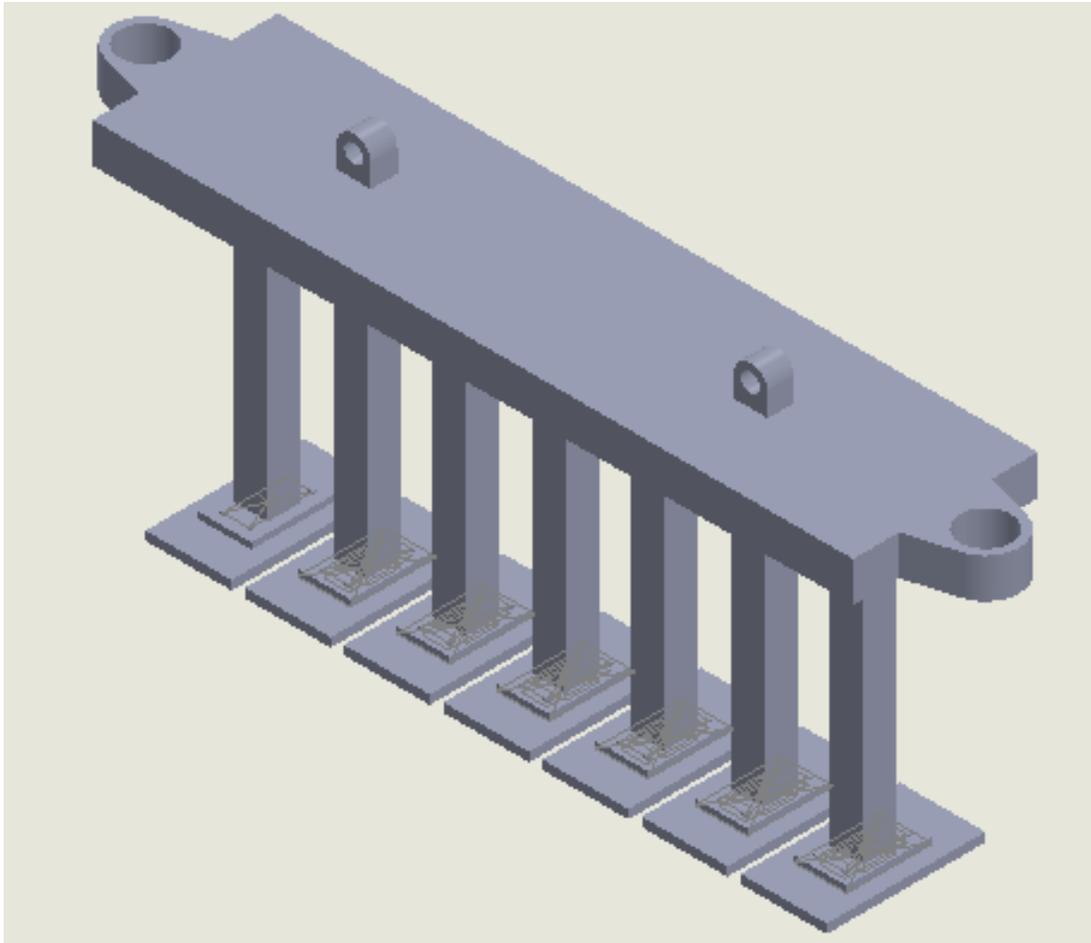


Figura 65.- Ensamble del dado moldeador

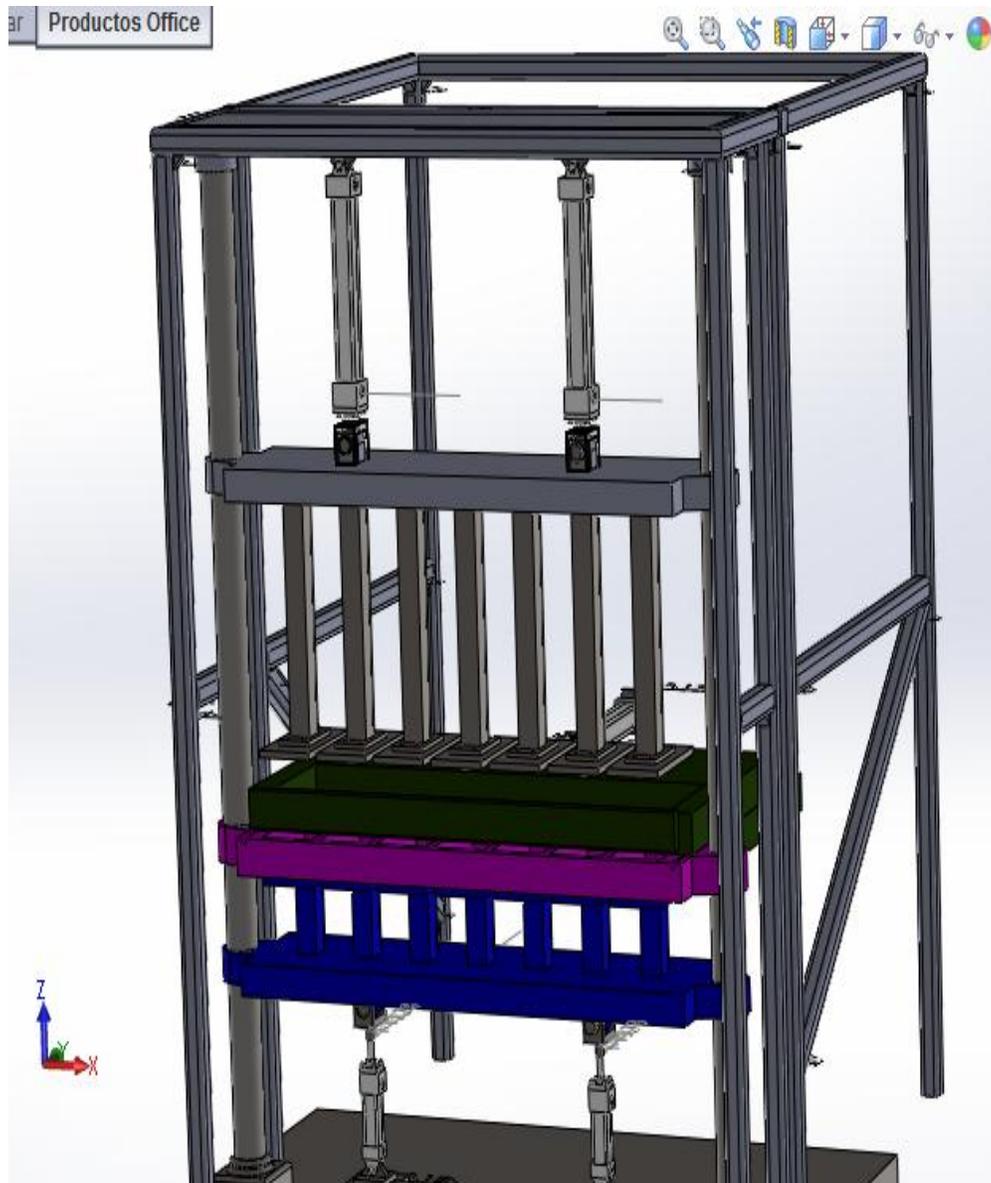


Figura 66.- Representación del ensamble de la máquina, se visualiza el sistema de moldeo

D) Sistema de desmoldado

El sistema de desmoldado consiste en una base que tiene por la parte inferior un dado similar al dado superior. Este dado inferior se diferencia del superior en que el apisonador de este dado es totalmente plano, esto es porque debido a que el otro dado ejerce la función de aplicar presión descendente sobre la cavidad donde se encuentra la arcilla y así darle la forma de prisma rectangular.

Aclarado eso, este dado inferior una vez que se aplicó la presión para compactar la arcilla, es accionado el actuador en su carrera de regreso, se retira la carga; es entonces

cuando el dado inferior trabaja por efecto del actuador que empuja hacia arriba , de esta manera emergen de la rejilla los ladrillos moldeados hasta que el apisonador inferior está perfectamente alineado con el límite de la rejilla, ahora bien el ciclo vuelve a comenzar y en entonces cuando el dosificador vuelve a hacer el movimiento para llenar la cavidad de la rejilla, en ese momento con la barra que se encuentra por la parte frontal del dosificador, empujar los ladrillos moldeados hacia la parte frontal del sistema, y dirigiéndolo hacia el último subsistema el cual es el subsistema de transporte.

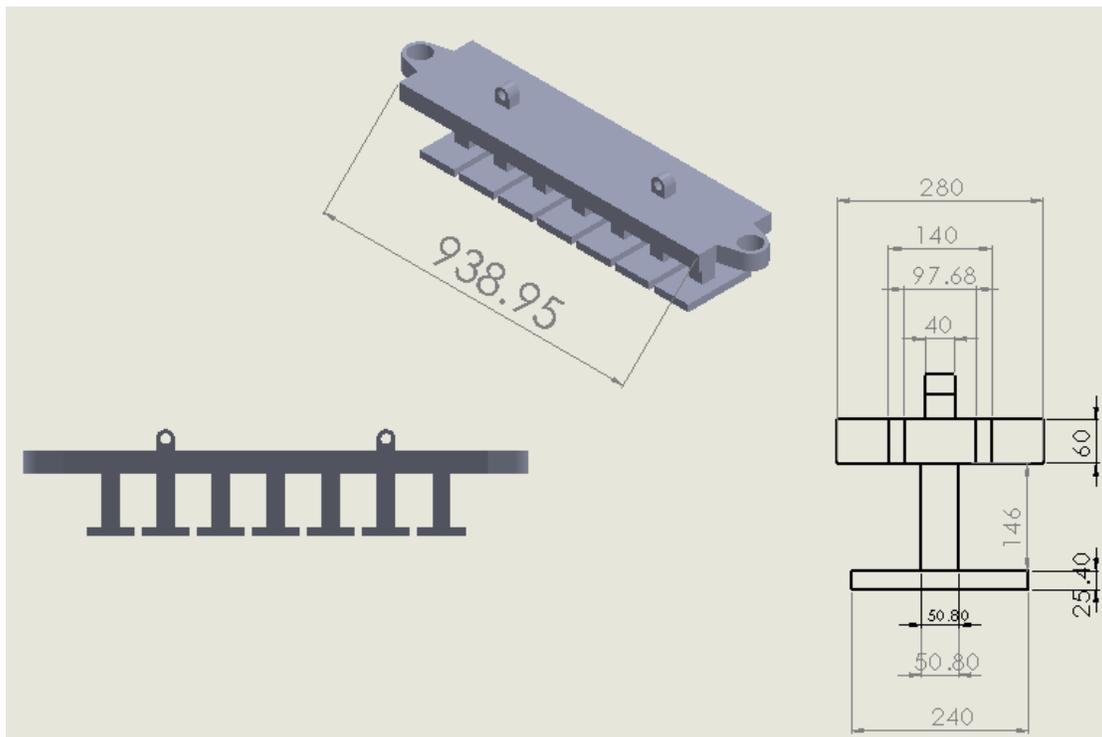


Figura 67.- Representación del ensamble del dado inferior de desmolde o expulsión de ladrillos

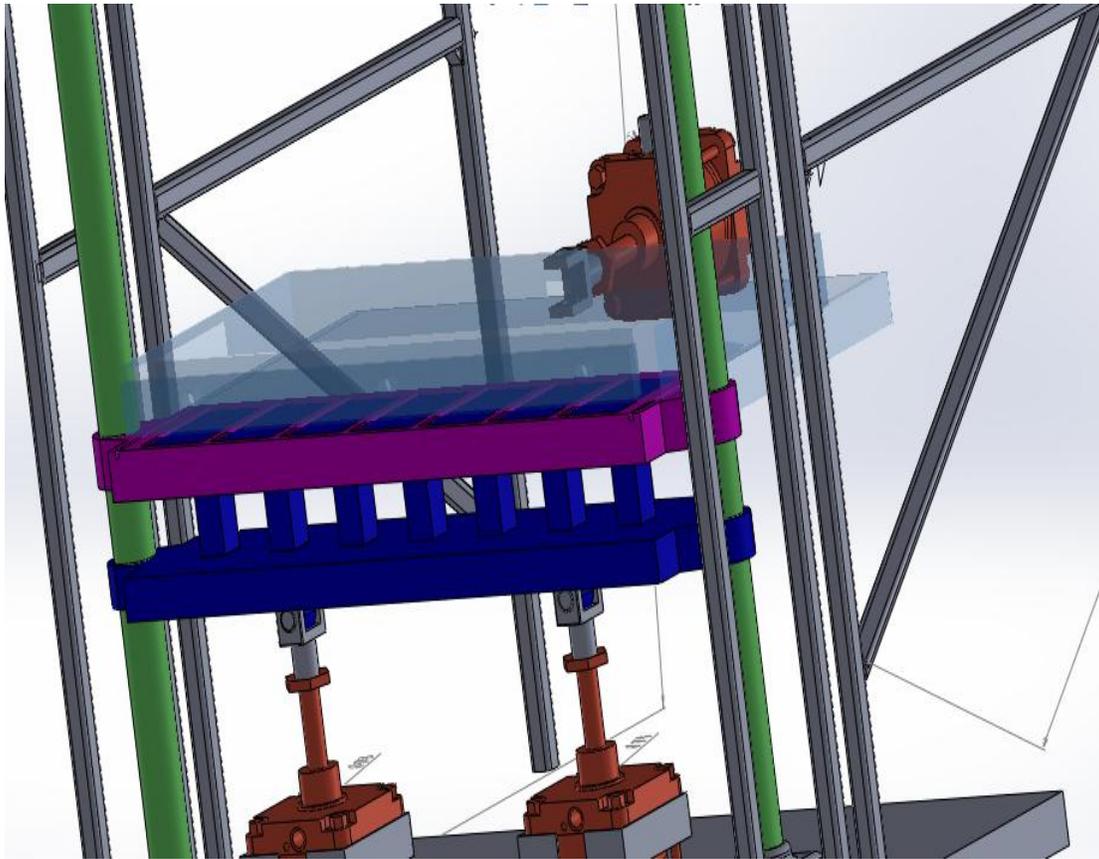


Figura 68.- Los elementos mostrados en color azul son los que representan el sistema de desmolde, además se aprecia la rejilla de moldeo

E) Sistema de Transporte

Este sistema de transporte de los productos terminados como es en este caso los ladrillos que ya han sido moldeados y listo para los procesos subsecuentes de secado y cocción. Es importante este subsistema debido a que una vez que se ha logrado sistematizar el proceso del moldeo del ladrillo, se obtendrá ladrillo ya conformado en intervalos de tiempo más cortos, si no se cuenta con alguna forma de retirar estos productos con la rapidez necesaria del área en donde se está llevando a cabo el moldeo, entonces es muy probable que se acumule, se amontonen estos productos terminados y propicien que la forma en que se plantea llevar a cabo todo el proceso de conformación del ladrillo sea ineficiente.

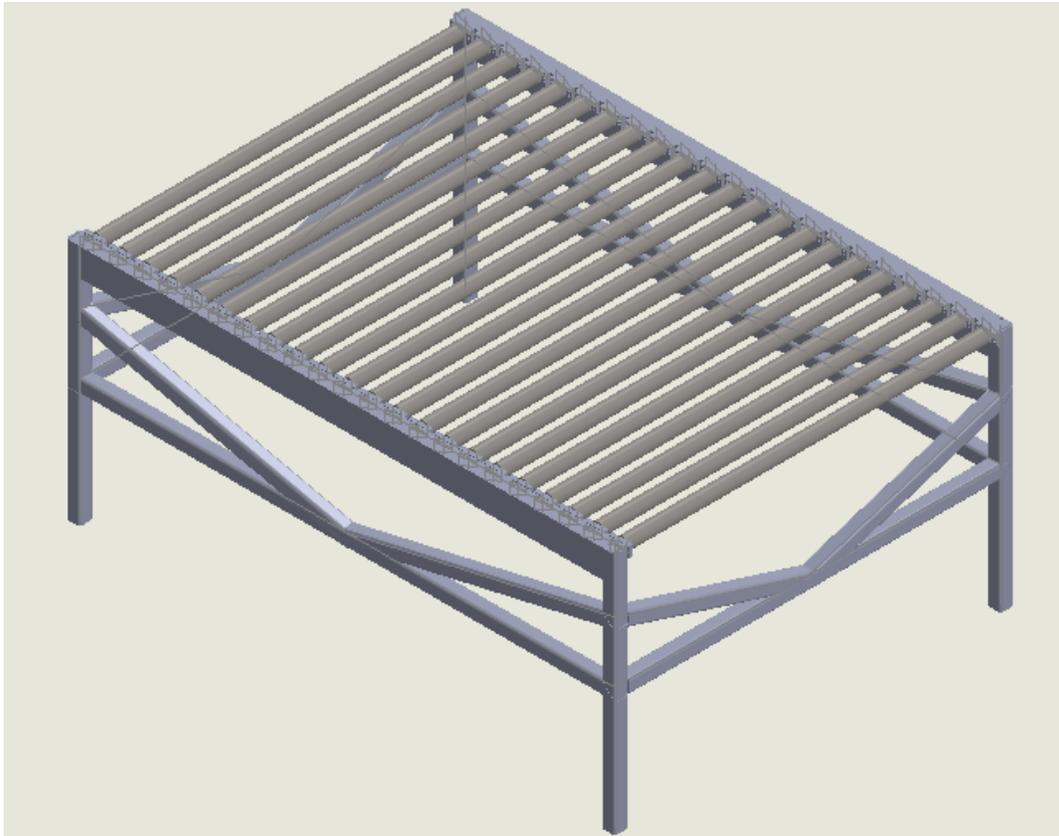


Figura 69.- Esquema de la mesa de transporte del producto terminado

6.3 Ensamble Máquina

Finalmente en el esquema siguiente que se muestra en la *Figura 70.- Representación del ensamble completo de la máquina propuesta*, lo que sería la propuesta final de la máquina como sistema completo para realizar la tarea que se plantea desde el principio de este trabajo. La máquina muestra los diferentes elementos descritos con anterioridad, además se muestran cómo interactúan entre ellas y el bastidor como elemento estructural que le da rigidez al sistema.

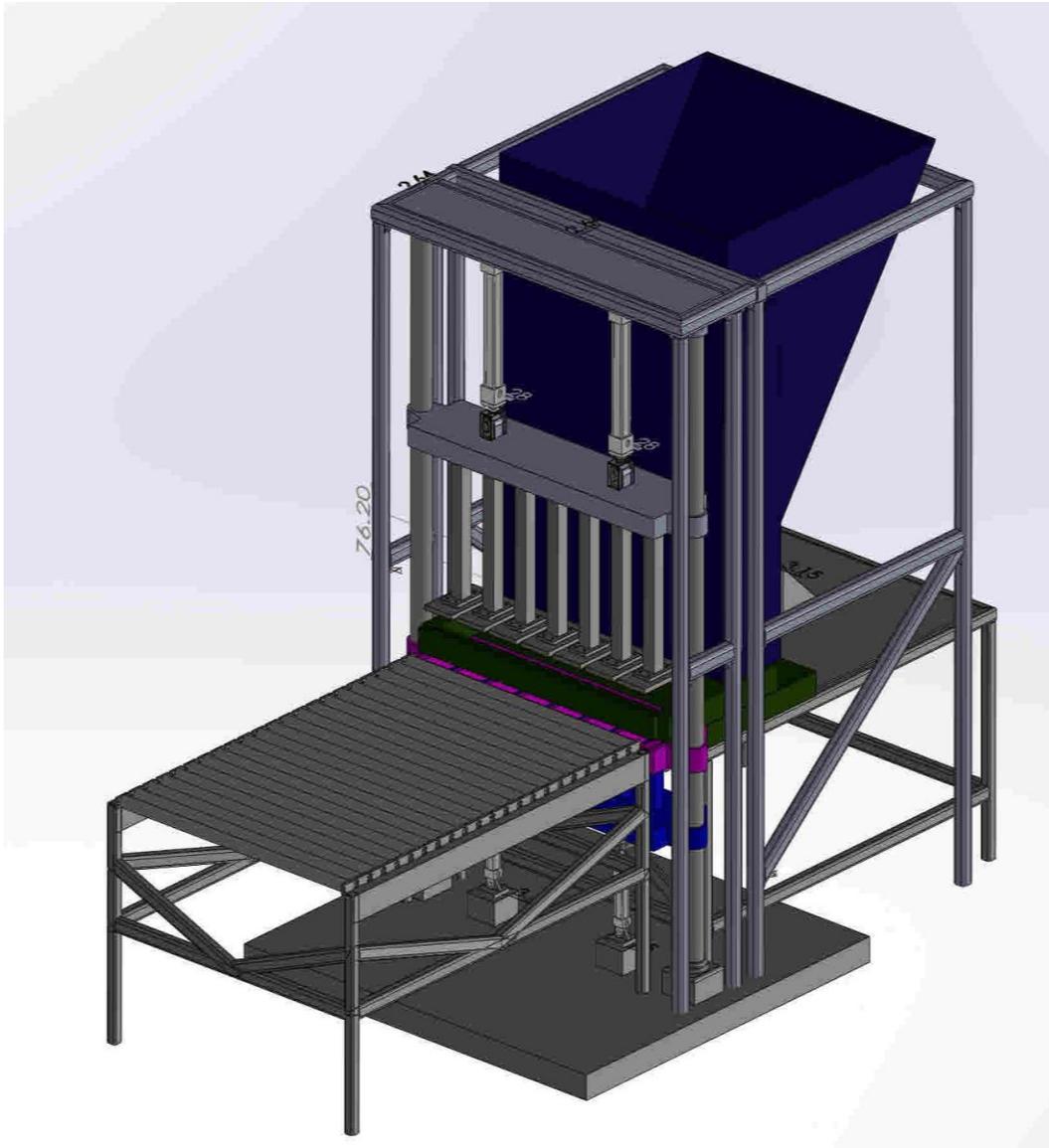


Figura 70.- Representación del ensamble completo de la máquina propuesta

6.4 Descripción de operaciones realizadas

De acuerdo a las matrices de decisión y las matrices morfológicas de combinación de alternativas para la elección de los principios de funcionamiento, se decidió que el arreglo final, debería de ser el que se mostró en el ensamblé de la sección anterior.

La manera en que se moldeará la arcilla, se esquematizó en la Figura 70.- Representación del ensamble completo de la máquina propuesta, previa, entonces se moldearán siete ladrillos por cada ciclo. Por lo tanto se deberá de tener una rejilla de moldeo de siete cavidades.

Se sabe que las dimensiones del ladrillo son:

Ancho= 120 mm

Alto= 240 mm

Espesor= 50 mm

Por lo tanto el volumen es: $V = (\text{ancho})(\text{alto})(\text{espesor})$

$$V = (120)(240)(50)[\text{mm}]$$

$$V = 0.00144 \text{ m}^3$$

Multiplicado por las siete piezas que se moldearan:

$$V_t = (0.00144)(7) = 0.1008\text{m}^3$$

También se sabe que el peso de un ladrillo que ha sido compactado o moldeado es de aproximadamente 3Kg.

Entonces el peso de los ladrillos moldados será:

$$P_{\text{ladrillos}} = (3[\text{Kg}])(7) \approx 21 \text{ Kg}$$

La densidad del ladrillo entonces quedará dada de la siguiente manera.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{3\text{Kg}}{0.1008\text{m}^3} = 29.7619 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

De acuerdo a las dimensiones del ladrillo se contará con una rejilla de moldeo, esta rejilla es un molde de acero, en el que se depositará el material de trabajo, en este caso es la arcilla, la cual como se describió anteriormente se depositará en el interior o en la cavidad de la rejilla con la ayuda del dosificador que es un elemento que se decidió que es importante debido a que suministrara la cantidad de arcilla adecuada.

En la rejilla se llenará el hueco de la cavidad, dicha cavidad tendrá una profundidad de 70 mm, eso es 20 mm más que el espesor que se ha especificado, sin embargo debido al proceso de moldeo es claro que cuando a la arcilla se le aplique la presión descendente por parte del dado moldeador, la arcilla se comprimirá los 20 mm restantes.

Haciendo una recapitulación rápidamente, se sabe también que la tolva será el medio en donde se depositara la materia prima (arcilla), dadas las dimensiones de la tolva, tiene una capacidad de almacenaje: $V_{\text{tolva}} = 0.76453\text{m}^3$, por otra parte la cantidad de arcilla que se requiere en cada ciclo para moldear los ladrillos es de:

$$V_t = (0.00144)(7) = 0.1008\text{m}^3$$

Si se divide la cantidad total de almacenaje entre la cantidad de arcilla requerida para realizar un ciclo de moldeo se obtiene que, con esa cantidad de arcilla almacena en la tolva se pueden realizar aproximadamente **76** ciclos. Por lo tanto la cantidad de ladrillos que es posible realizar cada que se llena la tolva con esa cantidad de arcilla serían igual a **530** piezas por cada ciclo de moldeo.

Por lo que es adecuado desde el punto de vista productivo, de esta manera se ahorra considerablemente tiempo por que el trabajador se evitará estar acarreado la arcilla de un lugar a otro únicamente accionará el mando de la máquina para que haga el movimiento de vaivén y por gravedad la arcilla se depositará en el sistema de dosificado.

Una vez que se tiene la configuración del bastidor, el cual primeramente fue realizado sin seguir alguna metodología en específico, más bien se decidió que esta geometría sería conveniente debido a que lo primero que se adaptó fue la geometría de la malla de moldeo, como se decidió que la manera de moldear ladrillos sería de siete ladrillos; entonces la configuración de la malla es con siete cavidades orientadas en su sección transversal. Para realizar los análisis de los elementos de la máquina, se presentan los elementos de función crítica para la máquina.

El primer elemento y se considera que es el más importante es el *bastidor* este elemento de la máquina es vital porque es el elemento estructural que le dará soporte a todos los elementos de la máquina. Aquí en el bastidor se acoplarán los demás elementos, entonces este bastidor es la columna vertebral del dispositivo y es importante que tenga la robustez suficiente para que sea capaz de cargar los demás elementos sin que sufra deformaciones permanentes, esto indica que en términos de ingeniería deberá de trabajar por debajo de su límite de elasticidad dado el material con el que se diseñó.

Para comenzar, se plantea que el sistema del dado moldeador que realice la función de compactar la arcilla dentro de la malla de moldeo, estará sujeta por la parte superior de un arreglo que estará compuesto por el dado de moldeo, que a su vez está unido a una placa de acero que por su parte superior recibe la presión de dos actuadores hidráulicos.

De acuerdo al arreglo que se ha propuesto, la placa superior que como se ha mencionado se encuentra sujeta al bastidor como un solo componente, deberá de soportar el peso del otro subsistema que se encuentra inicialmente en un estado suspendido y en este caso la fuerza que actuará sobre él es la suma de los componentes que se encuentran ensamblado en el denominado dado moldeador. Ahora bien la suma de todos los componentes, y además la fuerza de gravedad juega un papel muy importante.

$$\sum \text{Componentes del dado moldeador} = 207.35 \text{ [kg]}$$

Multiplicando por la fuerza de gravedad:

$$\begin{aligned} g &= 9.81 \frac{m}{s^2} \\ &= 9.81 \frac{m}{s^2} * 207.35 \text{ [kg]} \\ &= 2034.1 \frac{Kg*m}{s^2} = \text{[N]} \text{ (Newton)} \end{aligned}$$

Por otra parte algún elemento que aporta una carga a la placa, es el mismo peso dicha placa, de igual manera se multiplica por el valor constante de la gravedad.

De acuerdo a las especificaciones de la placa de acero que se usará, tiene las características de peso de $453.45 \frac{Kg}{m^2}$, y considerando que el área de esta placa superior es de $0.3703 \frac{Kg}{m^2}$, entonces que obtiene que la carga que representa al sistema la placa es de $1647.22 \frac{Kg*m}{s^2}$. Con lo que se obtiene que el peso que aproximadamente estará cargando es de $3681.32 \frac{Kg*m}{m^2}$.

Para realizar la selección del actuador, que en este caso será un actuador hidráulico, se realizan los siguientes cálculos para conocer el área del cilindro, y así una vez que se conoce estos valores directamente se procederá a realizar la selección de acuerdo a productos comerciales, para este fin se utilizarán de referencia los actuadores hidráulicos de la marca **Parker Hannifin**, la gama de Medium Duty Hydraulic Cylinders de la serie 3L.

De acuerdo con la fórmula:

$$P[bar] * A[mm^2] = F[N]$$

Dónde:

P= Presión de operación del actuador [bar].

A= Área del Cilindro del actuador [mm²].

F=Fuerza [N]

También se sabe que: $A[mm^2] = \frac{\pi * D^2}{4}$

La presión de operación para este tipo de actuadores hidráulicos, normalmente trabajan a presión máxima de 830 [psi].

Esto es equivalente a 57.2265 [bar]

$$A[mm^2] = \frac{3681.32[N]}{57.2265[bar]}$$

$$A[mm^2] = 643.20mm^2$$

Para conocer el diámetro del cilindro ahora con la fórmula $A[mm^2] = \frac{\pi * D^2}{4}$, se despeja el

diámetro, por lo tanto. $D = \sqrt{\frac{4 * 643.2}{\pi * 0.9}}$

$$D = 30.167 \text{ mm}$$

Utilizando las tablas de Actuadores Parker del Anexo B, se seleccionan los actuadores hidráulicos.

6.4 Descripción de la configuración de la máquina

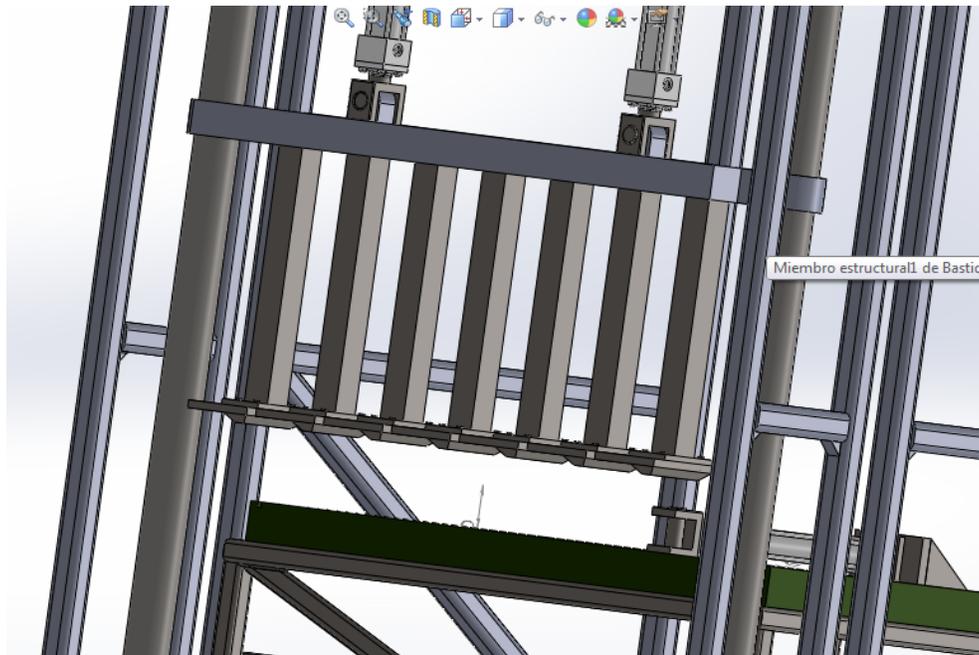


Figura 71.- Vista del ensamble del dado moldeador

En el ensamble la manera en que se sujetará el actuador con la parte solida del bastidor, primeramente existirá un soporte de sujeción, este irá soldado a la placa de acero.

De esta manera se asegura que este elemento será rígido, no tendrá movimiento y por lo tanto existirá total libertad de realizar adecuadamente el ensamble con el actuador, el cual ya viene configurado con un clevis o sujetador de horquilla para poder montarse sobre otro elemento de sujeción, y mediante la utilización de un perno se llevará a cabo el ensamble de estos dos componentes.

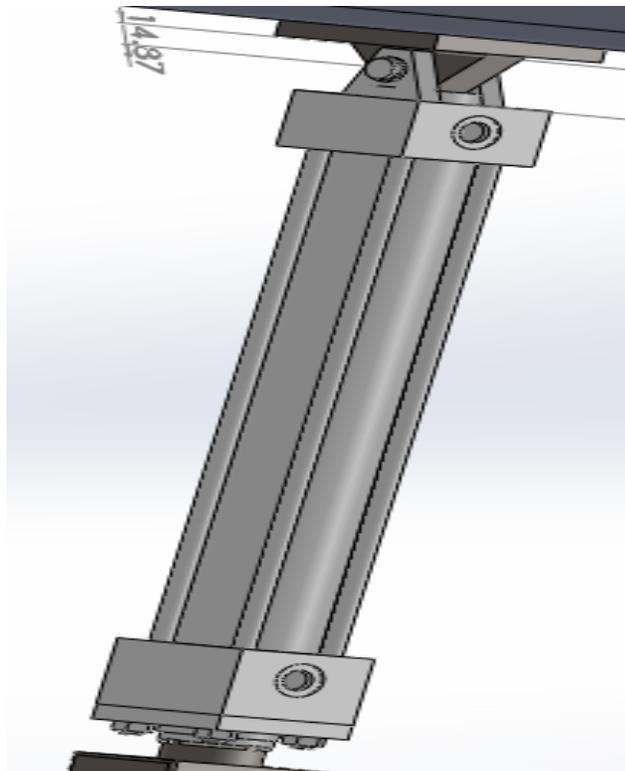


Figura 72.- Actuador con elemento de sujeción

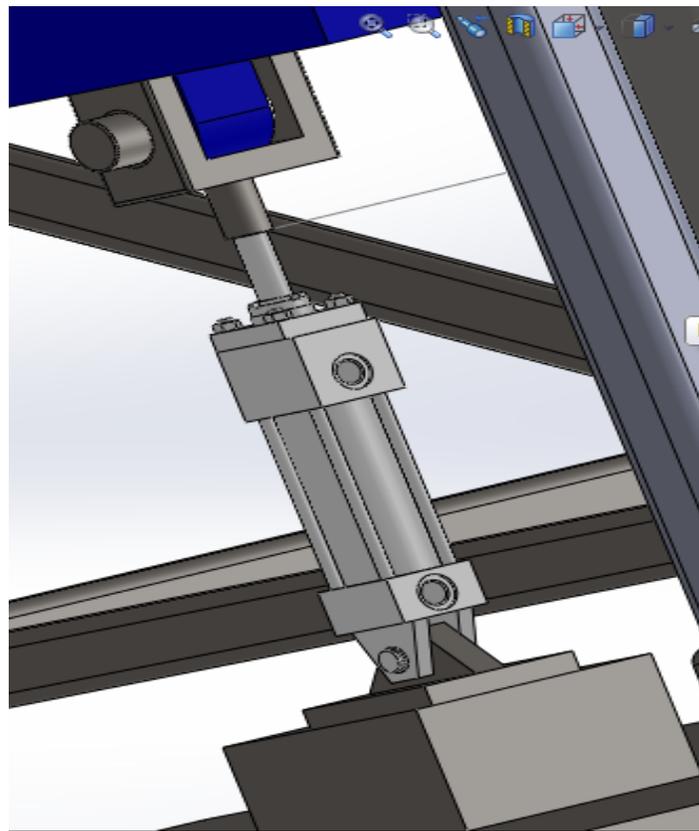


Figura 73.- Ensamble del actuador hidráulico

6.5 Comentarios sobre el análisis FEM en componentes de función crítica

Una vez esquematizado el componente completo del dado moldeador, como se ha ilustrado en la Figura 70.- Representación del ensamble completo de la máquina propuesta, se deberá realizar un análisis de los componentes que se consideran que son más importantes y que además estará, sujetos a cargas repetitivas, por esta razón se empleara el método de los elementos finitos para inspeccionar cual sería el probable comportamiento de los elementos propuestos en el diseño de esta máquina. Es importante realizar los análisis de los componentes que se identifican como de función crítica, debido a que son los componentes que realizarán un mayor trabajo, o también estarán sometidas a esfuerzos y cargas mayores.

Cabe mencionar que las piezas fueron diseñadas en su totalidad con la ayuda de SolidWorks versión 2012, y que los análisis correspondientes y que aparecerán a continuación, se realizaron con SolidEdge versión ST4, fue por la siguiente situación de que los análisis en SolidWorks no ofrecen un análisis completo con respecto a los que ofrece el entorno de SolidEdge y además que con el uso de SolidEdge se pueden cambiar diversos parámetros en el análisis. Por otra parte las animaciones ofrecidas por SolidEdge son más didácticas y las hojas de resultados son favorecedoras.

Habiéndose comentado lo anterior se procederá a esquematizar la máquina con sus subsistemas, los cuales tendrán contenidos otros sub ensambles.

En la placa se muestra que por la parte superior se aplica una fuerza distribuida, esta fuerza es el producto del peso de la placa multiplicado por la fuerza de gravedad, también se muestran unas cargas puntuales las cuales se están aplicando en los soportes de sujeción, a su vez, el peso de la placa también representa una carga que afecta al comportamiento del sistema.

Todos los elementos de los que está constituida la máquina propuesta son importantes, sin embargo existen diferentes elementos que realizan una función crítica. Y esos elementos son los componentes siguientes:

- a) Bastidor
- b) Malla de moldeo
- c) Dado inferior del sistema de expulsión.

A) **Bastidor**.- El bastidor es el elemento estructural que la dará rigidez al diseño, por eso en la parte superior se fijarán a la placa de acero los demás componentes, entonces este bastidor deberá de soportar el peso de los demás elementos que conforman el sistema de moldeo, en este caso, el peso de la placa de acero, el peso de los actuadores, también la placa y el arreglo del dado apisonador, de igual

manera el peso distribuidos de los elementos estructurales (tubo cuadrado ptr), que es el material que se utilizó para dotar de rigidez al bastidor.

A continuación en la *Figura (74)* se muestra la configuración del bastidor y en torno a este se diseñaron los demás componentes, también en las *figuras (75 y 76)*, se muestra el ensamble del dado de moldeo y los apisonadores, de esta manera se muestra la compatibilidad entre las piezas y se visualiza que estará deslizándose sobre unas guías laterales para realizar su recorrido.



Figura 74.- Marco del bastidor

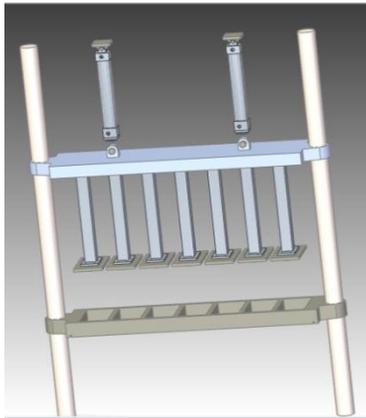


Figura 75.- Ensamble actuador con dado de moldeo

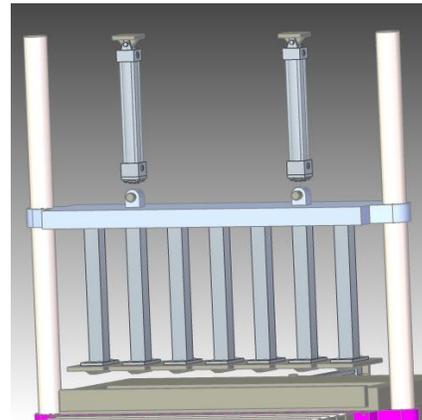


Figura 76.- Interface actuador con dado de moldeo

A la placa de acero a la cual se sujetará el sistema, se le realizó una simulación en donde se representa el peso que estará soportando, en la *Figura 77.-* Placa superior del bastidor, muestra la deformación exagerada al aplicársele la carga de trabajo que se presenta se exagera la posible deformación del miembro, sin embargo de acuerdo al material y a los resultados obtenidos por el *método de los elementos finitos*, los

esfuerzos máximos presentes en este miembro, están muy lejos del esfuerzo de cedencia del material. Por tal razón, es adecuado este bastidor para brindar la rigidez adecuada al sistema.

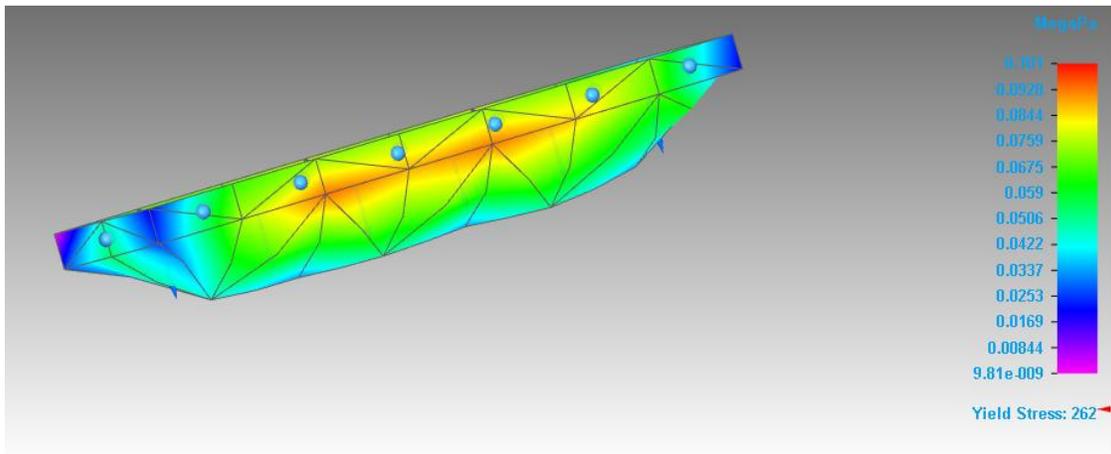


Figura 77.- Placa superior del bastidor, muestra la deformación exagerada al aplicársele la carga de trabajo

B) Malla de moldeo

Por otra parte la malla de moldeo que se muestra en la Figura 78.- vista de la rejilla de moldeo, se ilustra cómo actúan las fuerzas de compresión sobre las caras internas, de la rejilla, se exagera también en la simulación la deformación que tendrían las caras internas de la rejilla, cuando se los apisonadores en su recorrido descendente se insertan en las cavidades de la rejilla y las paredes sienten un esfuerzo que intenta desplazarlo de manera transversal.

En la situación real la rejilla estará sujeta en los extremos en donde se encuentra el orificio donde se deslizara en los tubos guías, y cuando la rejilla sienta presión por la parte superior y por la parte inferior, esta tenderá a expandirse.

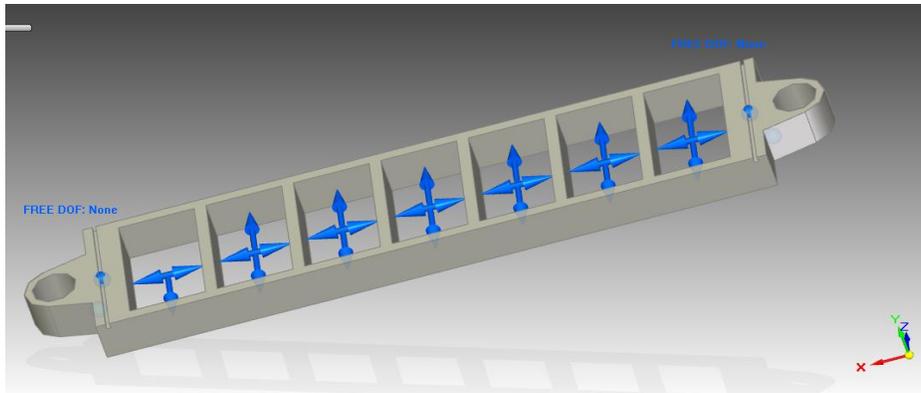


Figura 78.- vista de la rejilla de moldeo, se ilustra cómo actúan las fuerzas de compresión sobre las caras internas

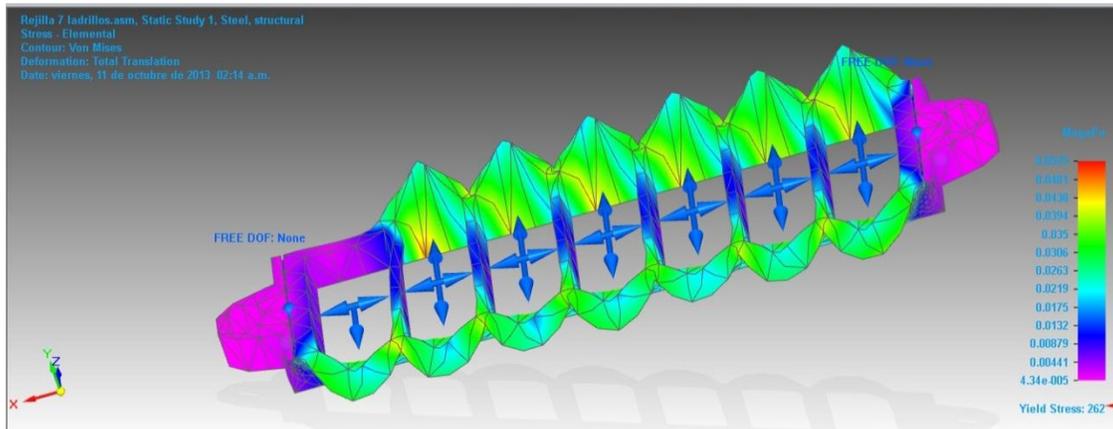


Figura 79.- Deformación exagerada de las caras internas de la rejilla de moldeo, al aplicársele la carga de trabajo

También de los resultados obtenidos, se puede rescatar algunos resultados interesantes tales como, los desplazamientos que, podrían existir en la estructura del material asociadas a las cargas de trabajo.

Tabla K.- Información de la malla obtenida con el programa NX Nastram que incluye el programa SolidEdge.

Información de malla

Tetrahedral	
Total number of bodies meshed	1
Total number of elements	2,210
Total number of nodes	4,579
Subjective mesh size (1-10)	1

Tabla L.- Información de los desplazamientos obtenidos con NX

Resultado de desplazamientos.

Result component: Total Translation				
Extent	Value	X	Y	Z
Minimum	0 mm	550.470 mm	60.470 mm	-140.000 mm
Maximum	3.32e-005 mm	300.000 mm	70.000 mm	120.000 mm

C) *Dado inferior del sistema de expulsión.*- Este elemento de la maquina estará sometido a compresión, una vez que los actuadores superiores realicen el trabajo y se desplacen de manera descendente, se alojaran en la rejilla de moldeo y también ejercerán una fuerza de compresión hacia la parte baja donde se encuentra este elemento. Este debe de ser capaz de soportar esta fuerza sin que exista un pandeo en el actuador. En la Figura 80.- Imagen del dado inferior, cuando es aplicada la fuerza que comprima a los ladrillos, se muestra el dado inferior en una simulación exagerada de lo que sería la deformación del apisonador del sistema de expulsión, dado que este apisonador estará recibiendo directamente la presión del sistema de moldeo, tendría a deformarse como muestra la figura 80. Y de acuerdo al material seleccionado, el esfuerzo de cedencia no sería alcanzado, por lo tanto el diseño que no tendrá riesgo de recibir una gran deformación.

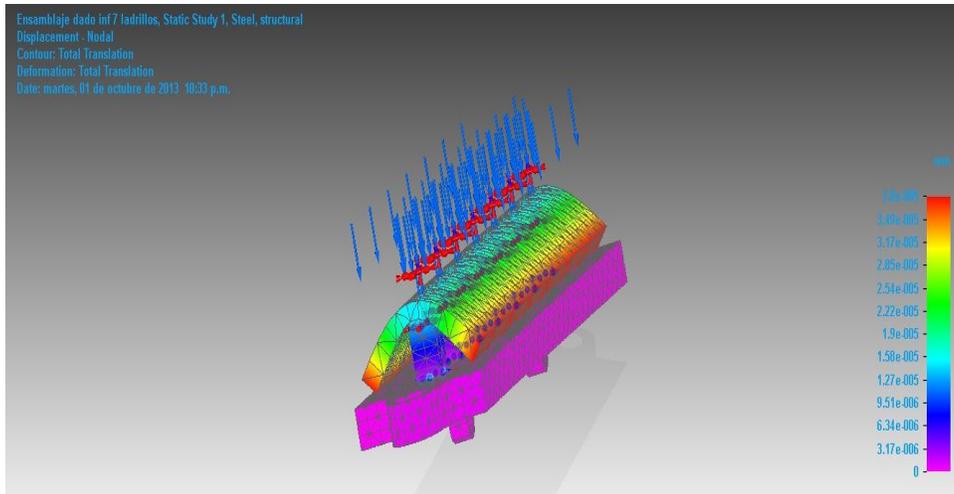


Figura 80.- Imagen del dado inferior, cuando es aplicada la fuerza que comprima a los ladrillos

Resultados de los esfuerzos

Tabla M.- Resultado de los esfuerzos obtenidos con NX Nastran, para el caso del dado inferior de desmolde

Result component: Von Mises				
Extent	Value	X	Y	Z
Minimum	2.39e-007 MegaPa	-3.107 mm	17.313 mm	224.299 mm
Maximum	0.0257 MegaPa	-720.251 mm	-145.687 mm	109.699 mm

6.6 Reflexiones sobre el diseño de la máquina moldeadora de arcilla.

Con lo que respecta al cuestionamiento del diseño de esta máquina, si es que cumplirá adecuadamente la principal necesidad que es el lograr moldear una cantidad superior de ladrillos, a la que se puede moldear normalmente de manera manual; la que realizan los trabajadores en las condiciones que se justificó en la introducción de este trabajo. Por lo tanto de acuerdo a la configuración que se eligió, fue un bastidor en el cual se inserta el dado moldeador, que podrá realizar el moldeo de siete piezas de arcilla por cada ciclo.

Cada ciclo de moldeo se realizara en un tiempo aproximado de 30 segundos cada uno, por lo tanto cada 30 segundos se obtendrán 7 ladrillos moldeados y así 14 ladrillos cada 60 segundos. Las piezas que idealmente se están planteando obtener serían, las siguientes de acuerdo con la Tabla N.- Cantidades de ladrillos a moldear, la propuesta de diseño de la máquina que fue elegida para dar solución de manera significativa al problema del moldeo del ladrillo, ciertamente después de este proceso sigue el de secado, sin embargo este queda excluido de los alcances de este proyecto.

Tabla N.- Cantidades de ladrillos a moldear

Cantidad de piezas moldeadas	Tiempo en segundos
7	30
14	60
840	3600 (1Hr)
6720	2880 (8 Hrs)

Por otra parte en lo que respecta a la configuración de la máquina se eligieron componentes estructurales de uso comercial y que son utilizados comúnmente para propósitos similares en los cuales tienen que resistir diferentes tipos de cargas combinadas, de esta manera la configuración empleada conjunta perfiles comerciales que conforman el bastidor de la máquina.

Este elemento es muy importante debido a que entorno a este elemento se diseñaron los demás elementos porque en el bastidor se ensamblarán los demás componentes por lo que era de vital importancia que el bastidor fuera lo suficientemente robusto para proporcionar la rigidez necesaria. El tamaño del bastidor es el adecuado para los propósitos que se buscan y ergonómicamente está configurado a las alturas adecuadas para que los trabajadores que manipulen la máquina, puedan realizar el trabajo requerido sin sufrir cansancio por movimientos en los que se requiera desplazamientos más amplios de los miembros del cuerpo.

El conjunto de toda la máquina de manera muy resumida ilustra el peso aproximado del sistema, así como los costos aproximados que involucraría la fabricación de este dispositivo, en la Tabla O.- Datos generales de máquina diseñada, esquematiza el peso y el precio aproximado que la máquina para moldear ladrillos tendría.

Tabla O.- Datos generales de máquina diseñada

MAQUINA DE MOLDEAR	
Peso Aproximado	1646.256764 Kg
Costo unitario Aprox	\$ 90,259.93
Precio venta Aprox antes de impuestos	\$ 117,730.34

En lo que concierne a la comparativa con respecto a algunos equipos que se encuentran en el mercado se puede apreciar en el caso de algunos dispositivos comerciales que son de bajo volumen, la máquina que se propone tiene un precio más elevado, sin embargo esta máquina entraría en una categoría intermedia en donde la cantidad de ladrillos que puede moldear por jornada es de mediana producción. Por otra parte comparada con los sistemas que son complejos como los de las máquinas extrusoras de alto volumen son considerablemente bajas.

Se podría resumir en términos generales que los resultados esperados de la máquina diseñada cumple satisfactoriamente con los objetivos que se plantearon en las secciones iniciales de este trabajo, en ningún momento se mencionó que se diseñaría una máquina lo más barata posible, sin embargo se mencionó que se diseñaría una que estuviera en un rango de precio muy competitiva y que la hiciera accesible dentro de las máquinas de mediana producción.

Se ilustra en la Figura 81.- Secuencia de operaciones de los elementos seleccionados de los subsistemas, la secuencia final del proceso de moldeo pasando por cada uno de los subsistemas.



Figura 81.- Secuencia de operaciones de los elementos seleccionados de los subsistemas

La manera de seleccionar los principios de funcionamiento fue de mucha utilidad, sin duda evita que se tomen decisiones basadas en suposiciones o que sean de forma muy subjetiva, es fácil perder el rumbo y casarse con una idea y quererla plasmar, con las matrices de decisión se justifica por qué se debería de seguir cierto camino.

El uso de una metodología de diseño fue fundamental, debido a que es una guía en el proceso de diseño, tal vez el proceso cambia para cada caso, pero ofrece lo esencial para no perderse en el propósito de cumplir con las necesidades del usuario.

Finalmente teniendo criterios de selección de componentes se puede diseñar libremente, con la confianza necesaria para realizar los bosquejos y el modelado de nuestra solución. Debido a que es un proceso iterativo en innumerables ocasiones se regresó a cierto punto del diseño para verificar si se estaba yendo por buen rumbo y se necesitaba cambiar alguna situación.

El modelado, que fue en su gran contenido de este trabajo, es demandante, tanto de recursos computacionales, como de horas hombre. Cabe mencionar que se echó mano de paquetería comercial, sin embargo no todo es trivial y se ha hecho uso de más de un software para cumplir con pequeñas metas en el proceso del diseño de la maquina moldeadora.

6.7 Pruebas de moldeo del ladrillo

Después de haber realizado la selección del concepto y de además representar el modelo realizado con la ayuda de la pc, aún existe alguna interrogante con lo que respecta a la funcionalidad de la máquina que se propone.

Como podríamos saber si el principio de funcionamiento y todos los elementos que fueron seleccionados cumplirán con su tarea, tendríamos que probar en dado caso que lo que se ha plasmado en papel será posible realizarlo.

Por otra parte también se sabe que es solo hecho de realizar un prototipo o alguna prueba de manera experimental en donde se desee probar la compatibilidad de los elementos así como de la funcionalidad de la maquina como solucionadora de un problema específico.

Como se consideró que el hecho de fabricar la máquina de moldeo de arcilla humedecida sería en realidad demasiado costoso y además que se necesitaría de tiempo considerable para tenerla a punto para su funcionamiento, se decidió que si bien no era posible por cuestiones económicas, y de tiempo.

Pues bien sería de mayor utilidad probar alguno de los componentes de función crítica, el cual durante este trabajo escrito se ha identificado como el del moldeo, en donde se tiene arcilla húmeda que entra a la rejilla de moldeo, y los dados apisonadores, los que ejercerán presión por su parte superior para comprimir la arcilla en la rejilla y además en la parte inferior, los dados del sistema de expulsión los cuales una vez comprimida la arcilla, estos expulsan hacia la parte superior la arcilla, y emerge de la rejilla el ladrillo ya con su forma de prisma rectangular.

Las acciones correspondientes que se realizó para intentar probar que la máquina que se ha propuesto para dar solución al moldeo del ladrillo, fue que se realizaron unos modelos de madera, los cuales intentan caracterizar los elementos primordiales o de función crítica en el moldeo del ladrillo, para lo cual se tomó una caja de moldeo de ladrillo típica, las que actualmente utilizan para dicho propósito, y se le realizaron algunas modificaciones en donde se le retiro la tapa y solamente quedó la forma de la rejilla con las cavidades. Por otra parte se realizó la fabricación del dado moldeador y se le incorporo un pequeño inserto que de tomo de la caja de moldeo. Y de la misma manera se fabricó el dado perteneciente al sistema de expulsión del ladrillo.

A continuación en las *figuras 82,83 y 84* se mostrarán las fotografías correspondientes a lo que con anterioridad se mencionó de la fabricación de estos modelos de madera, y a su vez esto queda de evidencia de las pruebas que se necesitaban hacer para observar el comportamiento del sistema de moldeo del ladrillo.



Figura 82.- Apisonador de madera fabricado para la pruebas.



Figura 83.- Otra vista del apisonador de moldeo.



Figura 84:- Foto que muestra el inserto en el apisonador.

Una vez que se fabricaron los elementos, con materiales de madera, se prosiguió con la simulación del ensamble de los elementos. Se posicionó la rejilla y por su parte lateral se apoyó en sus extremos con unos soportes en donde descansa la rejilla y servirá para darle rigidez al sistema, también por la parte inferior de una cavidad de la rejilla de moldeo, se coloca el apisonador plano, el que no tiene el inserto, de tal manera que representa el dado inferior del sistema de expulsión, este dado es importante en su función de compactar, pero también en el momento de expulsar el ladrillo conformado. El siguiente punto, se mostrará cómo sería el llenado de la arcilla en la rejilla de moldeo, así como se muestra en la *figura 85*.



Figura 85.- Rejilla de moldeo apoyado en soportes.

Las primeras pruebas fueron realizadas bajo el supuesto que el estado de la materia prima (arcilla) se encontraría en un estado en donde no contendría agua estaría seca totalmente, y por tal razón el trabajo de moldeo dependería solamente de la fuerza que realizarían los actuadores hidráulicos para compactar la arcilla en ese estado polvoso. *Figura 86*, muestra la materia prima con escaso contenido de humedad.



Figura 86.- Materia prima (arcilla) en ausencia de agua.

Después de explicar en qué estado se suministraría la materia prima, se procedió a realizar la compactación de manera muy rudimentaria. Se colocó la rejilla de moldeo soportada por sus extremos a unos soportes de madera que se construyeron con ese propósito de cargar la rejilla y distribuir los esfuerzos de las cargas que se fueran a aplicar.

Una vez que se montó todo para el moldeo, se realizó el llenado de la rejilla con la arcilla y se tomó el apisonados, el que tenía el inserto de madera y se procedió a aplicarle presión

descendente con la ayuda de un martillo, el que ayudaría hacer la función de compactar y en este sentido simularía la presión que ejercerían los actuadores hidráulicos.

La *figura 87*, muestra la compactación de la arcilla sin presencia de agua, más bien en calidad de polvo.



Figura 87.- Rejilla de moldeo una vez que se comprimió la arcilla con el apisonador.

Después de haber realizado el compactado con el apisonado en la rejilla de moldeo se visualiza como se dejó la huella de del inserto del apisonador y también, se alcanza a apreciar que en la superficie quedó muy suelta la arcilla, inmediatamente el paso a seguir es el desmoldado y de esta manera se verificaría si es que el proceso de moldeo había sido satisfactorio. La *figura 88*, muestra como tuvo muy poca efectividad cuando la arcilla no esta humedecida.



Figura 88.- Resultado de la primera iteración, de moldeo.

Después del desmoldado de la primera prueba de arcilla sin ningún contenido de agua, inmediatamente se observó que el realizar el moldeo en esta modalidad no sería posible, por eso se pensó que se debe de tomar el ejemplo del moldeo de arcilla húmeda, la diferencia que busca tener en el moldeo con esta máquina moldeadora, con respecto a la manera manual de moldear radicarán en los contenidos de humedad de la arcilla.

Teniendo esta experiencia de referencia y observando que para el proceso de moldeo se necesita que la arcilla se encuentre en un estado húmedo, de esta manera se continuó con algunas pruebas en donde se incorpora arcilla humedecida, para continuar con las pruebas de moldeo

En esta imagen de la *figura 89*, se observa la arcilla que se le aplicó un poco de agua, así cambiará la apariencia de la arcilla y la manera de moldear también se verá afectada por este cambio|.



Figura 89.- Arcilla mezclada con una cantidad mínima de agua

En esta imagen de la *figura 90*, se observa la rejilla de moldeo con la arcilla con poca humedad, lista para ser comprimida dentro de la rejilla



Figura 90.- Cavidad de la rejilla de moldeo, cuando se ha compactado con el apisonador.

En esta prueba se observa en la *figura 91*, que al ser retirado el apisonado y la rejilla de moldeo, el resultado de nueva cuenta no fue satisfactorio, debido a que el ladrillo se desmorona con mucha facilidad, debido a que la presión aplicada no es adecuada y el hecho que se encuentre con muy poca humedad no permite que las partículas de arcilla queden unidas unas con otras con mucha facilidad.



Figura 91.- Desmoldado poco satisfactorio.

En la tercera iteración como se muestra en la *figura 92*, que se realizó, se mezcló la arcilla con una cantidad considerablemente mayor de agua con la finalidad de que la arcilla de pudiera compactar con mayor facilidad.



Figura 92.- Arcilla mezclada con agua en una proporción del 30% de humedad.

De nueva cuenta se utilizó el apisonador para moldear la arcilla dentro de la rejilla de moldeo, y se le logó tener la geometría requerida de un prisma rectangular. En la figura 93, se visualiza la arcilla moldeada en la rejilla de moldeo.



Figura 93.- Se visualiza un compactado más uniforme.

Cuando fue retirado el apisonador y la rejilla de moldeo, que sería lo más cercano al proceso real deseado, de nueva cuenta hubo un detalle en los que respecta al desmoldado del ladrillo, otra vez se desmorono el ladrillo, pero en esta ocasión fue de diferente manera, se observó que únicamente en algunas zonas se produjo la pérdida del material y esto es atribuible de nueva cuenta que la presión ejercida sobre la arcilla no es la presión necesaria para que las partículas de arcilla se mantengan unidas las unas con las otras. La figura 93, muestra el producto moldeado cuando se le es agregada mayor cantidad de agua, de tal manera que es más sencilla la conglomeración de la arcilla.



Figura 94.- Desmoldado un poco más alentador.

Después de observar las pruebas que fueron realizadas, se puede observar que en si el método de moldeo del ladrillo si está bien, la idea funciona porque si es posible cambiar la forma de la arcilla a la entrada al sistema y a la salida presenta otra geometrías, además de que este tipo de funcionamiento se ha visto que funciona en otras máquinas comerciales que producen ladrillos. En este sentido el detalle de que el producto obtenido en esta pruebas no haya sido satisfactorias de porque la presión no fue la adecuada y se tendrían que conseguir unos actuadores hidráulicos o en su defecto unos gatos hidráulicos para compactar y simular de mejor manera el moldeo de ladrillo que se pretende.

Capítulo 7.- Conclusiones y recomendaciones.

7.1. Conclusiones.

La máquina que se diseñó con el propósito de dar solución a la problemática del moldeo del ladrillo, tiene la función de transformar la geometría de un material de trabajo, en este caso es la arcilla; mediante el principio de funcionamiento de prensado, cuyo trabajo se llevará a cabo mediante actuadores hidráulicos que serán los encargados de dotar de la energía que compactará a la arcilla dentro de un molde.

En general la máquina moldeadora de arcilla permitirá:

- Aumentar la producción de ladrillos en los talleres típicos de ladrillo de hasta un cuatrocientos por ciento con respecto a su producción actual.
- Reducir el esfuerzo físico que los trabajadores realizan en esta actividad de moldeo del ladrillo.
- Disminuir los costos por concepto de moldeo de una manera considerable.
- Permitir que los trabajadores puedan desempeñar diferentes funciones y con menor demanda de esfuerzo físico.
- Con la elaboración de un ladrillo que es compactado con mayor presión por parte de los actuadores, permitirá que la cantidad de humedad que contenga el ladrillo sea menor y por lo tanto el tiempo de secado se reduzca considerablemente.
- El ladrillo que es compactado con mayor presión que la que se ejerce de manera manual, tendrá una mayor cohesión, permitiendo que el ladrillo tenga menor porosidad y sea más sólido.

En el diseño de la máquina se realizó la selección de los componentes utilizando metodología de diseño, de tal manera que las selecciones realizadas, llevaron un proceso en el cual se buscó obtener aquellas que tienen los mejores atributos y que presentarían una buena solución al problema del moldeo del ladrillo.

Auxiliándose de herramientas de diseño (CAD) fue posible plasmar las aquellas ideas que se habían tenido en el proceso de generación de conceptos y también de manera gráfica fue posible observar de qué manera interactúan los elementos que fueron seleccionados para resolver el funcionamiento de cada uno de los subsistemas.

Se considera que la selección de materiales comerciales dentro de los elementos que conformarán la máquina es importante, porque en una situación donde por razón alguna la máquina requiera mantenimiento o la sustitución de algún componente, estos serán fácilmente encontrados en las tiendas de refacciones convencionales.

Por otra parte se realizó algunas pruebas en donde se intentó simular las condiciones a las que estará sometida la máquina, la interacción que existirá entre la materia prima y el medio que modificará su geometría. La simulación se realizó con unos pequeños modelos que fueron construidos de madera, y estos elementos son algunos que se consideran de

función crítica, tales como: la rejilla de moldeo, el apisonador o el elemento que compactará la arcilla y también se construyó el dado del sistema de desmoldado.

Sin embargo en las iteraciones del moldeo varias de las pruebas arrojaron que no funcionaba adecuadamente el moldeo, no el principio de moldeo como tal, sino el problema radica en que las presiones que se aplicaban de manera manual y utilizando un martillo para golpear y compactar son muy inferiores a las que un actuador es capaz de suministrar.

7.2. Recomendaciones.

En las pruebas que se realizaron no fueron del todo satisfactorias, por que inicialmente se idealizó que la máquina se comportaría de cierta forma, en la cual se pretendía que la arcilla estuviera en un estado de físico con la mínima humedad, casi en estado de polvo, pero cuando se realizaron las pruebas se observó que es muy difícil de lograr la compactación de esta manera, debido a que la cohesión entre las partículas de arcilla no es bueno. Y entonces se requiere de un elemento aglutinante que favorezca que en todo momento las partículas de arcilla se mantengan unidas y cuando se retire la fuerza que la comprime, la arcilla permanezca unida.

Se considera que aún quedan algunas acciones por realizar, en lo concerniente al moldeo, no fue posible realizar un prototipo con materiales muy aproximados a los que se consideran en el diseño, debido a que el utilizar ese tipo de materiales hubiera implicado un considerable desembolso económico el cual no se tiene a la mano.

Referencias.

- Benade, M. J. (1996). *Patente n° 5,587,187*. United States of America.
- Budynas, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*. New York: McGraw Hill.
- Chennells, D. P. (2007). *Patente n° US 7,179,077 B2*. United States of America.
- Cross, N. (2008). *Engineering Design Methods, strategies for product design*. London, England: John Wiley & Sons.
- Dieter, G. E. (2009). *Engineering Design*. New York: Mc Graw Hill.
- Hanson, D. J. (1978). *Patente n° 4,105,383*. United States of America.
- Hereford, J. A. (1992). *Patente n° 5,145,692*. United States of America.
- Hurst, K. (1999). *Engineering Desing Principles*. New York: Arnold Publisher.
- Jones, J. C. (1970). *Design Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4 ed.). New York: Pearson Prentice Hall.
- NMX-C-038-ONNCCE-2004. (s.f.).
- NMX-C-441-ONNCCE-2005. (s.f.).
- Norton, R. L. (2009). *Diseño de Maquinaria* (4 ed.). New York: McGraw Hill.
- Pahl, G. B. (2007). *Engineering Design, A Systematic Approach*. London, England: Springer - Verlang.
- Pearne, F. J. (1971). *Patente n° 3,589,495*. United States of America.
- Pellicer, D. y.-O. (2009). *El ladrillo cerámico en la construcción arquitectónica*. Madrid,España: CIE Inversiones .
- Pugh, S. (1990). *Total Design; integrated methods for successful product engineering*. London, England: Prentice Hall.
- Rensen, H. G. (1989). *Patente n° 4,832,587*. United States of America.
- Ullman, D. G. (2010). *The Mechanical Design Process* (4 ed.). New York: Mc Graw Hill.
- Ulrich, K. T. (2008). *Diseño y desarrollo de productos* (4 ed.). New York: Mc Graw Hill.

Referencias de páginas de Internet.

- (s.f.). Obtenido de <http://www.bricksmachine.com/>: <http://www.bricksmachine.com/>
- (s.f.). Obtenido de <http://www.prensashidraulicas.com.mx/compactadoras.html>:
<http://www.prensashidraulicas.com.mx/compactadoras.html>
- (s.f.). Obtenido de <http://www.espormadrid.es/2009/06/como-es-el-movimiento-de-las-lamas-del.html>: <http://www.espormadrid.es/2009/06/como-es-el-movimiento-de-las-lamas-del.html>
- Google *Imagenes*. (s.f.). Obtenido de <https://www.google.com.mx/imghp?hl=es-419&tab=wi&ei=wmCMUta7MomVsQag64HYBw&ved=0CAQQqi4oAg>

<http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html>. (s.f.).
Obtenido de *<http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html>*

<http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html>. (s.f.).
Obtenido de *<http://1607259.blogspot.mx/2013/05/23-sistemas-de-actuadores-neumaticos.html>*

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nomenclatura_ladrillo.svg. (s.f.). Obtenido de
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nomenclatura_ladrillo.svg

<http://losplasticos.wordpress.com/>. (s.f.). Obtenido de
<http://losplasticos.wordpress.com/materiales-ceramicos/>

http://www.alibaba.com/product-gs/510626443/Brick_making_machine_construction_material_material/showimage.html. (s.f.). Obtenido de *http://www.alibaba.com/product-gs/510626443/Brick_making_machine_construction_material_material/showimage.html*

<http://www.chinabrickmachinery.com/Hydraulic-Brick-Machine-JF-QT1500D-77.html>.
(s.f.). Obtenido de *<http://www.chinabrickmachinery.com/Hydraulic-Brick-Machine-JF-QT1500D-77.html>*

<http://www.dmet.com.mx/tolvas%20con%20valvula%20de%20descarga.html>. (s.f.).
Obtenido de
<http://www.dmet.com.mx/tolvas%20con%20valvula%20de%20descarga.html>

<http://www.industrialjoper.com.mx/?data=3&subdata=18>. (s.f.). Obtenido de
<http://www.industrialjoper.com.mx/?data=3&subdata=18>

<http://www.maquiblock.com.mx/m400cth.php>. (s.f.). Obtenido de
<http://www.maquiblock.com.mx/m400cth.php>

<http://www.micordobaargentina.com.ar/2013/06/actividades-economicas.html>. (s.f.).
Obtenido de *<http://www.micordobaargentina.com.ar/2013/06/actividades-economicas.html>*

ANEXOS.

A) Tablas de Aceros

ESPESOR			PESO TEÓRICO		PESO APROXIMADO POR HOJA			
Calibre	pulg	mm	kg/m2	kg/ple2	3' X 8'	3' x 10'	4' X 8'	4' x 10'
1/4"	0.2500	6,35	49,83	4,63	111,12	138,89	148,15	185,19
3	0.2390	6,07	48,82	4,54	108,85	136,07	145,14	181,42
4	0.2242	5,69	45,77	4,25	102,05	127,57	136,07	170,09
5	0.2090	5,31	42,72	3,97	95,25	119,06	127,00	158,75
6	0.1940	4,93	39,67	3,69	88,45	110,56	117,93	147,42
3/16"	0.1870	4,75	37,28	3,46	83,11	103,89	110,82	138,52
7	0.1790	4,55	36,62	3,40	81,65	102,06	108,87	136,08
8	0.1640	4,17	33,57	3,12	74,85	93,56	99,80	124,75
9	0.1495	3,80	30,52	2,84	68,05	85,06	90,73	113,42
10	0.1345	3,42	27,46	2,55	61,23	76,53	81,64	102,04
1/8"	0.1250	3,18	24,92	2,31	55,56	69,45	74,08	92,60
11	0.1196	3,04	24,41	2,27	54,43	68,03	72,57	90,71
12	0.1046	2,66	21,36	1,98	47,63	59,53	63,50	79,38
13	0.0897	2,28	18,30	1,70	40,80	51,00	54,40	68,00
14	0.0747	1,90	15,26	1,42	34,02	42,53	45,37	56,71
15	0.0673	1,71	13,42	1,25	29,91	37,39	39,88	49,85
16	0.0598	1,52	12,20	1,13	27,20	34,00	36,27	45,34
17	0.0538	1,37	10,72	1,00	23,91	29,89	31,88	39,85
18	0.0478	1,21	9,76	0,91	21,76	27,20	29,02	36,27
19	0.0418	1,06	8,33	0,77	18,58	23,22	24,77	30,96
20	0.0359	0,91	7,32	0,68	16,32	20,40	21,76	27,20
21	0.0329	0,84	6,56	0,61	14,62	18,28	19,50	24,37
22	0.0299	0,76	6,10	0,57	13,60	17,00	18,13	22,67
23	0.0269	0,68	5,36	0,50	11,96	14,95	15,94	19,93
24	0.0239	0,61	4,88	0,45	10,88	13,60	14,51	18,13
25	0.0209	0,53	4,17	0,39	9,29	11,61	12,39	15,48
26	0.0179	0,45	3,66	0,34	8,16	10,20	10,88	13,60
27	0.0164	0,42	3,27	0,30	7,29	9,11	9,72	12,15
28	0.0149	0,38	3,05	0,28	6,80	8,50	9,07	11,33
29	0.0135	0,34	2,69	0,25	6,00	7,50	8,00	10,00
30	0.0120	0,30	2,44	0,23	5,44	6,80	7,25	9,07

ANTIDERRAPANTES

ESPESOR			PESO TEÓRICO		PESO APROXIMADO POR HOJA			
Cal.	Pulg.	mm	Kg/m2	Kg/Ple2	3' X 8'	3' x 10'	4' X 8'	4' x 10'
1/4"	0,250	6,3	54,96	5,11	122,54	153,18	163,39	204,24
3/16"	0.188	4,7	42,52	3,95	94,81	118,51	126,41	158,01
10	0.135	3,4	33,24	3,09	74,11	92,64	98,82	123,52
1/8"	0.125	3,2	30,07	2,79	67,05	83,81	89,39	111,74
11	0.120	3,0	29,08	2,70	64,84	81,05	86,45	108,06
12	0.105	2,6	25,62	2,38	57,12	71,41	76,17	95,21
14	0,075	1,9	18,30	1,70	40,80	51,00	54,40	68,00

LÁMINA LISA ROLADA EN CALIENTE Y FRÍO
PROCEDENTE DE ROLLO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TUBERÍA DE ACERO ASTM A-500

DENOMINACIÓN	Tamaño nominal	Cédula	Diámetro Exterior (pulg)	Espesor de Pared (pulg)	Peso de Pared (pulg)	Peso Extremo Liso (lb/ft)	Wipe (kg/m)	Diámetro Interior (pulg)	Propiedades Mecánicas (ksi)			Grados A 500						
									A (ksi)	B (ksi)	C (ksi)	LE (ft)	UT (ft)	% elong. 21				
16	16.000	0.188	16.000	0.203	34.25	51.02	15.594	33	45	42	10.07	65.00	313.75	13059.08	39.22	642.67	5.59	14.20
16	16.000	0.219	16.000	0.219	38.91	54.99	15.562	33	45	42	10.86	70.05	337.46	14045.99	47.87	691.24	5.58	14.17
16	16.000	0.250	16.000	0.250	42.05	62.65	15.500	33	45	42	12.37	79.81	382.98	15940.87	54.99	749.49	5.57	14.15
16	16.000	0.281	16.000	0.281	47.17	70.28	15.438	33	45	42	13.86	89.53	427.96	16813.15	53.50	816.63	5.56	14.12
16	16.000	0.312	16.000	0.312	52.27	77.87	15.376	33	45	42	15.38	99.21	472.41	19663.01	50.05	987.67	5.55	14.09
16	16.000	0.344	16.000	0.344	57.32	85.69	15.312	33	45	42	16.92	109.16	517.72	21540.21	64.72	1080.49	5.54	14.06
16	16.000	0.375	16.000	0.375	62.38	93.22	15.250	33	45	42	18.41	118.76	651.08	23544.06	70.14	1149.31	5.53	14.04
16	16.000	0.406	16.000	0.406	67.42	101.73	15.188	33	45	42	19.89	128.32	803.92	25137.02	75.49	1237.00	5.52	14.01
16	16.000	0.438	16.000	0.438	72.48	108.45	15.124	33	45	42	21.41	138.15	947.59	26954.74	80.95	1326.51	5.50	13.98
16	16.000	0.469	16.000	0.469	77.59	115.16	15.062	33	45	42	22.98	147.64	1089.37	28893.79	86.17	1412.10	5.49	13.95
16	16.000	0.500	16.000	0.500	82.77	123.30	15.000	33	45	42	24.35	157.08	1230.64	30411.48	91.33	1498.83	5.48	13.93
16	16.000	0.562	16.000	0.562	94.67	138.21	14.938	33	45	42	27.49	177.35	1491.26	33154.76	98.47	1666.90	5.24	13.86
16	16.000	0.625	16.000	0.625	104.67	153.08	14.876	33	45	42	30.79	198.63	1769.48	35997.07	103.40	1804.38	5.21	13.78
16	16.000	0.688	16.000	0.688	114.67	167.90	14.814	33	45	42	34.17	221.41	2047.75	38929.09	107.51	1927.37	5.20	13.74
16	16.000	0.750	16.000	0.750	124.67	177.12	14.752	33	45	42	37.59	244.74	2336.09	41929.58	111.61	2049.40	5.19	13.72
16	16.000	0.812	16.000	0.812	134.67	186.34	14.690	33	45	42	41.04	268.66	2634.44	45000.00	115.61	2171.41	5.17	13.71
16	16.000	0.875	16.000	0.875	144.67	195.56	14.628	33	45	42	44.51	293.11	2932.79	48100.00	119.59	2292.39	5.16	13.69
16	16.000	0.938	16.000	0.938	154.67	204.78	14.566	33	45	42	47.99	317.11	3231.14	51200.00	123.56	2413.36	5.15	13.67
16	16.000	1.000	16.000	1.000	164.67	214.00	14.504	33	45	42	51.48	341.61	3529.49	54300.00	127.51	2534.33	5.14	13.65
16	16.000	1.062	16.000	1.062	174.67	223.22	14.442	33	45	42	54.99	366.66	3827.84	57400.00	131.44	2655.30	5.13	13.63
16	16.000	1.125	16.000	1.125	184.67	232.44	14.380	33	45	42	58.48	391.31	4126.19	60500.00	135.36	2776.27	5.12	13.61
16	16.000	1.188	16.000	1.188	194.67	241.66	14.318	33	45	42	61.99	416.44	4424.54	63600.00	139.27	2897.24	5.11	13.59
16	16.000	1.250	16.000	1.250	204.67	250.88	14.256	33	45	42	65.48	441.11	4722.89	66700.00	143.17	3018.21	5.10	13.57
16	16.000	1.312	16.000	1.312	214.67	260.10	14.194	33	45	42	68.99	466.24	5021.24	69800.00	147.06	3139.18	5.09	13.55
16	16.000	1.375	16.000	1.375	224.67	269.32	14.132	33	45	42	72.48	491.31	5319.59	72900.00	150.94	3260.15	5.08	13.53
16	16.000	1.438	16.000	1.438	234.67	278.54	14.070	33	45	42	75.99	516.44	5617.94	76000.00	154.81	3381.12	5.07	13.51
16	16.000	1.500	16.000	1.500	244.67	287.76	14.008	33	45	42	79.48	541.51	5916.29	79100.00	158.67	3502.09	5.06	13.49
16	16.000	1.562	16.000	1.562	254.67	296.98	13.946	33	45	42	82.99	566.66	6214.64	82200.00	162.52	3623.06	5.05	13.47
16	16.000	1.625	16.000	1.625	264.67	306.20	13.884	33	45	42	86.48	591.74	6512.99	85300.00	166.37	3744.03	5.04	13.45
16	16.000	1.688	16.000	1.688	274.67	315.42	13.822	33	45	42	89.99	616.81	6811.34	88400.00	170.21	3865.00	5.03	13.43
16	16.000	1.750	16.000	1.750	284.67	324.64	13.760	33	45	42	93.48	641.88	7109.69	91500.00	174.06	3985.97	5.02	13.41
16	16.000	1.812	16.000	1.812	294.67	333.86	13.698	33	45	42	96.99	666.94	7408.04	94600.00	177.91	4106.94	5.01	13.39
16	16.000	1.875	16.000	1.875	304.67	343.08	13.636	33	45	42	100.48	692.01	7706.39	97700.00	181.76	4227.91	5.00	13.37
16	16.000	1.938	16.000	1.938	314.67	352.30	13.574	33	45	42	103.99	717.08	8004.74	100800.00	185.61	4348.88	4.99	13.35
16	16.000	2.000	16.000	2.000	324.67	361.52	13.512	33	45	42	107.48	742.11	8303.09	103900.00	189.46	4469.85	4.98	13.33
16	16.000	2.062	16.000	2.062	334.67	370.74	13.450	33	45	42	110.99	767.18	8601.44	107000.00	193.31	4590.82	4.97	13.31
16	16.000	2.125	16.000	2.125	344.67	380.00	13.388	33	45	42	114.48	792.21	8900.00	110100.00	197.16	4711.79	4.96	13.29
16	16.000	2.188	16.000	2.188	354.67	389.22	13.326	33	45	42	117.99	817.24	9198.66	113200.00	201.01	4832.76	4.95	13.27
16	16.000	2.250	16.000	2.250	364.67	398.44	13.264	33	45	42	121.48	842.27	9497.31	116300.00	204.86	4953.73	4.94	13.25
16	16.000	2.312	16.000	2.312	374.67	407.66	13.202	33	45	42	124.99	867.31	9796.00	119400.00	208.71	5074.70	4.93	13.23
16	16.000	2.375	16.000	2.375	384.67	416.88	13.140	33	45	42	128.48	892.34	10094.66	122500.00	212.56	5195.67	4.92	13.21
16	16.000	2.438	16.000	2.438	394.67	426.10	13.078	33	45	42	131.99	917.37	10393.31	125600.00	216.41	5316.64	4.91	13.19
16	16.000	2.500	16.000	2.500	404.67	435.32	13.016	33	45	42	135.48	942.40	10692.00	128700.00	220.26	5437.61	4.90	13.17
16	16.000	2.562	16.000	2.562	414.67	444.54	12.954	33	45	42	138.99	967.44	10990.66	131800.00	224.11	5558.58	4.89	13.15
16	16.000	2.625	16.000	2.625	424.67	453.76	12.892	33	45	42	142.48	992.47	11289.31	134900.00	227.96	5679.55	4.88	13.13
16	16.000	2.688	16.000	2.688	434.67	463.00	12.830	33	45	42	145.99	1017.51	11588.00	138000.00	231.81	5800.52	4.87	13.11
16	16.000	2.750	16.000	2.750	444.67	472.22	12.768	33	45	42	149.48	1042.54	11886.66	141100.00	235.66	5921.49	4.86	13.09
16	16.000	2.812	16.000	2.812	454.67	481.44	12.706	33	45	42	152.99	1067.58	12185.31	144200.00	239.51	6042.46	4.85	13.07
16	16.000	2.875	16.000	2.875	464.67	490.66	12.644	33	45	42	156.48	1092.61	12484.00	147300.00	243.36	6163.43	4.84	13.05
16	16.000	2.938	16.000	2.938	474.67	499.88	12.582	33	45	42	159.99	1117.65	12782.66	150400.00	247.21	6284.40	4.83	13.03
16	16.000	3.000	16.000	3.000	484.67	509.10	12.520	33	45	42	163.48	1142.68	13081.31	153500.00	251.06	6405.37	4.82	13.01
16	16.000	3.062	16.000	3.062	494.67	518.32	12.458	33	45	42	166.99	1167.72	13380.00	156600.00	254.91	6526.34	4.81	12.99
16	16.000	3.125	16.000	3.125	504.67	527.54	12.396	33	45	42	170.48	1192.76	13678.66	159700.00	258.76	6647.31	4.80	12.97
16	16.000	3.188	16.000	3.188	514.67	536.76	12.334	33	45	42	173.99	1217.79	13977.31	162800.00	262.61	6768.28	4.79	12.95
16	16.000	3.250	16.000	3.250	524.67	545.98	12.272	33	45	42	177.48	1242.83	14276.00	165900.00	266.46	6889.25	4.78	12.93
16	16.000	3.312	16.000	3.312	534.67	555.20	12.210	33	45	42	180.99	1267.86	14574.66	169000.00	270.31	7010.22	4.77	12.91
16	16.000	3.375	16.000	3.375	544.67	564.42	12.148	33	45	42	184.48	1292.89	14873.31	172100.00	274.16	7131.19	4.76	12.89
16	16.000	3.438	16.000	3.438	554.67	573.64	12.086	33	45	42	187.99	1317.93	15172.00	175200.00	278.01	7252.16	4.75	12.87
16	16.000	3.500	16.000	3.500	564.67	582.86	12.024	33	45	42	191.48	1342.96	15470.66	178300.00	281.86	7373.13	4.74	12.85
16	16.000	3.562	16.000	3.562	574.67	592.08	11.962	33	45	42	194.99	1367.99	15769.31	181400.00	285.71	7494.10	4.73	12.83
16	16.000	3.625	16.000	3.625	584.67	601.30	11.900	33	45	42	198.48	1393.03	16068.00	184500.00	289.56	7615.07	4.72	12.8

ESPESOR		PESO TEÓRICO		PESO APROXIMADO POR HOJA					
pulgadas	mm	kg/m2	kg/pie2	5' x 20'	6' X 20'	7' x 20'	8' X 20'	10' X 20'	
3/16"	0.188	4.78	37.84	3.52	352	422	492	562	703
1/4"	0.250	6.35	50.38	4.68	468	562	655	749	936
5/16"	0.313	7.95	62.93	5.85	585	702	818	935	1,169
3/8"	0.375	9.53	75.57	7.02	702	842	983	1,123	1,404
7/16"	0.438	11.13	88.10	8.18	818	982	1,146	1,310	1,637
1/2"	0.500	12.70	100.77	9.36	936	1,123	1,311	1,498	1,872
9/16"	0.563	14.30	113.27	10.52	1,052	1,263	1,473	1,684	2,105
5/8"	0.625	15.88	125.96	11.70	1,170	1,404	1,638	1,872	2,340
11/16"	0.688	17.48	138.44	12.86	1,286	1,543	1,801	2,058	2,572
3/4"	0.750	19.05	151.15	14.04	1,404	1,685	1,966	2,247	2,808
7/8"	0.875	22.23	176.34	16.38	1,638	1,966	2,294	2,621	3,276
1"	1.000	25.40	201.53	18.72	1,872	2,247	2,621	2,996	3,745
1 1/8"	1.125	28.58	226.72	21.06	2,106	2,528	2,949	3,370	4,213
1 1/4"	1.250	31.75	251.92	23.40	2,340	2,808	3,277	3,745	4,681
1 3/8"	1.375	34.93	277.11	25.74	2,574	3,089	3,604	4,119	5,149
1 1/2"	1.500	38.10	302.30	28.08	2,808	3,370	3,932	4,493	5,617
1 5/8"	1.625	41.28	327.49	30.42	3,042	3,651	4,259	4,868	6,085
1 3/4"	1.750	44.45	352.68	32.76	3,276	3,932	4,587	5,242	6,553
2"	2.000	50.80	403.07	37.45	3,745	4,494	5,242	5,991	7,489
2 1/4"	2.250	57.15	453.45	42.13	4,213	5,055	5,898	6,740	8,425
2 1/2"	2.500	63.50	503.83	46.81	4,681	5,617	6,553	7,489	9,361
3"	3.000	76.20	604.60	56.17	5,617	6,740	7,864	8,987	11,234

FÓRMULAS PARA CALCULAR EL PESO APROXIMADO DE UNA PLANCHA EN CUALQUIER DIMENSIÓN

$P = e \times a \times l \times Pe$

EJEMPLO

espesor ancho largo
0.500 72" 240"

sustituyendo en la fórmula:
 $P = 0.500 \times 72 \times 240 \times 0.130 = 1,123 \text{ kgs}$

P = peso en kgs.
e = espesor en pulgadas
a = ancho en pulgadas
l = largo en pulgadas
Pe = peso específico en kg/pulg³ = 0.130

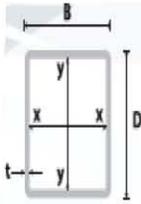
$P = e \times a \times l \times fc$

EJEMPLO:

espesor ancho largo
0.500 1.83 6.10

sustituyendo en la fórmula
 $P = 0.500 \times 1.83 \times 6.10 \times 201.2 = 1,123 \text{ kgs}$

P = peso en kgs.
e = espesor en pulgadas
a = ancho en metros
l = largo en metros
fc = factor de conversión = 201.2



PTR
PERFIL TUBULAR CUADRADO (HSS)

DIMENSIONES EXTERIORES D x B pulg. x mm	ESPESOR (t)		CALIBRE	COLOR	PESO		ÁREA cm ²	MOMENTO DE INERCIA		MÓDULO DE SECCIÓN		RADIO DE GIRO		CONSTANTE DE TORSIÓN J cm ⁴
	pulg.	mm.			kg/m	kg/pza.		I _{xx} cm ⁴	I _{yy} cm ⁴	S _{xx} cm ³	S _{yy} cm ³	r _{xx} cm.	r _{yy} cm.	
1" x 1" 25 x 25	0,075	1,91	14	Azul	1,33	8,11	1,70	1,52	1,52	1,19	1,19	0,95	0,95	2,54
	0,095	2,41	13	Verde	1,62	9,88	2,07	1,75	1,75	1,38	1,38	0,92	0,92	3,01
1 1/4" x 1 1/4" 32 x 32	0,133	3,38	10	Rojo	2,10	12,81	2,68	2,04	2,04	1,60	1,60	0,87	0,87	3,65
	0,075	1,91	14	Azul	1,71	10,43	2,18	3,17	3,17	1,99	1,99	1,20	1,20	5,20
1 1/2" x 1 1/2" 38 x 38	0,090	2,3	13	Verde	2,20	13,42	2,82	3,62	3,62	2,34	2,34	1,18	1,18	6,50
	0,075	1,91	14	Azul	2,09	12,75	2,66	5,71	5,71	3,00	3,00	1,46	1,46	9,25
2" x 2" 51 x 51	0,110	2,79	12	Blanco	2,94	17,93	3,74	7,56	7,56	3,97	3,97	1,42	1,42	12,64
	0,125	3,18	11	Verde	3,27	19,95	4,18	8,21	8,21	4,31	4,31	1,40	1,40	13,91
2 1/2" x 2 1/2" 64 x 64	0,154	3,91	9	Rojo	3,89	23,73	4,96	9,24	9,24	4,85	4,85	1,37	1,37	16,03
	0,075	1,91	14	Azul	2,85	17,39	3,63	14,28	14,28	5,62	5,62	1,98	1,98	22,71
3" x 3" 76 x 76	0,110	2,79	12	Blanco	4,05	24,71	5,16	19,43	19,43	7,65	7,65	1,94	1,94	31,70
	0,125	3,18	11	Verde	4,54	27,69	5,79	21,37	21,37	8,41	8,41	1,92	1,92	35,22
3 1/2" x 3 1/2" 89 x 89	0,156	3,96	9	Rojo	5,50	33,55	7,02	24,88	24,88	9,80	9,80	1,88	1,88	41,88
	0,125	3,18	11	Blanco	5,80	35,38	7,40	44,08	44,08	13,88	13,88	2,44	2,44	71,38
4" x 4" 102 x 102	0,141	3,58	9	Verde	6,47	39,47	8,25	48,36	48,36	15,23	15,23	2,42	2,42	79,03
	0,188	4,78	6	Rojo	8,34	50,87	10,63	59,32	59,32	18,68	18,68	2,36	2,36	99,46
4 1/2" x 4 1/2" 114 x 114	0,125	3,18	11	Blanco	7,07	43,13	9,01	78,93	78,93	20,72	20,72	2,96	2,96	126,27
	0,156	3,96	9	Verde	8,66	52,83	11,05	94,24	94,24	24,73	24,73	2,92	2,92	153,04
5" x 5" 127 x 127	0,188	4,78	6	Rojo	10,24	62,46	13,06	108,40	108,40	28,45	28,45	2,88	2,88	178,70
	0,125	3,18	11	Blanco	8,33	50,81	10,63	128,54	128,54	28,92	28,92	3,48	3,48	203,82
5 1/2" x 5 1/2" 140 x 140	0,156	3,96	9	Verde	10,24	62,46	13,06	154,51	154,51	34,76	34,76	3,44	3,44	248,22
	0,250	6,35	2	Azul	15,63	95,34	19,93	220,16	220,16	49,53	49,53	3,32	3,32	367,28
6" x 6" 152 x 152	0,125	3,18	11	Blanco	9,60	58,56	12,24	195,49	195,49	38,48	38,48	4,00	4,00	307,91
	0,156	3,96	9	Verde	11,82	72,10	15,07	236,16	236,16	46,49	46,49	3,96	3,96	376,31
6 1/2" x 6 1/2" 165 x 165	0,188	4,78	6	Rojo	14,04	85,64	17,91	275,07	275,07	54,15	54,15	3,92	3,92	443,48
	0,250	6,35	2	Azul	18,16	110,78	23,16	341,94	341,94	67,31	67,31	3,84	3,84	563,55
7" x 7" 178 x 178	0,125	3,18	11	Blanco	10,86	66,25	13,85	282,40	282,40	49,41	49,41	4,51	4,51	442,46
	0,156	3,96	9	Verde	13,40	81,74	17,08	342,44	342,44	59,92	59,92	4,48	4,48	542,15
7 1/2" x 7 1/2" 191 x 191	0,188	4,78	6	Rojo	15,94	97,23	20,33	400,48	400,48	70,07	70,07	4,44	4,44	640,77
	0,250	6,35	2	Azul	20,69	126,21	26,38	501,90	501,90	87,82	87,82	4,36	4,36	819,19
8" x 8" 203 x 203	0,125	3,18	11	Blanco	12,13	73,99	15,47	391,86	391,86	61,71	61,71	5,03	5,03	611,36
	0,156	3,96	9	Verde	14,98	91,38	19,10	476,61	476,61	75,06	75,06	5,00	5,00	750,84
8 1/2" x 8 1/2" 216 x 216	0,188	4,78	6	Rojo	17,85	108,89	22,76	559,16	559,16	88,06	88,06	4,96	4,96	889,14
	0,250	6,35	2	Azul	23,22	141,64	29,61	705,26	705,26	111,06	111,06	4,88	4,88	1142,00
9" x 9" 229 x 229	0,125	3,18	11	Blanco	5,80	35,38	7,40	57,42	30,53	15,07	12,02	2,79	2,03	65,16
	0,141	3,58	9	Verde	6,47	39,47	8,25	63,03	33,43	16,54	13,16	2,76	2,01	72,04
9 1/2" x 9 1/2" 242 x 242	0,188	4,78	6	Rojo	8,34	50,87	10,63	77,42	40,75	20,32	16,04	2,7	1,96	90,26
	0,125	3,18	11	Blanco	7,07	43,13	9,01	117,34	39,69	23,1	15,63	3,61	2,10	97,47
10" x 10" 254 x 254	0,156	3,96	9	Verde	8,66	52,83	11,05	140,16	47,02	27,59	18,51	3,56	2,06	117,34
	0,188	4,78	6	Rojo	10,24	62,46	13,06	161,26	53,64	31,74	21,12	3,51	2,03	136,01
10 1/2" x 10 1/2" 267 x 267	0,125	3,18	11	Blanco	8,33	50,81	10,63	156,42	100,45	30,79	26,36	3,84	3,07	194,95
	0,156	3,96	9	Verde	10,24	62,46	13,06	188,16	120,53	37,04	31,63	3,80	3,04	237,20
11" x 11" 279 x 279	0,188	4,78	6	Rojo	12,14	74,05	15,48	218,17	139,38	42,95	36,58	3,75	3,00	278,20
	0,250	6,35	2	Azul	15,63	95,34	19,93	268,67	170,81	52,89	44,83	3,67	2,93	349,91
11 1/2" x 11 1/2" 292 x 292	0,125	3,18	11	Blanco	9,60	58,56	12,24	268,18	121,97	42,23	32,01	4,68	3,16	268,19
	0,156	3,96	9	Verde	11,82	72,10	15,07	324,20	146,81	51,05	38,53	4,64	3,12	326,94
12" x 12" 305 x 305	0,188	4,78	6	Rojo	14,04	85,64	17,91	377,87	170,37	59,51	44,72	4,59	3,08	384,27
	0,250	6,35	2	Azul	18,16	110,78	23,16	470,26	210,27	74,06	55,19	4,51	3,01	485,61
12 1/2" x 12 1/2" 318 x 318	0,125	3,18	11	Blanco	10,86	66,25	13,85	419,43	143,48	55,04	37,66	5,50	3,22	344,40
	0,156	3,96	9	Verde	13,40	81,74	17,08	508,85	173,1	66,78	45,43	5,46	3,18	420,29
13" x 13" 330 x 330	0,188	4,78	6	Rojo	15,94	97,23	20,33	595,34	201,35	78,13	52,85	5,41	3,15	494,57
	0,250	6,35	2	Azul	20,69	126,21	26,38	746,55	249,72	97,97	65,54	5,32	3,08	626,61
13 1/2" x 13 1/2" 343 x 343	0,125	3,18	11	Blanco	12,13	73,99	15,47	509,23	273,64	66,83	53,87	5,74	4,21	560,93
	0,156	3,96	9	Verde	14,98	91,38	19,10	619,76	332,16	81,33	65,39	5,70	4,17	687,90
14" x 14" 355 x 355	0,188	4,78	6	Rojo	17,85	108,89	22,76	727,55	388,87	95,48	76,55	5,65	4,13	813,78
	0,250	6,35	2	Azul	23,22	141,64	29,61	918,68	488,49	120,56	96,16	5,57	4,06	1042,50

B) Actuadores

Catalog HY08-1130-4NA

Medium Duty Hydraulic Cylinders

Mounting Information – 1.50" to 5.00" Bore Series 3L

Spherical Bearing Mounting Style SB

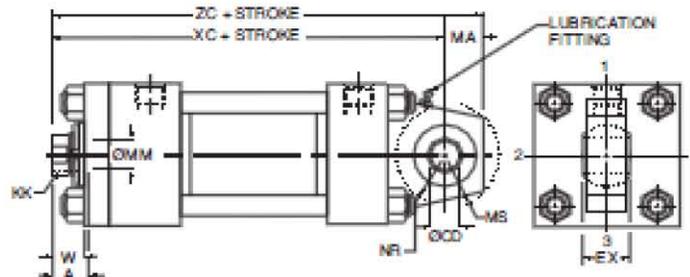


Table 1 – Dimensional and Mounting Data

Bore Ø	Rod No.	MM Rod Ø	Thread Style 7 KK ¹	Thread Style 9 KK ¹	A	OD ² Ø	EX	MA	MS	NR	W	Add Stroke		Max. Oper. PSI ³
												XO	ZO	
1.50	1 (Std)	0.825	–	7/16-20	0.75	-.0005 .5000	0.44	0.75	0.94	0.63	0.63	5.38	6.13	1500
	2	1.000	7/16-20	–	0.75	1.00						5.75	6.50	
2.00	1 (Std)	0.825	–	7/16-20	0.75	-.0005 .5000	0.44	0.75	0.94	0.63	0.63	5.38	6.13	980
	2	1.375	7/16-20	–	0.75	1.25						6.00	6.75	
	3	1.000	7/16-20	–	0.75	1.00						5.75	6.50	
2.50	1 (Std)	1.000	7/16-20	–	0.75	-.0005 .5000	0.44	0.75	0.94	0.63	0.63	5.88	6.63	630
	2	1.750	7/16-20	–	0.75	1.50						6.38	7.13	
	3	1.375	7/16-20	–	0.75	1.25						6.13	6.88	
	7	0.825	–	7/16-20	0.75	0.63						5.50	6.25	
3.00	1 (Std)	1.000	–	3/4-16	1.13	-.0005 .7500	0.66	1.00	1.38	1.00	0.75	6.88	7.68	630
	2	2.000	3/4-16	–	1.13	1.38						7.50	8.50	
	3	1.375	3/4-16	–	1.13	1.00						7.13	8.13	
4.00	1 (Std)	1.375	3/4-16	–	1.13	-.0005 .7500	0.66	1.00	1.38	1.00	1.00	7.13	8.13	550
	2	2.500	3/4-16	–	1.13	1.63						7.75	8.75	
	3	1.750	3/4-16	–	1.13	1.25						7.38	8.38	
	4	2.000	3/4-16	–	1.13	1.38						7.50	8.50	
	7	1.000	–	3/4-16	1.13	0.75						6.88	7.88	
5.00	1 (Std)	1.750	3/4-16	–	1.13	-.0005 .7500	0.66	1.00	1.38	1.00	1.00	7.63	8.63	350
	2	3.500	3/4-16	–	1.13	1.63						8.00	9.00	
	3	2.000	3/4-16	–	1.13	1.38						7.75	8.75	
	4	2.500	3/4-16	–	1.13	1.63						8.00	9.00	
	5	3.000	3/4-16	–	1.13	1.63						8.00	9.00	
	7	1.000	–	3/4-16	1.13	0.75						7.13	8.13	
8	1.375	3/4-16	–	1.13	1.00	7.38	8.38							

¹ Threads listed are also for a spherical rod eye which match style 9 or style 7. The spherical rod eye pin diameter matches the cap pin and (if required) needs to be purchased separately. See 3L Mounting Accessories for detailed information.

² Dimension OD is hole diameter.

³ Maximum operating pressure at 4:1 design factor is based on tensile strength of material.

Note: For additional dimensions, see Series 3L Style SB Mount.



C) Selección de los principios de trabajo de los subsistemas

		Subsistema 1	Almacenamiento		
No.	Requerimiento	Descripción			
1	Capacidad de almacenaje	Capacidad de almacenar suficiente arcilla para evitar tiempos muertos. Logra un proceso continuo de moldeo.			
2	Facilidad de uso	Operación de un solo operario			
3	Seguridad del dispositivo	El equipo no deberá representar peligro al operario al utilizarlo.			
4	Manufacturabilidad	La fabricación de este dispositivo no debe ser muy compleja.			
5	Bajo costo de adquisición	El equipo deberá de ser accesible económicamente hablando.			
6	Resistente a la corrosión	Fabricado con materiales resistentes a la corrosión.			
7	Intercambiabilidad de piezas.	Utilización de piezas comerciales en su fabricación			
8	Bajo costo de mantenimiento	Los mantenimientos deberán de ser mínimos y con un costo bajo cuando así se requiera.			
9	Durabilidad	Resistente a ciclos largos de trabajo			

		Matriz de selección de Conceptos				Subsistema 1
		Conceptos				
		A	B	C	D	F
Cráterios de selección		Tolva a	Tolva b	Tolva c	Tolva d	Referencia
Capacidad de almacenaje.		+	+	0	-	0
Facilidad de uso.		+	0	-	0	0
Seguridad del dispositivo.		0	+	0	0	0
Manufacturabilidad.		-	0	+	+	0
Bajo costo de adquisición.		-	0	+	0	0
Resistente a la corrosión.		+	+	0	+	0
Intercambiabilidad de piezas.		+	0	0	0	0
Bajo costo de mantenimiento		-	-	0	+	0
Durabilidad		+	+	+	+	0
Suma +		5	4	5	3	0
Suma 0		1	4	7	4	0
Suma -		3	1	1	1	0
Evaluación Neta		2	3	4	2	0
Lugar		1	5	5	3	0
Continuar?		No	Si	Si	No	-

		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4		
Cráterios de selecci3n		Tolva 1		Tolva 2		Tolva 3		Tolva 4		
		Peso	Calificaci3n	Evaluaci3n ponderada						
Capacidad de almacenaje.	20%	5	1	4	0.8	3	0.6	1	0.2	
Facilidad de Manufactura	20%	2	0.2	3	0.3	2	0.2	3	0.6	
Durabilidad	15%	5	0.5	5	0.5	4	0.4	4	0.6	
Facilidad de uso	15%	4	0.6	4	0.6	3	0.45	3	0.45	
Intercambiabilidad de piezas.	10%	3	0.6	3	0.6	4	0.8	2	0.2	
Diseño ergon3mico.	10%	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.3	
Seguridad	10%	4	0.4	3	0.3	4	0.4	4	0.4	
		Evaluaci3n total	3.75	3.55	3.3	2.75				
		Calificaci3n	1	2	3	4				

Subsistema 2 *Dosificado*

No.	Requerimiento	Descripción
1	Funcionalidad	Que suministre la cantidad adecuada de material para cada ciclo de operación.
2	Facilidad de uso	Que funcione de manera sincronizada con las demas partes del dispositivo.
3	Seguridad del dispositivo	El equipo no deberá representar peligro al operario al utilizarlo.
4	Eficiencia	Que no exista perdida de materia prima en el proceso de dosificado
5	Manufacturabilidad	La fabricación de este dispositivo no debe ser muy compleja.
6	Bajo costo de adquisición	Los materiales utilizados para su fabricación deberán de ser accesibles, en costo, para que se justifique su uso.
7	Resistente a la corrosión	Fabricado con materiales resistentes a la corrosión.
8	Intercabiabilidad de piezas.	Utilización de piezas comerciales en su fabricación
9	Bajo costo de mantenimiento	Los mantenimientos deberán de ser mínimos y con un costo bajo cuando así se requiera
10	Durabilidad	Resistente a ciclos largos de trabajo

		Matriz de selección de Conceptos				Subsistema 2	
		Conceptos					
		A	B	C	D	E	F
Criterios de selección		Dosificador con banda transportadora	Mecanismo c/ actuador	Dosificador con guía	Dosificador con medida	Actuador, temporizador	Referencia
Funcionalidad.		0	+	-	+	+	0
Facilidad de uso.		-	+	0	0	+	0
Seguridad del dispositivo.		0	-	+	0	+	0
Manufacturabilidad.		-	+	-	-	+	0
Bajo costo de adquisición.		-	+	0	-	+	0
Resistente a la corrosión.		0	-	+	+	0	0
Intercambiabilidad de piezas.		-	0	-	0	+	0
Bajo costo de mantenimiento		-	+	-	-	+	0
Eficiencia		+	0	0	0	+	0
Suma +		1	5	2	2	8	0
Suma 0		3	2	3	4	0	0
Suma -		5	2	4	3	0	0
Evaluación Neta		-4	3	-2	-1	8	0
Lugar		5	2	4	3	1	0
Continuar?		No	Si	No	No	Si	0

		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4		Concepto 5	
Crterios de seleccin		Dosificador con banda transportadora		Mecanismo c/ actuador		Dosificador con gua		Dosificador con medida.		Actuador temporizador.	
		Peso	Calificacin	Evaluacion ponderada	Calificacin	Evaluacion ponderada	Calificacin	Evaluacion ponderada	Calificacin	Evaluacion ponderada	Calificacin
Funcionalidad.	20%	4	0.8	5	1	4	0.8	3	0.6	5	1
Facilidad de Manufactura	20%	2	0.2	4	0.4	2	0.2	2	0.4	5	1
Durabilidad	15%	5	0.5	4	0.4	4	0.4	5	0.75	4	0.6
Facilidad de uso	15%	2	0.3	4	0.6	4	0.6	3	0.45	4	0.6
Intercambiabilidad de piezas.	10%	3	0.6	4	0.8	4	0.8	3	0.3	5	0.5
Eficiencia.	10%	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.4	4	0.4
Seguridad	10%	4	0.4	3	0.3	4	0.4	4	0.4	4	0.4
		Evaluaci3n total	3.4	4.1	3.8	3.3	4.5				
		Calificaci3n	4	2	3	5	1				

Subsistema 3 *Moldeado o conformado.*

No.	Requerimiento	Descripción
1	Funcionalidad	Debe de realizar la función de producir un ladrillo.
2	Mejora productividad.	El principio debe de propiciar el aumento considerable en la cantidad de ladrillos, que se moldean, comparado con los que se realizan manualmente.
3	Facilidad de uso	El trabajo de tener algún mando para facilitar la operación.
4	Seguridad del dispositivo	El equipo no deberá representar peligro al operario al utilizarlo, contar con guardas de seguridad.
5	Eficiencia	Que no exista pérdida de materia prima en el proceso , tanto en la entrada de materia prima y al finalizar con la mínima cantidad de desperdicio.
6	Manufacturabilidad	La fabricación de este dispositivo no debe ser muy compleja.
7	Bajo costo de adquisición	Los materiales utilizados para su fabricación deberán de ser accesibles, en costo, para que se justifique su uso.
8	Resistente a la corrosión	Fabricado con materiales resistentes a la corrosión. Deberá contar con algún tratamiento térmico.
9	Intercambiabilidad de piezas.	Utilización de piezas comerciales en su fabricación.
10	Bajo costo de mantenimiento	Los mantenimientos deberán de ser mínimos y con un costo bajo cuando así se requiera.
11	Durabilidad	Resistente a ciclos largos de trabajo.
12	Resistencia mecánica	Deberá ser contruida de materiales adecuados , no deberá de haber deformaciones, permanentes en el dispositivo ante presencia de esfuerzos combinados.

		Matriz de selección de Conceptos Subsistema 3										
		Conceptos										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Criterios de selección		Prensa manual 4 barras	Prensa to millo de banco vertical	Prensa Neumática	Prensa Hidráulica	Prensa vertical simple efecto	Prensa vertical doble efecto	Principio de manivela	Principio de leva	Principio cremallera, piñon.	Principio de extrusión.	Referencia
Funcionalidad.		-	-	0	0	0	+	0	0	0	+	0
Mejora de productividad.		-	-	0	0	+	+	0	0	0	+	0
Facilidad de uso.		-	-	0	0	+	+	0	0	0	+	0
Seguridad del dispositivo.		0	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0
Manufacturabilidad.		+	+	0	0	0	0	+	+	+	-	0
Bajo costo de adquisición.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0
Resistente a la corrosión.		-	-	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Intercambiabilidad de piezas.		0	0	0	0	0	+	+	0	0	-	0
Bajo costo de mantenimiento		-	-	0	0	+	+	+	+	+	-	0
Eficiencia		-	-	0	0	+	+	0	0	0	+	0
Suma +		2	2	1	1	6	8	4	3	3	6	0
Suma 0		2	2	9	9	4	2	6	7	7	0	0
Suma -		6	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Evaluación Neta		-4	-4	1	1	6	8	4	3	3	2	0
Lugar		7	7	6	6	2	1	3	4	4	5	0
Continuar?		No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	0

		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4		Concepto 5		Concepto 6		Concepto 7		Concepto 8		Concepto 9		Concepto 10	
Criterios de selección		Prensa manual 4 barras		Prensa tornillo de banco vertical		Prensa Neumática		Prensa Hidráulica		Prensa vertical simple efecto		Prensa vertical doble efecto		Principio de manivela		Principio de leva		Principio cremallera, piñon.		Principio de extrusión.	
	Peso	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Funcionalidad.	18%	1	0.18	1	0.18	4	0.72	4	0.72	5	0.9	5	0.9	3	0.54	3	0.54	3	0.54	5	0.9
Resistencia mecánica	17%	2	0.34	2	0.34	3	0.51	3	0.51	4	0.68	5	0.85	3	0.51	3	0.51	3	0.51	5	0.85
Facilidad de Manufactura	16%	5	0.8	5	0.8	3	0.48	3	0.48	4	0.64	3	0.48	4	0.64	3	0.48	2	0.32	2	0.32
Durabilidad	15%	3	0.45	3	0.45	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	3	0.45	3	0.45	3	0.45	4	0.6
Facilidad de uso	12%	2	0.24	2	0.24	4	0.48	4	0.48	4	0.48	4	0.48	4	0.48	3	0.36	3	0.36	2	0.24
Intercambiabilidad de piezas.	9%	3	0.27	3	0.27	3	0.27	3	0.27	3	0.27	4	0.36	4	0.36	4	0.36	3	0.27	2	0.18
Eficiencia.	8%	1	0.08	1	0.08	3	0.24	3	0.24	4	0.32	4	0.32	2	0.16	2	0.16	2	0.16	5	0.4
Seguridad	5%	2	0.1	2	0.1	3	0.15	3	0.15	3	0.15	3	0.15	2	0.1	2	0.1	2	0.1	3	0.15
	100%																				
	Evaluación total	2.46		2.46		3.45		3.45		4.04		4.14		3.24		2.96		2.71		3.64	
	Calificación	8		8		4		4		2		1		5		7		6		3	

Subsistema 4 *Desmoldado*

No.	Requerimiento	Descripción
1	Funcionalidad	Realice operación de desmoldado adecuadamente.
2	Facilidad de uso	Operación de un solo operario
3	Seguridad del dispositivo	El equipo no deberá representar peligro al operario al utilizarlo.
4	Manufacturabilidad	La fabricación de este dispositivo no debe ser muy compleja.
5	Bajo costo de adquisición	El equipo deberá de ser accesible económicamente hablando.
6	Resistente a la corrosión	Fabricado con materiales resistentes a la corrosión.
7	Intercabiabilidad de piezas.	Utilización de piezas comerciales en su fabricación
8	Bajo costo de mantenimiento	Los mantenimientos deberán de ser mínimos y con un costo bajo cuando así se requiera.
9	Durabilidad	Resistente a ciclos largos de trabajo
10	Ergonomía	No demande posturas incómodas para el operario del equipo.

		Matriz de selección de Conceptos				Subsistema 4
		Conceptos				
		A	B	C	D	F
Criterios de selección		Actuador hidráulico	Actuador neumático	Leva	Palanca manual	Referencia
Funcionalidad.		+	+	0	-	0
Facilidad de uso.		0	0	-	-	0
Seguridad del dispositivo.		+	+	0	0	0
Manufacturabilidad.		0	0	+	+	0
Bajo costo de adquisición.		0	0	+	+	0
Resistente a la corrosión.		+	+	-	-	0
Intercambiabilidad de piezas.		0	+	0	0	0
Bajo costo de mantenimiento		0	0	+	+	0
Durabilidad		+	+	0	-	0
Condiciones ergonómicas		0	0	-	-	0
Suma +		4	5	3	3	0
Suma 0		6	5	4	2	0
Suma -		0	0	3	5	0
Evaluación Neta		4	5	0	-2	0
Lugar		2	1	3	4	0
Continuar?		Si	Si	No	No	0

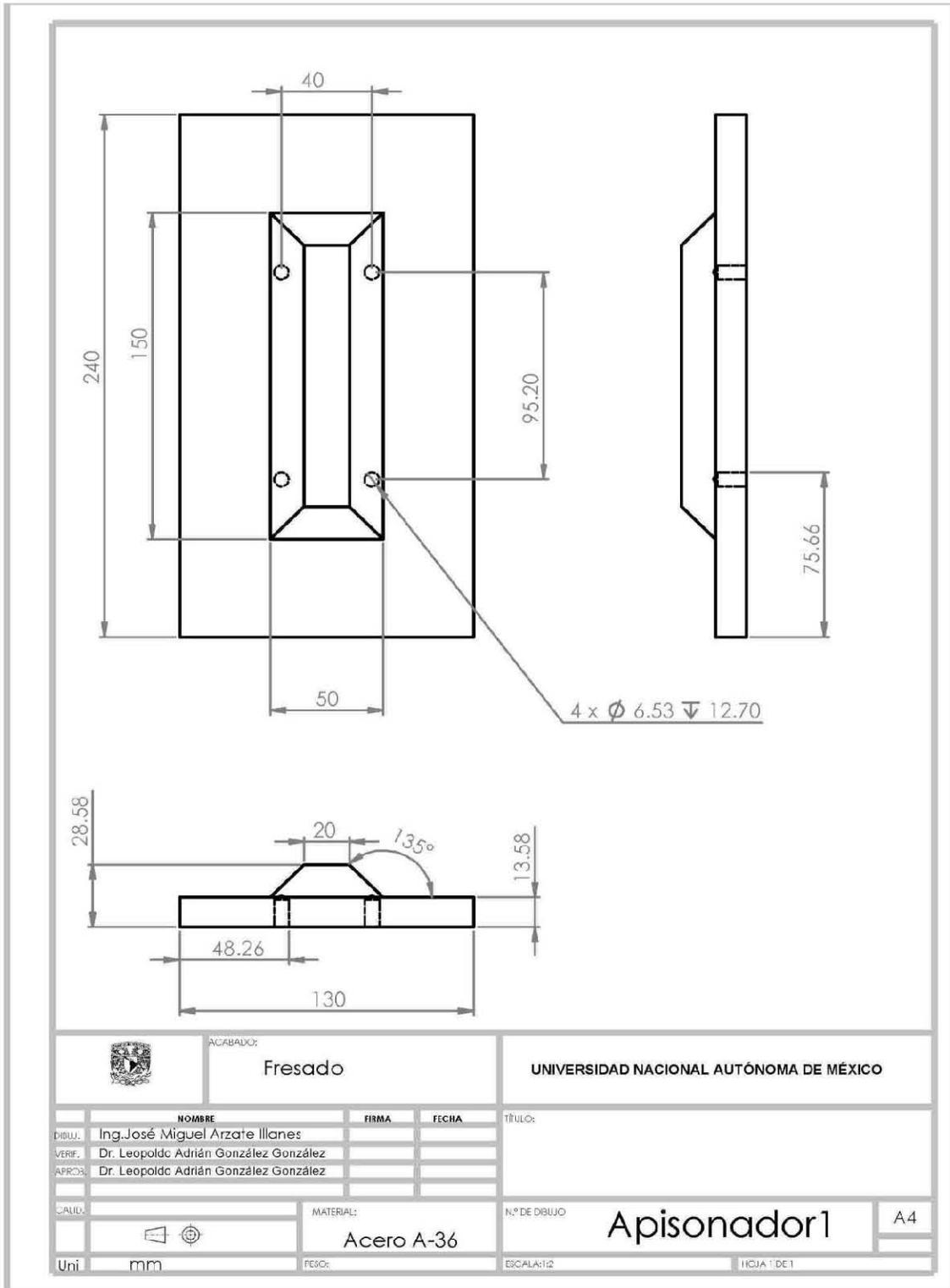
Subsistema 5*Transporte*

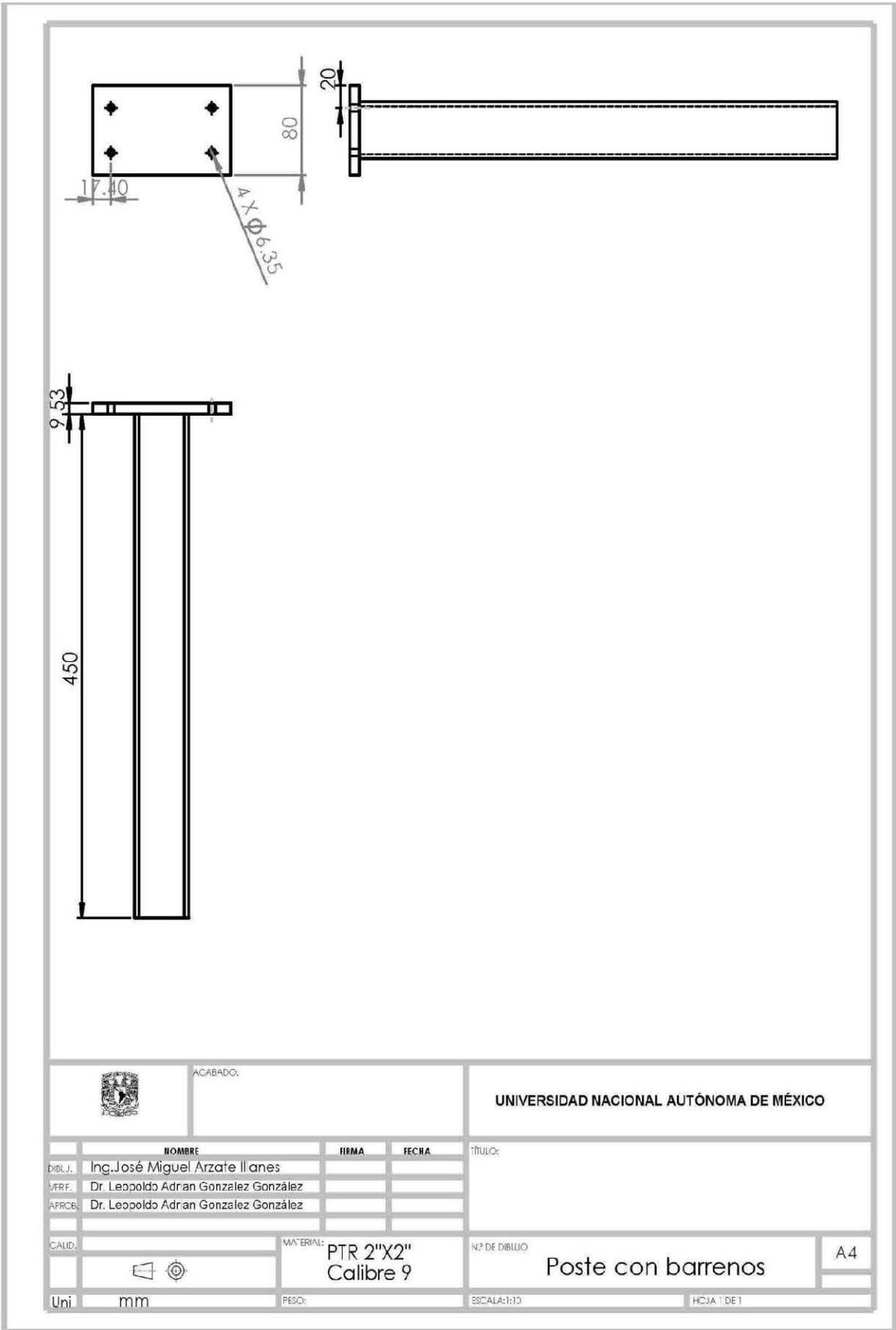
No.	Requerimiento	Descripción
1	Funcionalidad	Transporte los ladrillos moldeados sin que estos sufran daño alguno.
2	Facilidad de uso	Operación de un solo operario
3	Seguridad del dispositivo	El equipo no deberá representar peligro al operario al utilizarlo. Guardas de seguridad.
4	Manufacturabilidad	La fabricación de este dispositivo no debe ser muy compleja.
5	Bajo costo de adquisición	El equipo deberá de ser accesible económicamente hablando.
6	Resistente a la corrosión	Fabricado con materiales resistentes a la corrosión.
7	Intercambiabilidad de piezas.	Utilización de piezas comerciales en su fabricación
8	Bajo costo de mantenimiento	Los mantenimientos deberán de ser mínimos y con un costo bajo cuando así se requiera.
9	Durabilidad	Resistente a ciclos largos de trabajo Selección de más materiales resistentes a cargas combinadas.
10	Ergonomía	No demande posturas incómodas para el operario del equipo.

	Matriz de selección	Subsistema 5			
		Conceptos			
		A	B	C	E
		Banda transportadora	Rodillos transportadores	Transportador con pendiente	Referencia
Criterios de selección					
Funcionalidad.		+	0	0	0
Facilidad de uso.		+	0	-	0
Seguridad del dispositivo.		+	0	-	0
Manufacturabilidad.		-	+	+	0
Bajo costo de adquisición.		-	+	+	0
Resistente a la corrosión.		0	0	0	0
Intercambiabilidad de piezas.		0	+	0	0
Bajo costo de mantenimiento		0	+	+	0
Durabilidad		+	0	0	0
Condiciones ergonómicas		+	-	-	0
Suma +		5	4	3	0
Suma 0		3	5	4	0
Suma -		2	1	3	0
Evaluación Neta		3	3	0	0
Lugar		1	1	2	0
Continuar?		Si	Si	No	0

		Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		
Criterios de selección		Banda transportadora		Rodillos transportadores		Transportador con pendiente		
		Peso	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Funcionalidad	20%	5	1	4	0.8	3	0.6	
Facilidad de Manufactura	20%	2	0.2	5	0.5	3	0.3	
Durabilidad	15%	4	0.4	5	0.5	3	0.3	
Facilidad de uso	15%	4	0.6	4	0.6	3	0.45	
Intercambiabilidad de piezas.	10%	3	0.6	4	0.8	4	0.8	
Diseño ergonómico.	10%	4	0.6	3	0.45	3	0.45	
Seguridad	10%	4	0.4	3	0.3	2	0.2	
		Evaluación total	3.8		3.95		3.1	
		Calificación	2		1		3	

D) Planos de construcción.





ACABADO:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

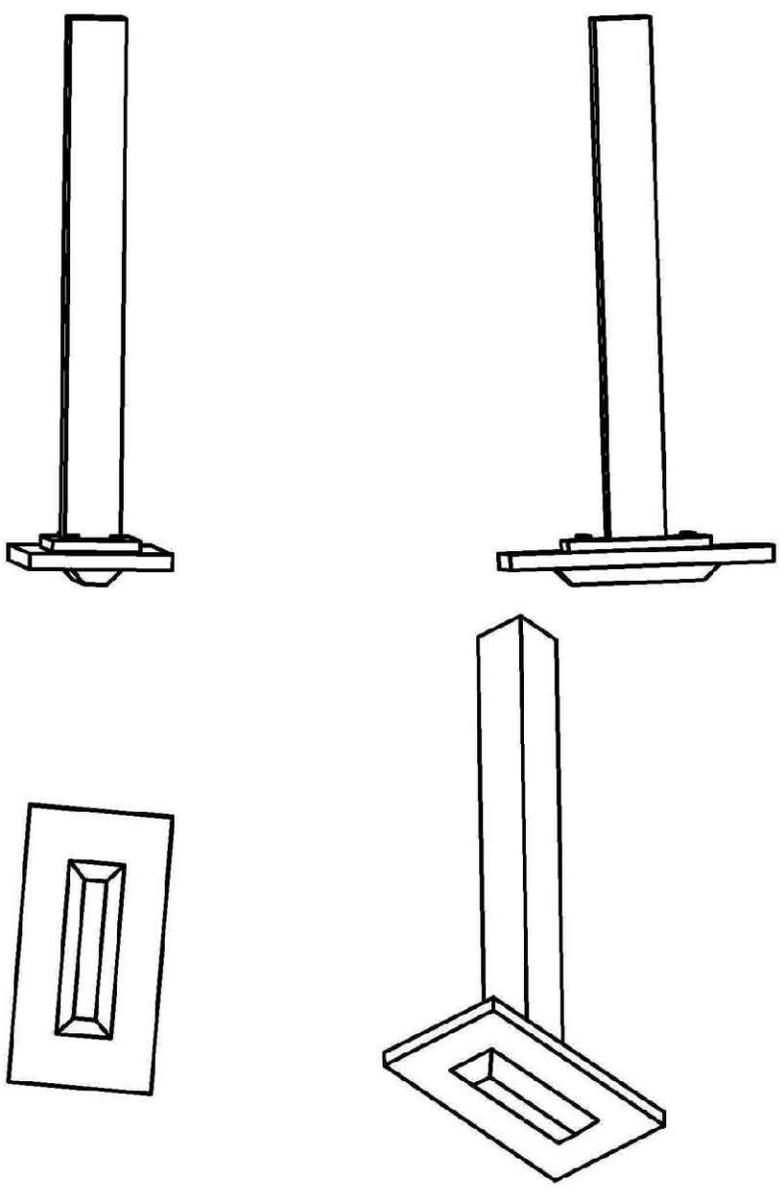
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes		
VERIF.	Dr. Leopoldo Adran Gonzalez González		
APROB.	Dr. Leopoldo Adran Gonzalez González		

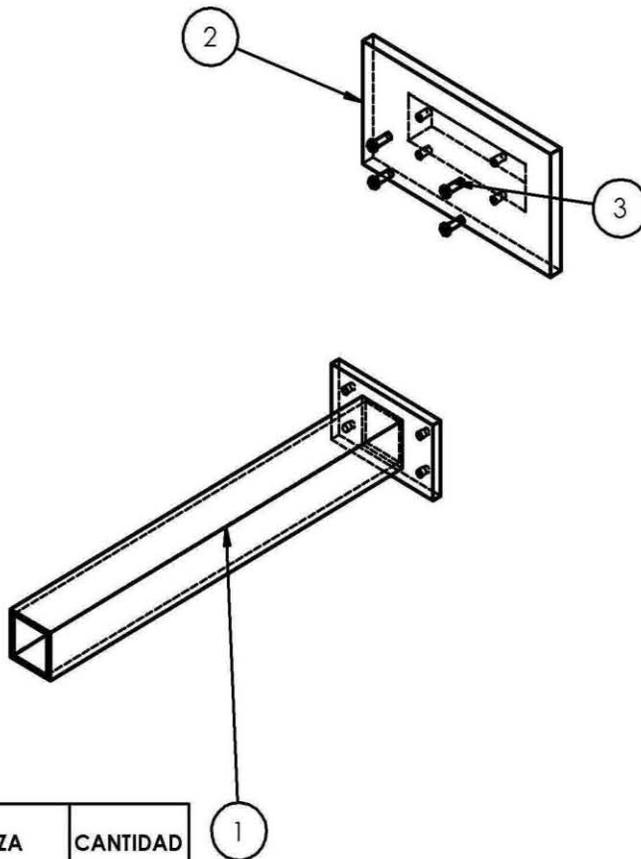
TÍTULO:	
Nº DE DIBUJO	

CALID.	
Un	mm

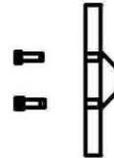
MATERIAL:	PTR 2"X2" Calibre 9
PESO:	

Nº DE DIBUJO	Poste con barrenos	A4
ESCALA:	1:10	HOJA 1 DE 1

				
	ACABADO:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.:	Ing. José Miguel Arzate Illanes			Ensamble apisonador
VERIF.:	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González			
APROB.:	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González			
CALIB.:		MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
Uni	mm	PESO:	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 2



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Poste con barrenos	1
2	Apisonador	1
3	Tornillo	4



ACABADO:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

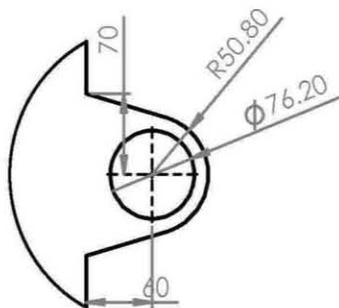
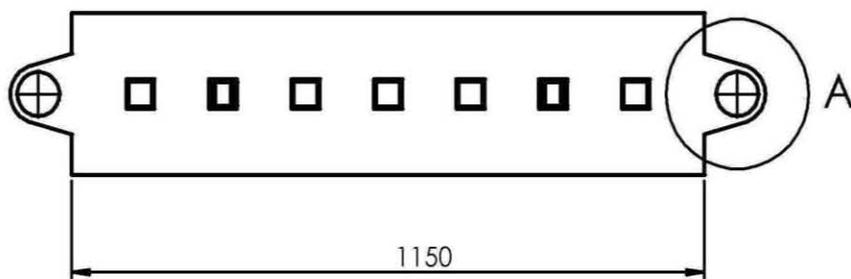
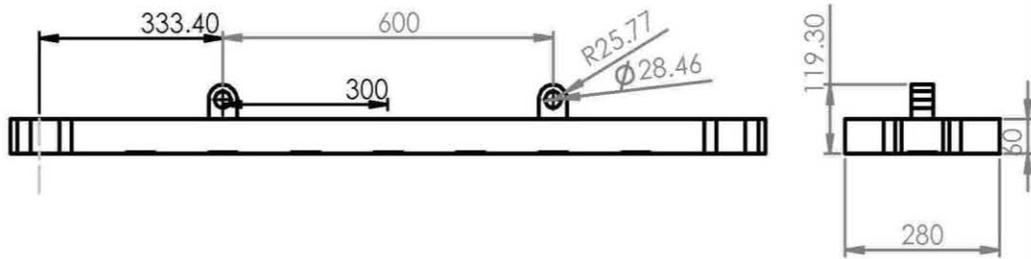
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes		
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		

TÍTULO:

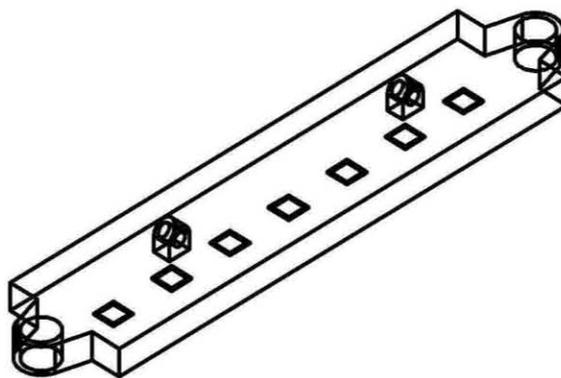
Ensamble apisonador

CALD.	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
Uni	mm	PESO:	ESCALA: 1:10

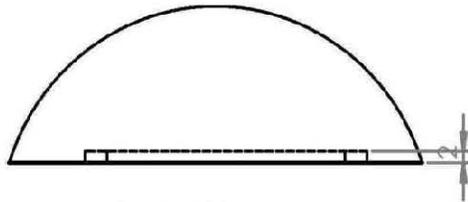
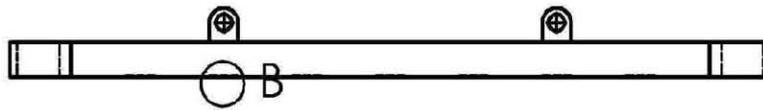
HOJA 2 DE 2



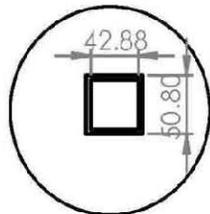
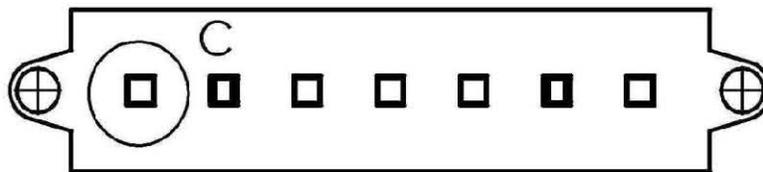
DETALLE A
ESCALA 1 : 5



		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes			Placa del sistema de desmoldeo	
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALID.		MATERIAL:		Nº DE DIBUJO	
		Acero A- 36		A4	
Uni mm		PESQ:		ESCALA: 1:20	
				HOJA 1 DE 2	

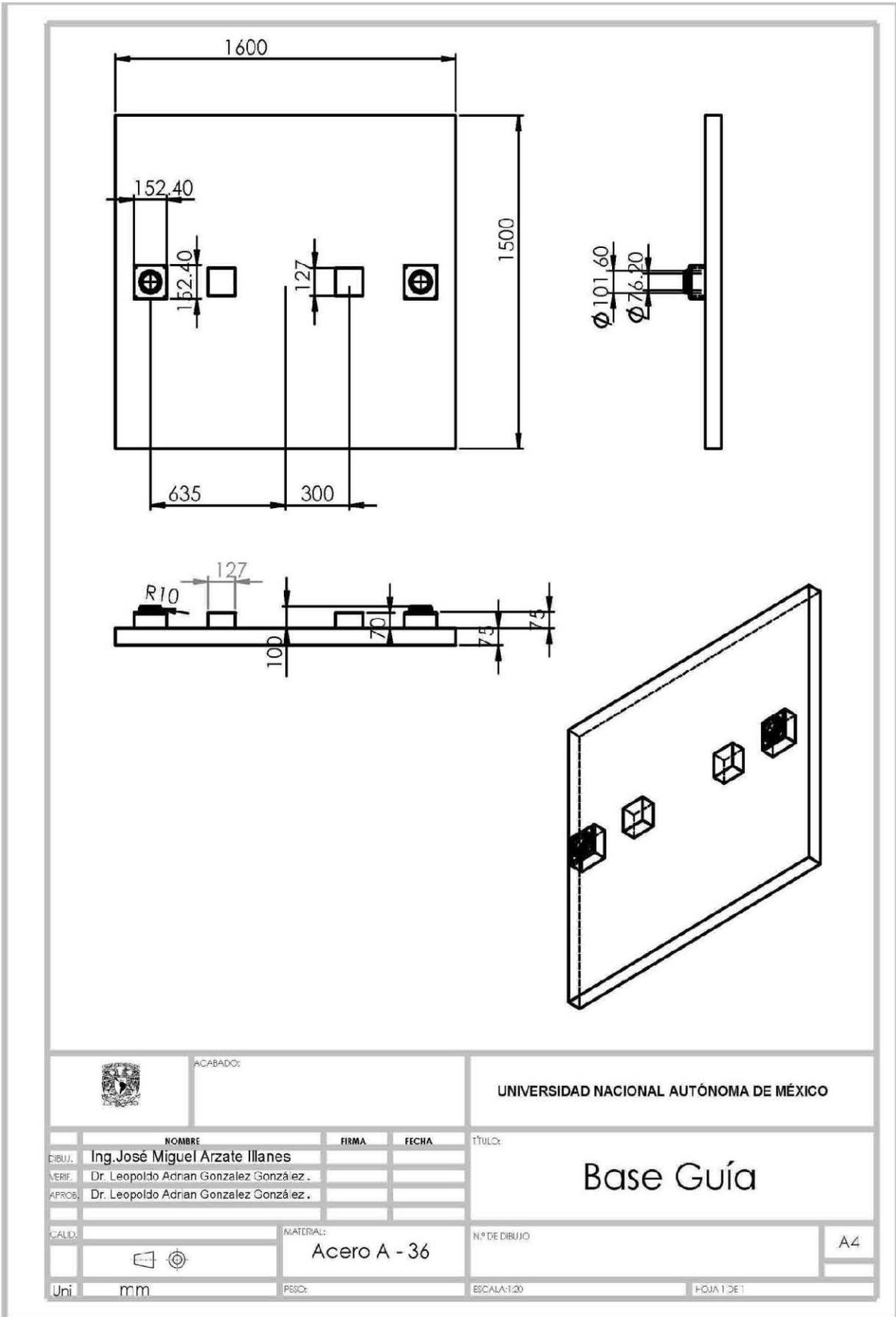


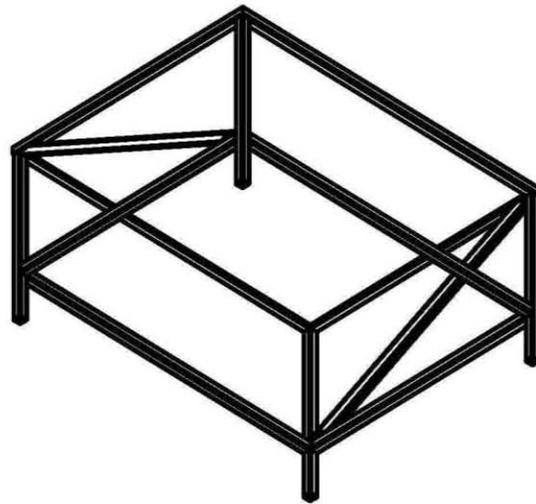
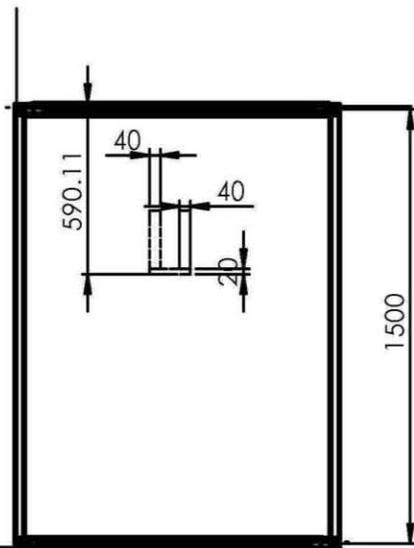
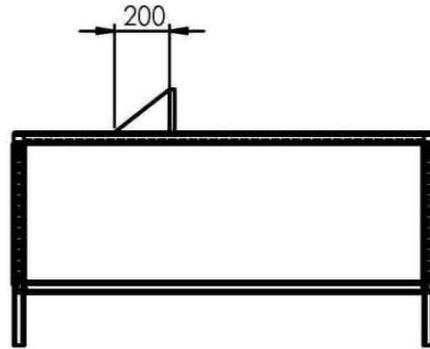
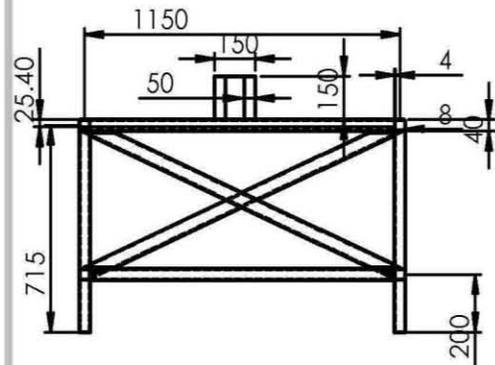
DETALLE B
ESCALA 1 : 1



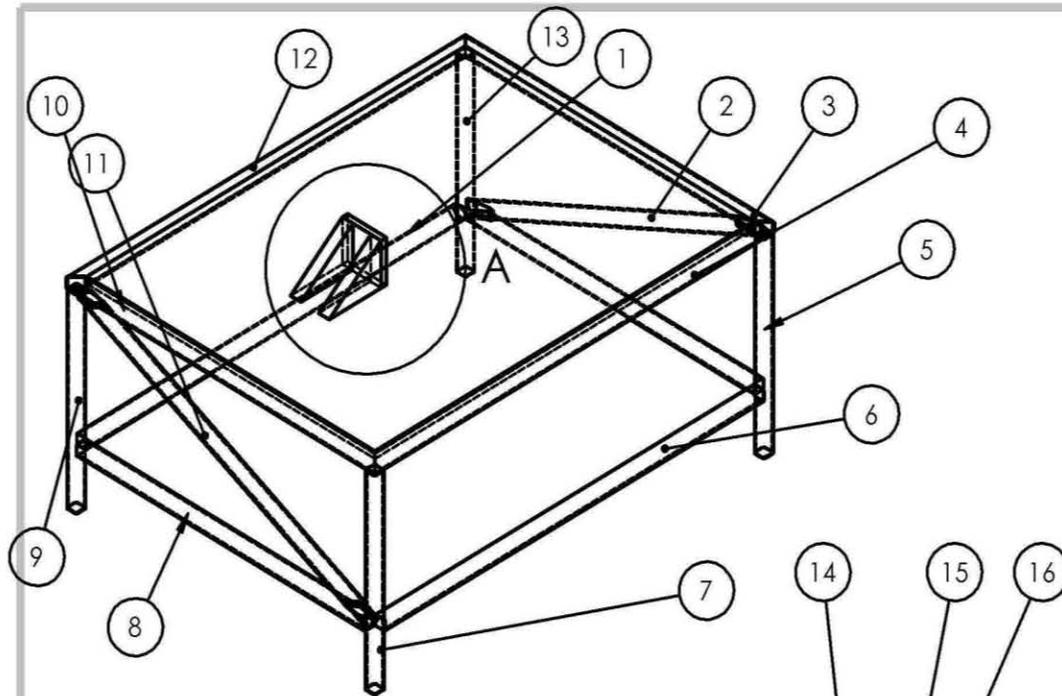
DETALLE C
ESCALA 1 : 5

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		NOMBRE		TÍTULO:	
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes	FIRMA	FECHA	Placa del sistema de desmoldeo	
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
ATRCO.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALID.	MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4
	Acero A - 36				
Uni	mm	PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 2 DE 2	

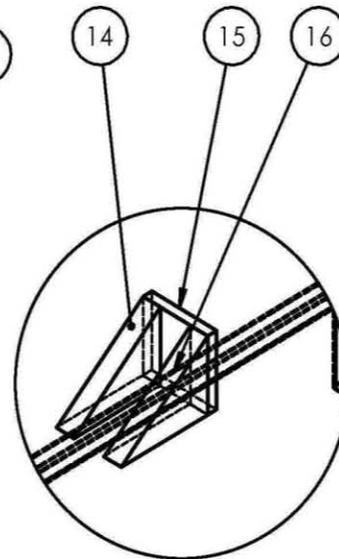




		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE Ing. José Miguel Arzate Illanes		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ. Ing. José Miguel Arzate Illanes				Base mesa	
VERIF. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González .					
APROB. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González .					
CALID.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
		Acero A-36		A4	
Uni mm		PESO:		ESCALA: 1:50	
				HOJA 1 DE 2	

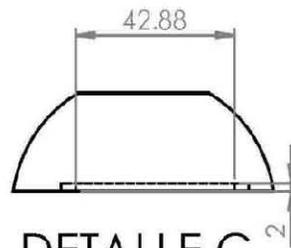
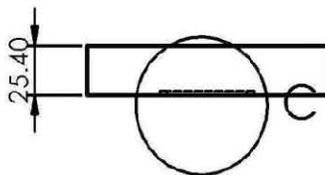
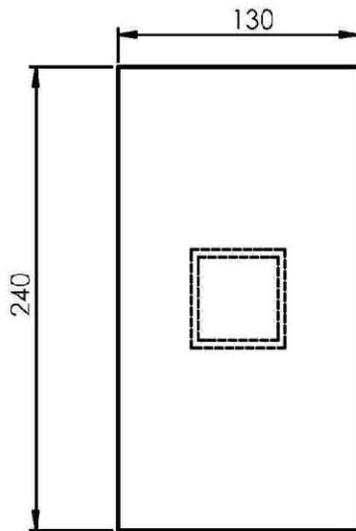


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
2	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
3	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
4	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
5	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
6	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
7	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
8	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
9	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
10	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
11	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
12	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
13	1	TUBE, SQUARE 40 X 40 X 4	1
14	1	Placa de acero 40 mm espesor	1
15	1	Placa de acero 20 mm espesor	1
16	1	Placa de acero 40 mm espesor	1



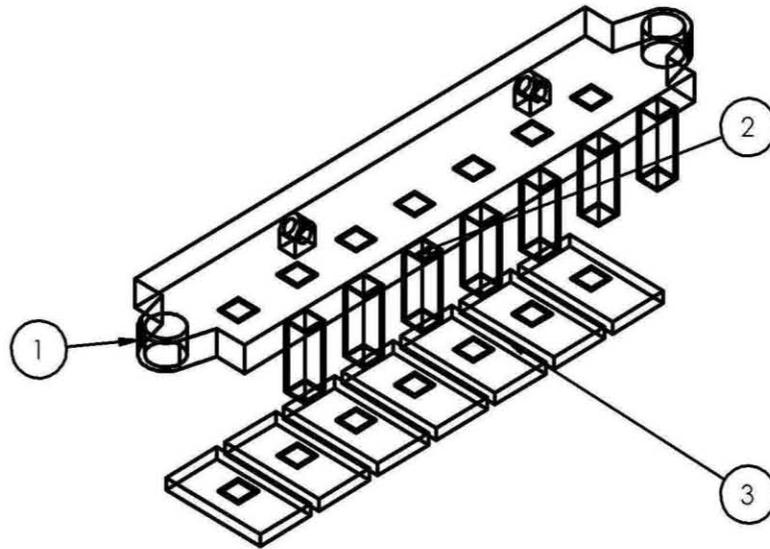
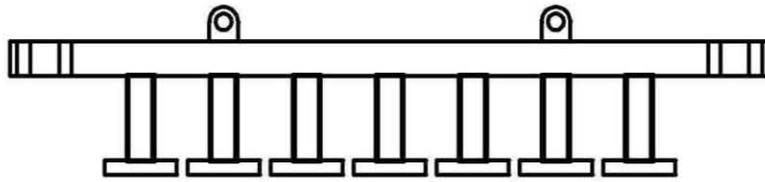
DETALLE A
ESCALA 1 : 9

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.: Ing. José Miguel Arzate Ilianes				<h1>Base mesa</h1>	
VERIF.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González.					
APROB.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González.					
CALD:		MATERIAL: Acero A - 36		N.º DE DIBUJO	
				A4	
Uní mm		PESQ:		ESCALA: 1:9	
				HOJA 2 DE 2	



DETALLE C
ESCALA 2 : 3

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ. Ing. José Miguel Arzate Illanes				Dado inferior del sistema de desmoldeo	
VERIF. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González.					
APROB. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González.					
CALID.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
		Acero A-36		A4	
Un: mm		PESO:		ESCALA: 1:2	
				HOJA 1 DE 1	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Placa inferior 7 ladrillos	1
2	Ptr	7
3	dado inf 7 ladrillos	7



ACABADO:

Soldadura para
realizar las uniones.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes		
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		

TÍTULO:

Ensamble del sistema
de desmoldeo

CALD.	MATERIAL:

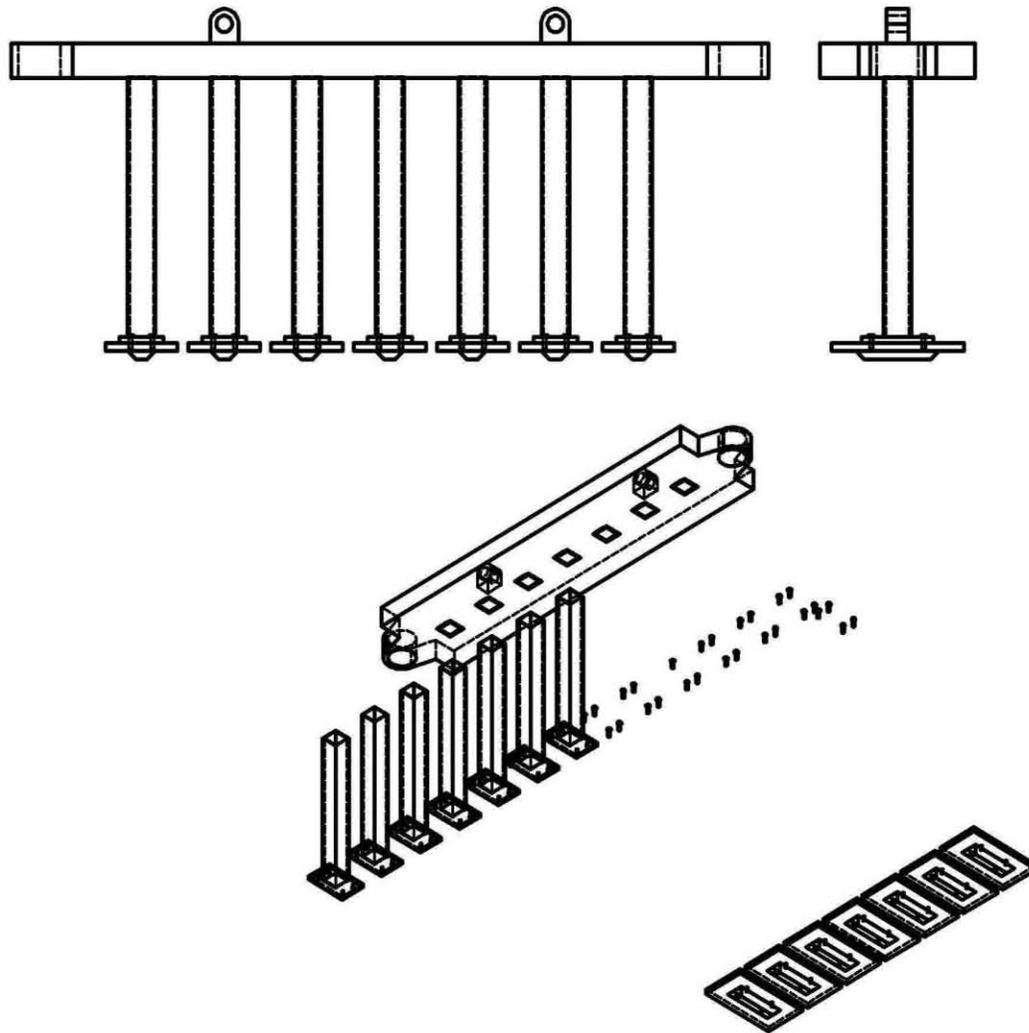
N.º DE DIBUJO

A4

Uní mm PESO:

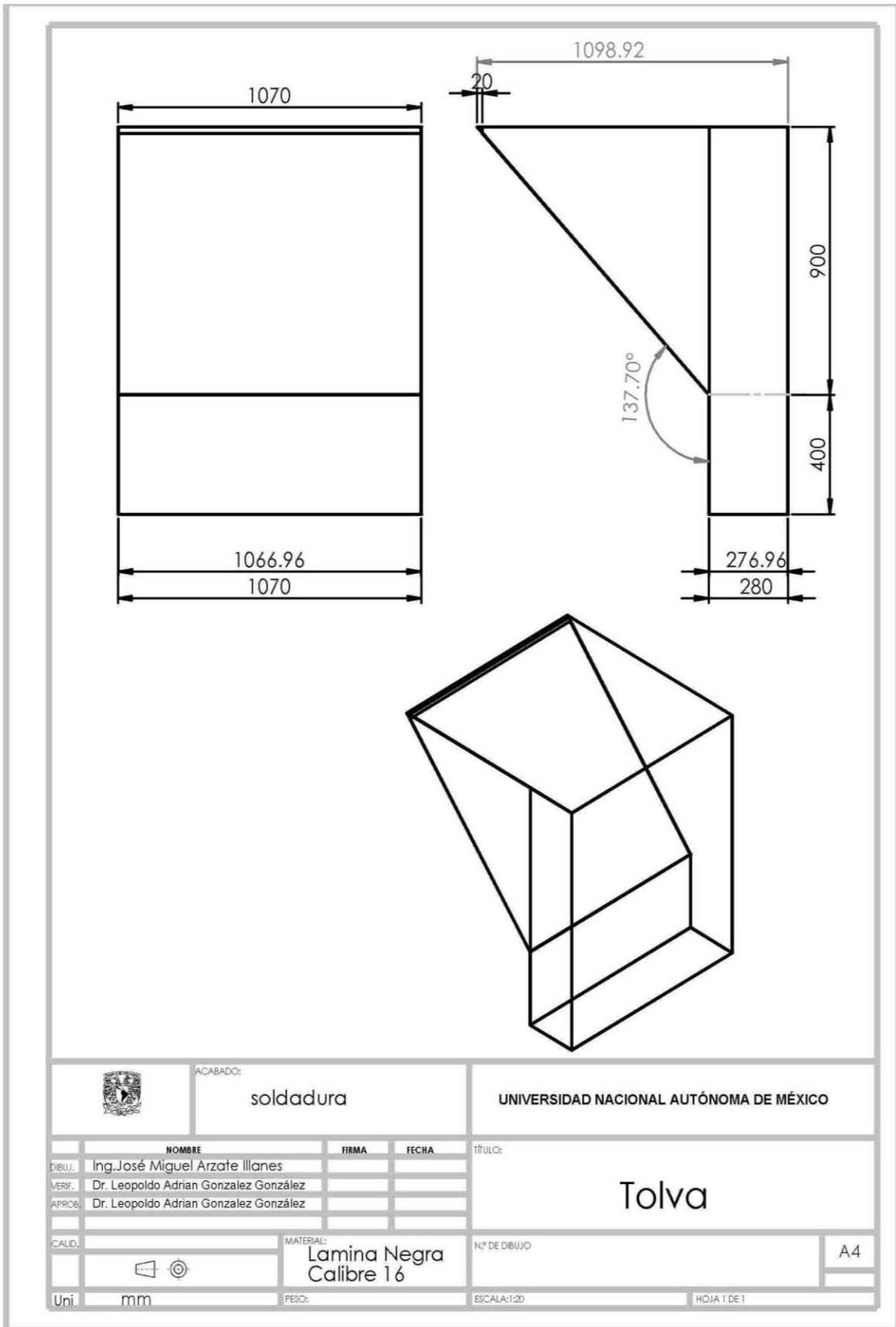
ESCALA: 1:20

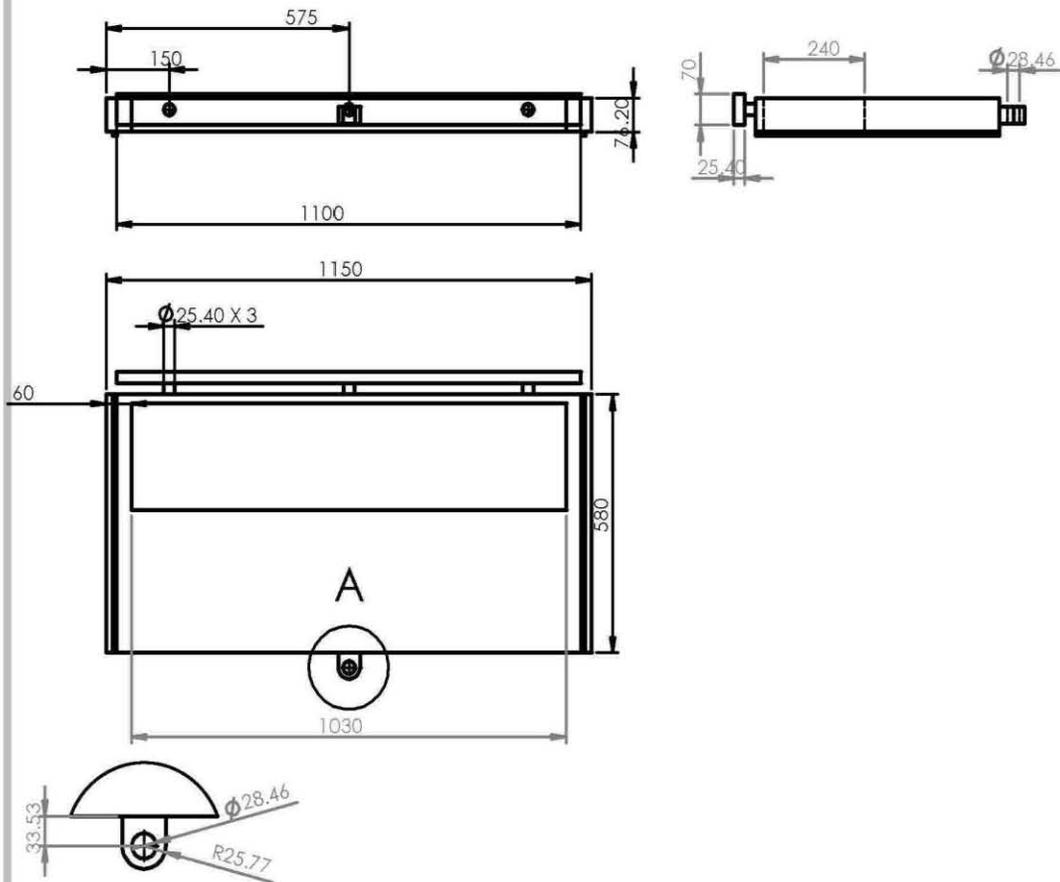
HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Placa inferior 7 ladrillos	1
2	Poste con barrenos	7
3	Apisonador	7
4	Tornillo	28

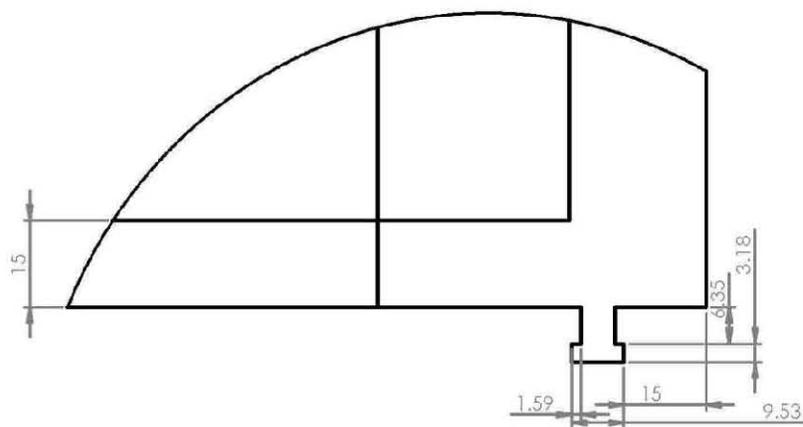
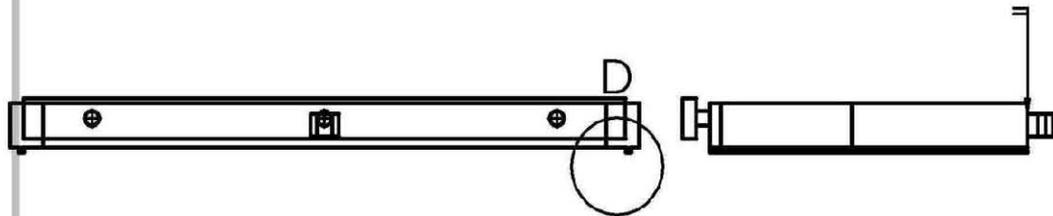
		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ. Ing. José Miguel Arzate Illanes					
VERIF. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
APROB. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
CALID.	MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		
			Ensamble del dado del sistema de moldeo		A4
Uni	mm	PESQ:	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	





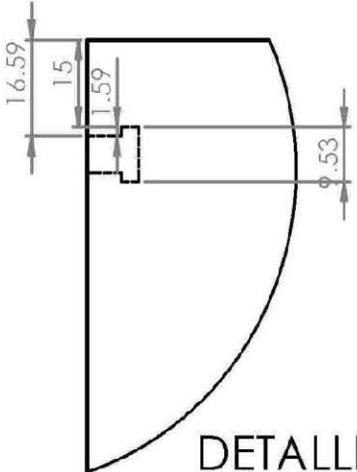
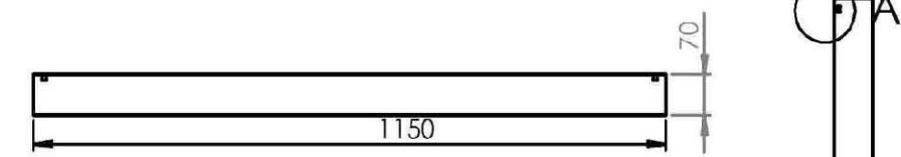
DETALLE A
ESCALA 2 : 13

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		HOMBRE		FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes				Dosificador de arcilla
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALID.	MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4
	Acero A - 36				
Uni	mm	FISCO:	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 2	



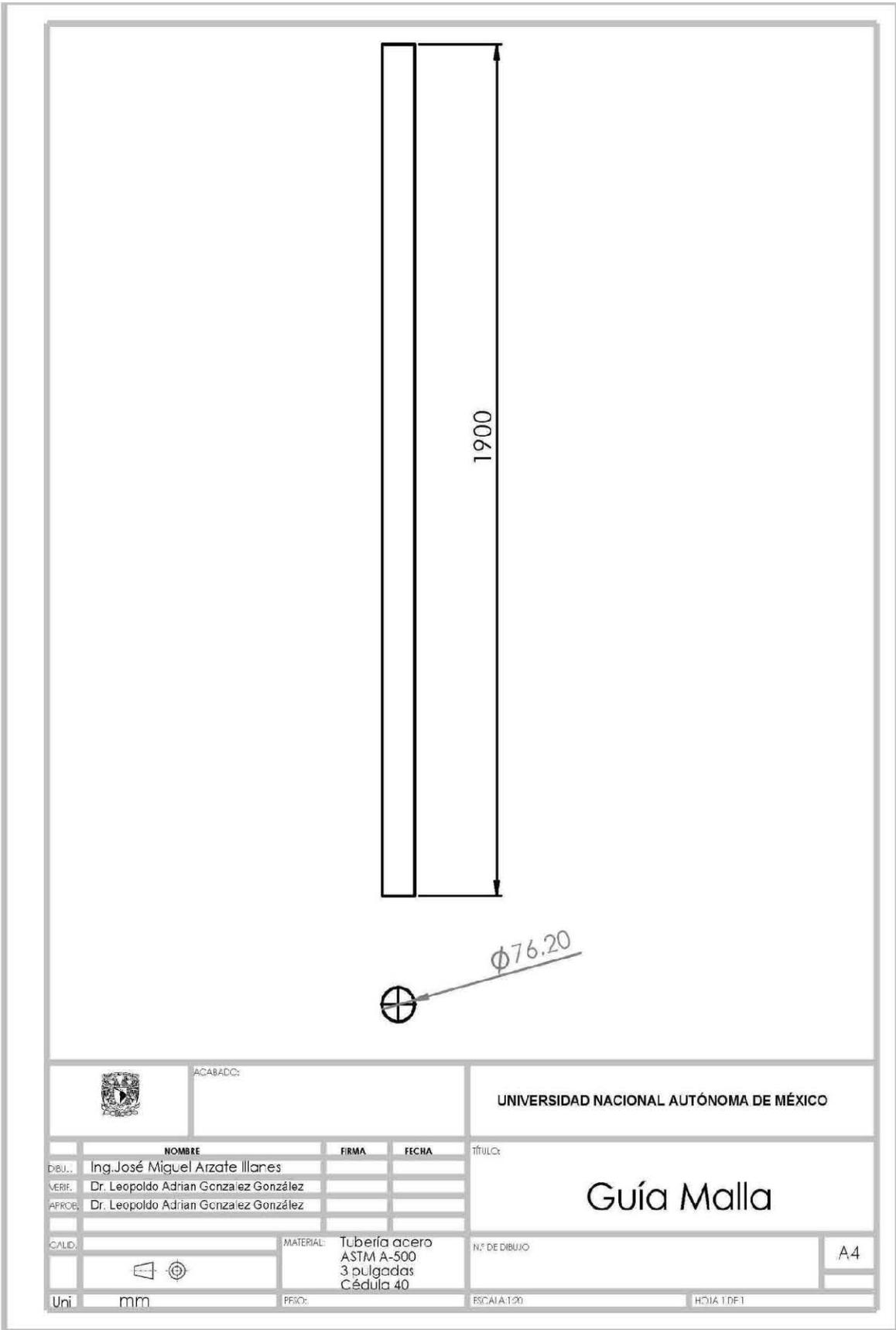
DETALLE D
ESCALA 1 : 1

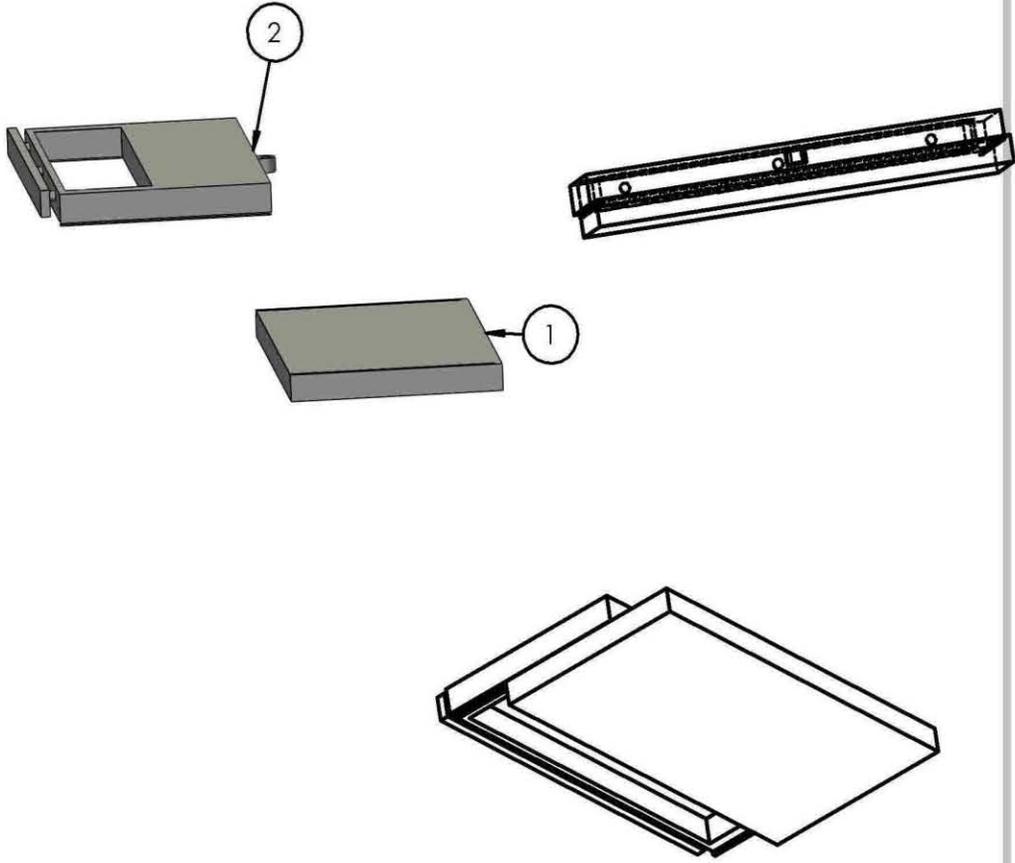
		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		NOMBRE		TÍTULO:	
DDUJ:	Ing. José Miguel Arzate Illanes	FIRMA	FECHA	Dosificador de arcilla	
V-RIF:	Dr. Leopoldo Adrián González González				
ATPCO:	Dr. Leopoldo Adrián González González				
CALD:		MATERIAL:		Nº DE DIBUJO	A4
		Acero A - 36			
Un:	mm	PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 2 DE 2	



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

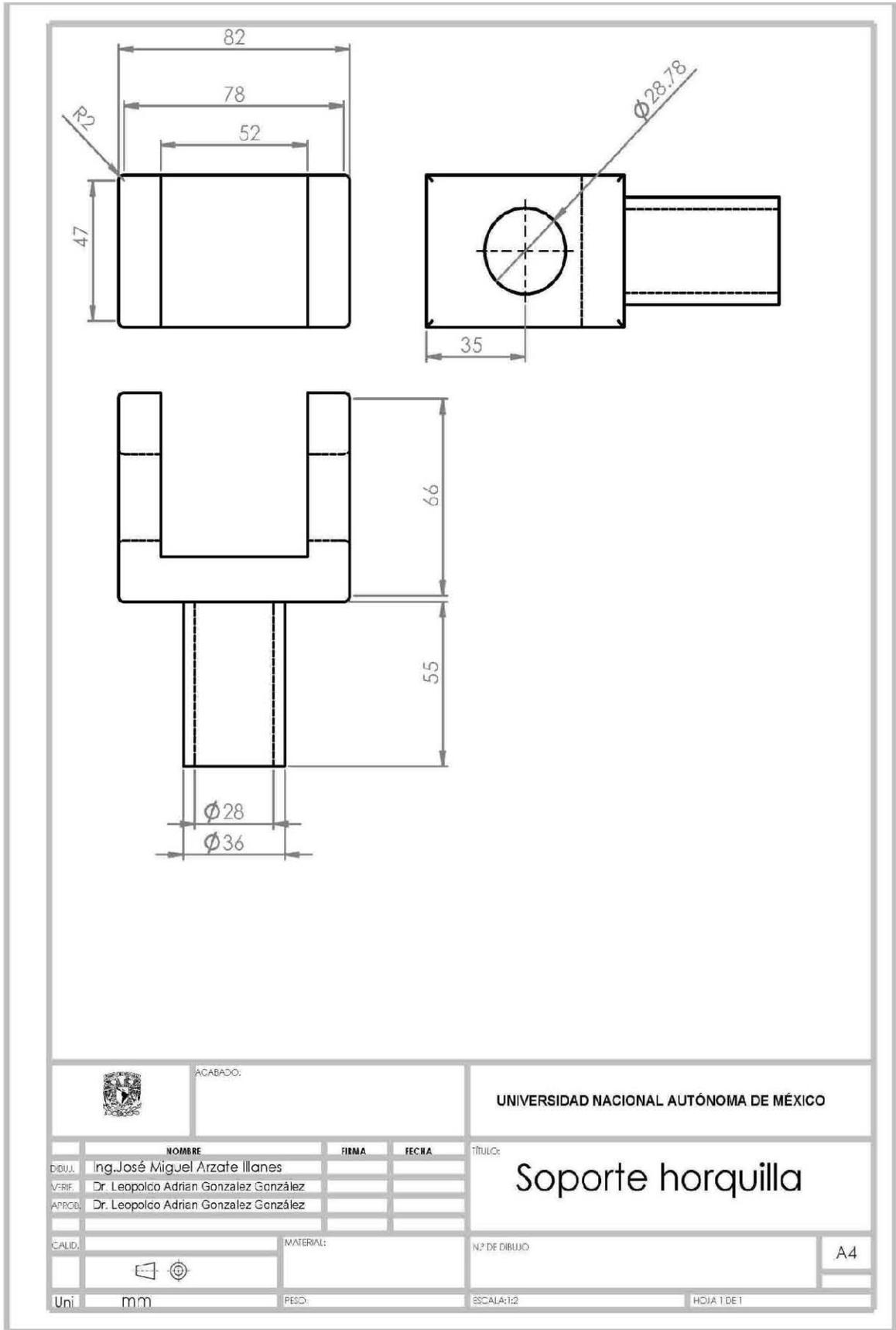
		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DOU.:	Ing. José Miguel Arzate Illanes			Placa Guía	
VERIF.:	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
APROD.:	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALD.:		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	A4
		Acero A-36			
Un	mm	PEJO:	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



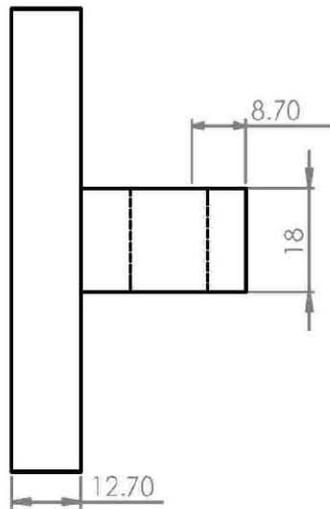
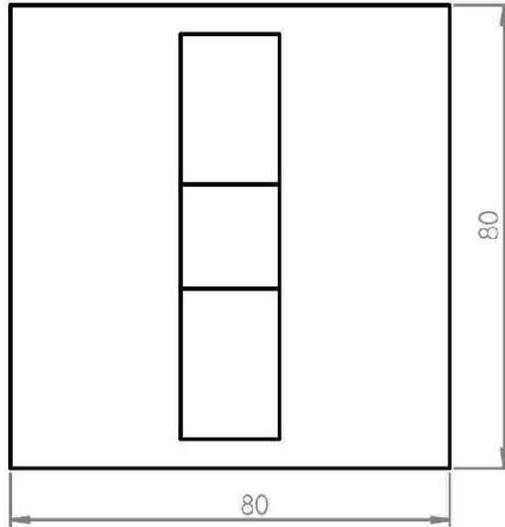
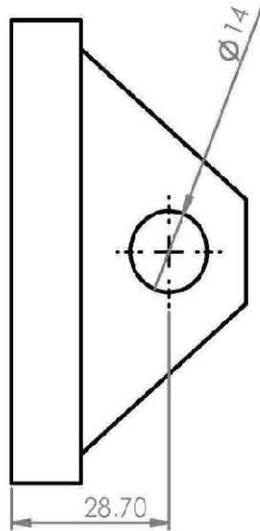


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Placa Guía	1
2	Dosificador ladrillo	1

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes				
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALID.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
				A4	
Uni	mm	PESO:	ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1	



		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		NOMBRE		FIRMA	
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes			Soporte horquilla	
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrián González González				
APROB.	Dr. Leopoldo Adrián González González				
CALD.		MATERIAL:		Nº DE DIBUJO	
		PESO:		A4	
Un	mm	ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1	



ACABADO:

Fresado y taladrado

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes		
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		
AFROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		

TÍTULO:

Sujeción del actuador

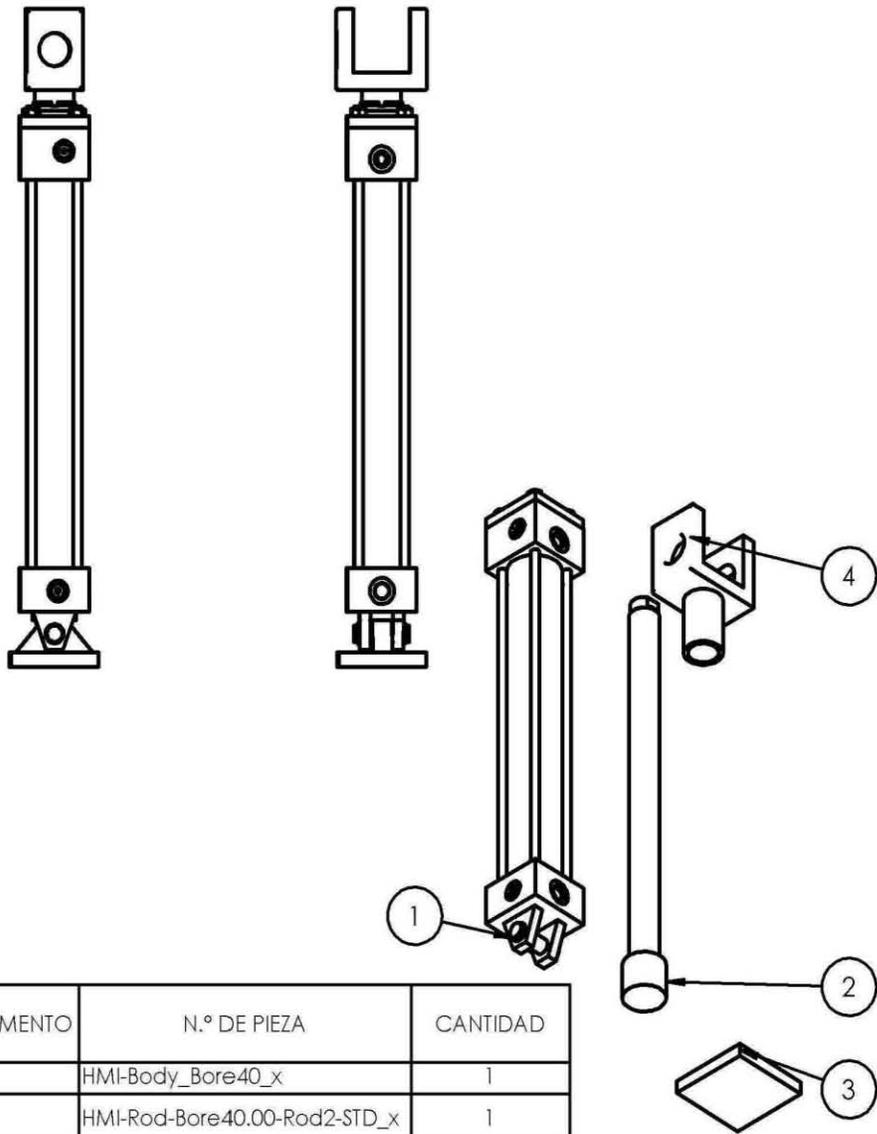
CALC.		MATERIAL:	Acero A-36
UNI	mm	PESO:	

N.º DE DIBUJO

A4

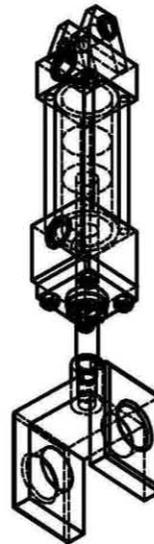
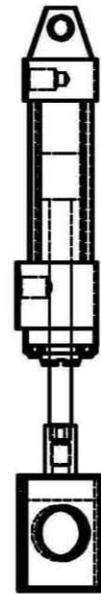
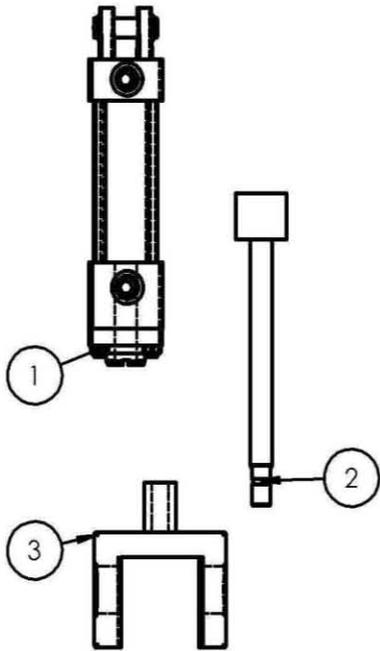
ESCALA: 1:2

HOJA 1 DE 1



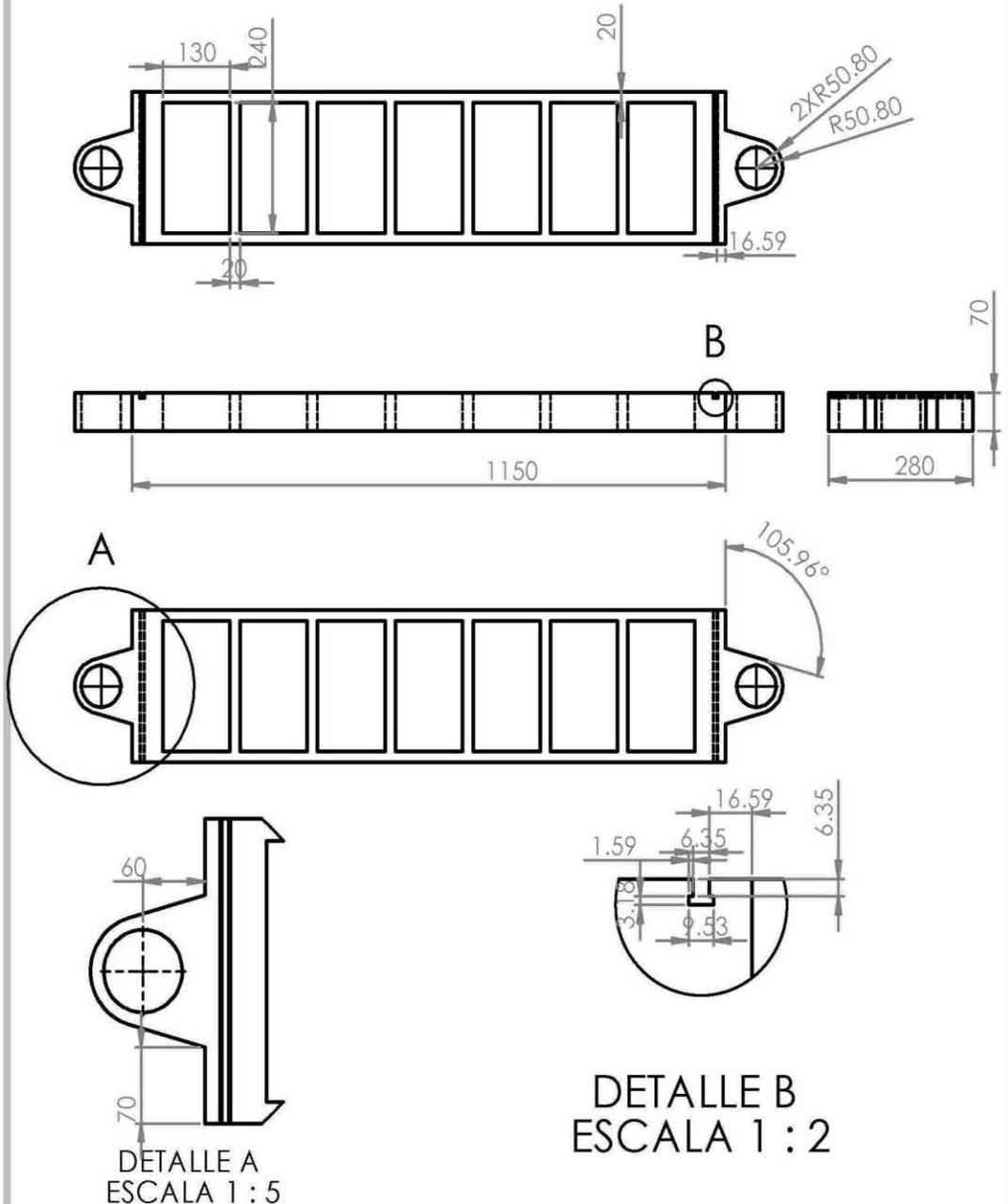
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	HMI-Body_Bore40_x	1
2	HMI-Rod-Bore40.00-Rod2-STD_x	1
3	Sujeción del actuador	1
4	Soporte Horquilla Actuador	1

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ. Ing. José Miguel Arzate Illanes				Ensamble actuador del sistema de moldeo	
VERIF. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
APROB. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
CALID.	MATERIAL:		Nº DE DIBUJO		A4
					
Un	mm	PESC:	ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	HMI-Body_Bore32_x	1
2	HMI-Rod-Bore32.00-Rod1-STD_x	1
3	Soporte Horquilla Actuador Pequeño Modificado	1

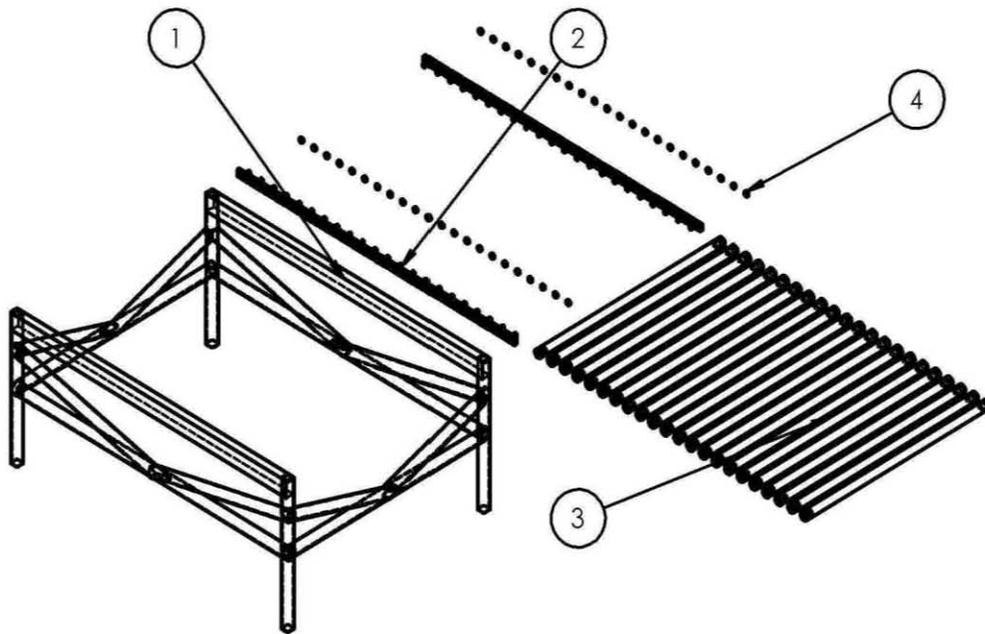
		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA		FECHA	
DIBUJ.: Ing. José Miguel Arzate Illanes					
VERIF.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
APROB.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González					
CALD.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
				A4	
Uní mm		PE90:		ESCALA: 1:5	
				HOJA 1 DE 1	



DETALLE B
ESCALA 1 : 2

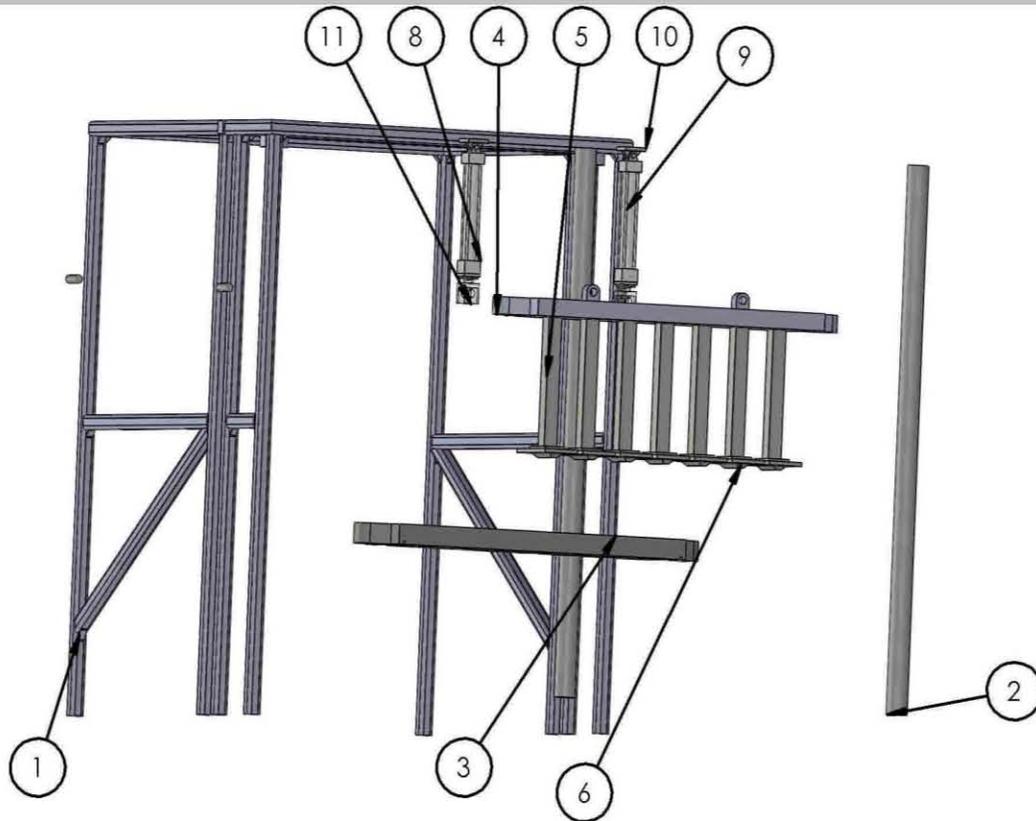
DETALLE A
ESCALA 1 : 5

		ACABADO: Maquinado de rejilla cortador woodruff de 1/8"		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE:		FIRMA:		TÍTULO:	
DIBUJ.: Ing. José Miguel Arzate Illanes		VERIF.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		Rejilla de moldeo	
APROB.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO:	
CALID.:		Acero A-36		A4	
Uni: mm		PESO:		ESCALA: 1:20	
		HOJA 1 DE 1			



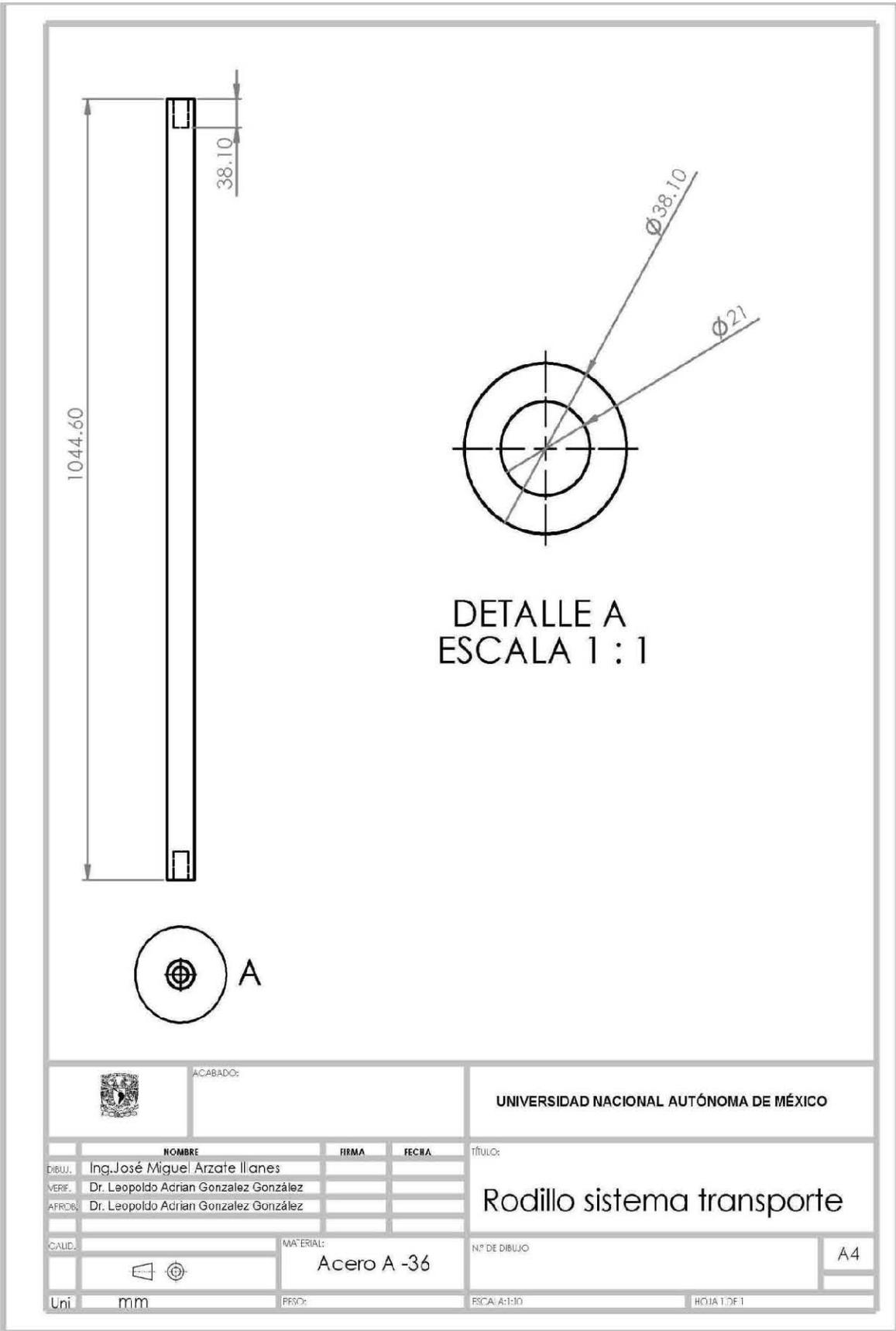
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	mesa con rodillos	1
2	soporte para balero banda	44
3	rodillo sist transporte	22
4	AFBMA 12,1.4.1 - 0150-21 - Full.SI,NC,Full_68	44

		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		NOMBRE		FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes				Ensamble del sistema de transporte
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
APROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALID.	MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A4
Uni	mm	PESIC:	ESCALA:1:50	HOJA 1 DE 1	

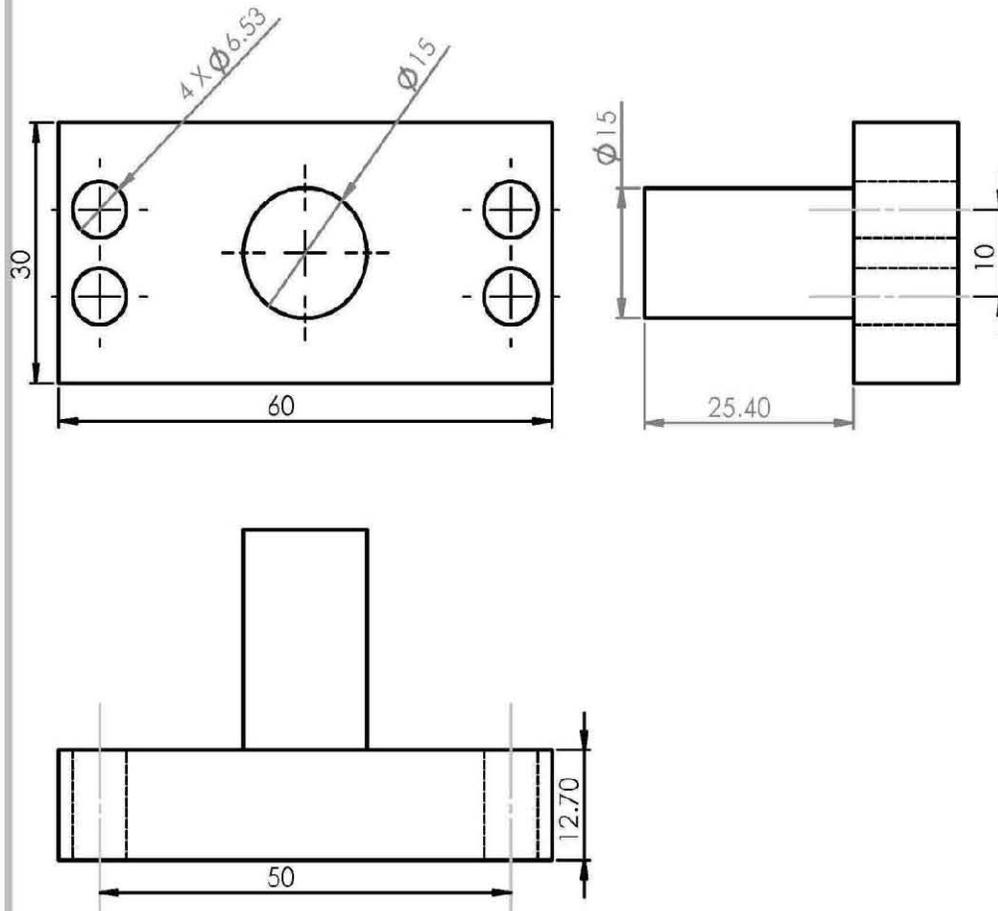


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Bastidor	1
2	Guía Malla	2
3	Rejilla moldeo	1
4	Placa sistema desmoldeo	1
5	Poste con barrenos	7
6	Apisonador	7
7	Tornillo	28
8	HMI-Body_Bore40_x	2
9	HMI-Rod-Bore40.00-Rod2-STD_x	2
10	Sujeción del actuador	2
11	Soporte Horquilla Actuador Modificado	2
12	Perno Horquilla Actuador	2

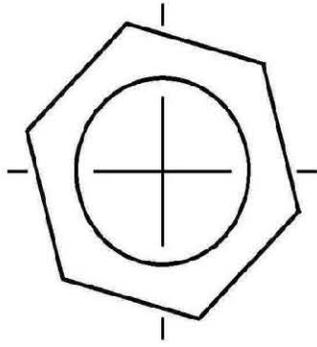
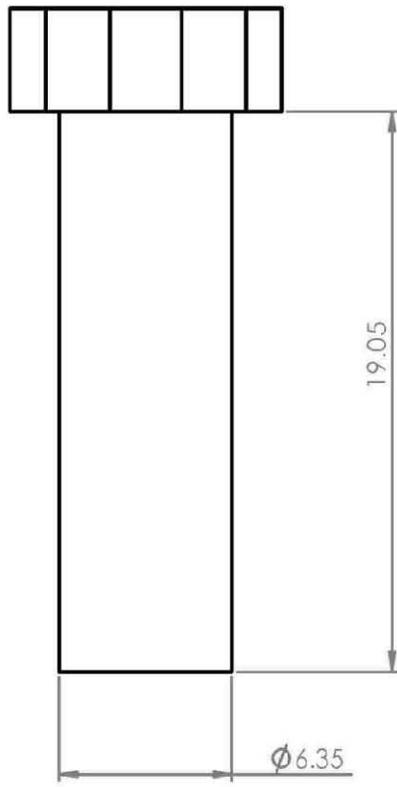
		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ. Ing. José Miguel Arzate Illanes				<h2 style="margin: 0;">Ensamble del bastidor</h2>	
VERIF. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González .					
APROB. Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González .					
CALID.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
				A4	
Un: mm		PESQ:		ESCALA: 1:50	
				HOJA 1 DE 1	



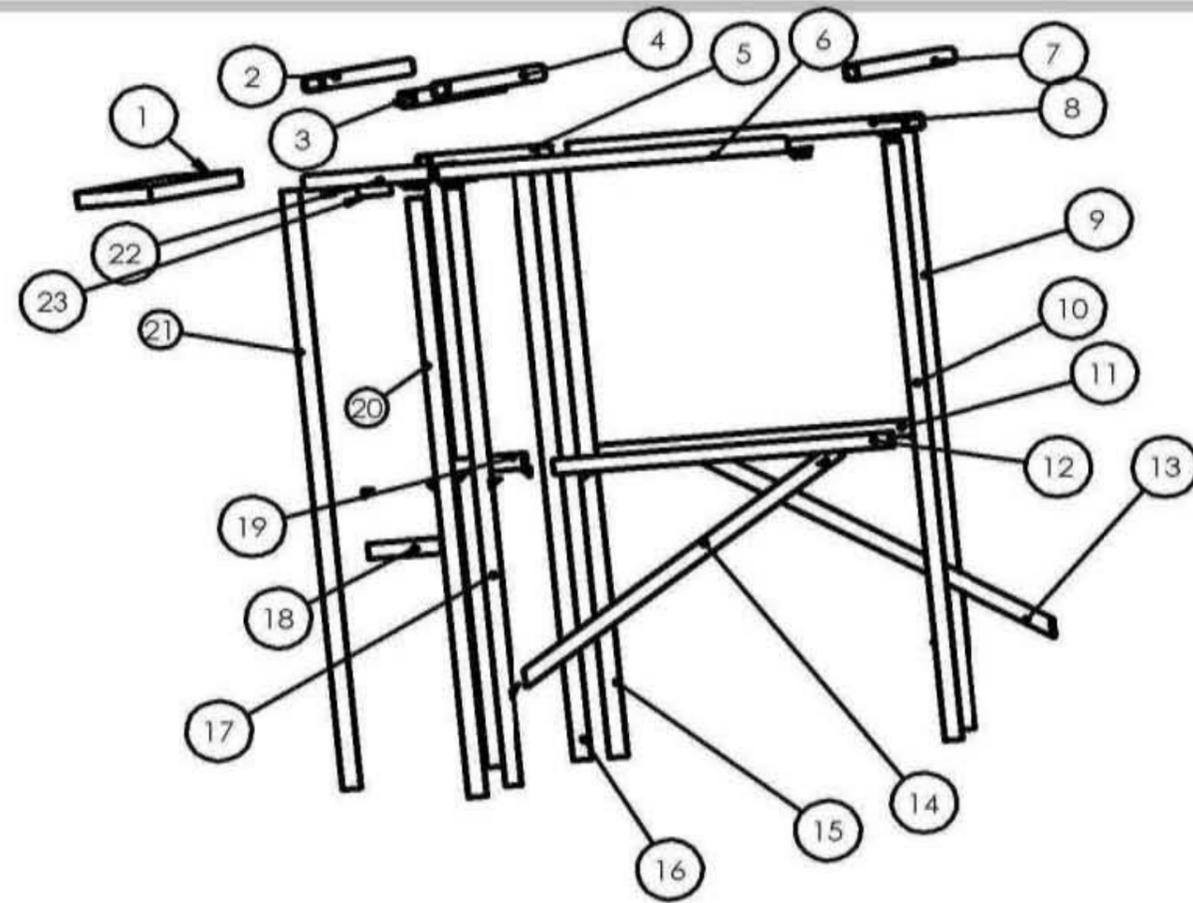
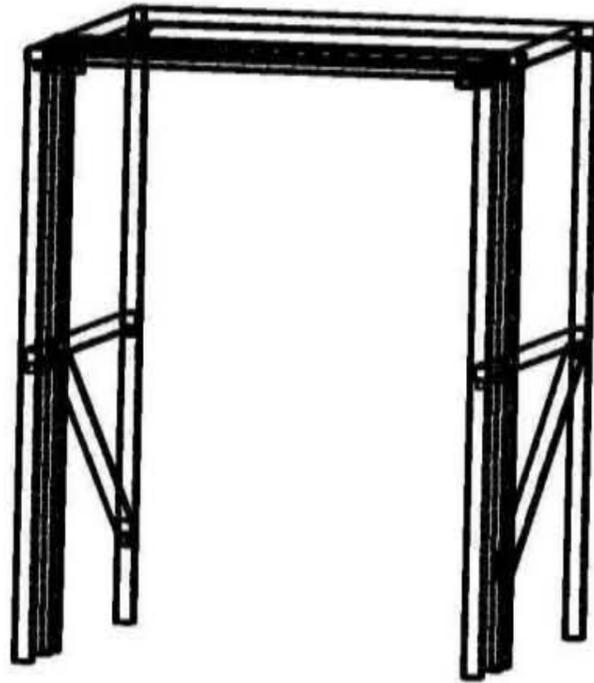
	ACABADO:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		NOMBRE	TÍTULO:
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes	FIRMA	Rodillo sistema transporte
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González	FECHA	
AFROD.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		
CALID.		MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
		Acero A -36	A4
Uni	mm	PRO:	ESCA: A:1:10 HOJA 1 DE 1



		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		Fresado y taladrado			
NOMBRE		IRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Ing. José Miguel Arzate Illanes			soporte para balero banda	
VERIF.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
AFROB.	Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González				
CALC.		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	A4
		Acero A - 36			
Uni	mm	PESO:	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



		ACABADO:		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE: Ing. José Miguel Arzate Illanes		FIRMA:		TÍTULO:	
VERIF.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		FECHA:		Tornillo	
APROB.: Dr. Leopoldo Adrian Gonzalez González		MATERIAL:		N° DE DIBUJO:	
CALID.:		5/8"X3/4" 11 UNC		A4	
		PESO:		ESCALA: 5:1	
Uni: mm		HOJA 1 DE 1			



No. De elemento	Descripción	Cantidad
1	Placa superior 40 mm espesor	1
2	ptr 2"X2"X0.156" (1400 mm longitud)	1
3	ptr 2"X2"X0.156" (1400 mm longitud)	1
4	ptr 2"X2"X0.156" (1400 mm longitud)	1
5	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
6	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
7	ptr 2"X2"X0.156" (1400 mm longitud)	1
8	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
9	ptr 2"X2"X0.156" (2031.39 mm longitud)	1
10	ptr 2"X2"X0.156" (2031.39 mm longitud)	1
11	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
12	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
13	ptr 2"X2"X0.156" (1311.43 mm longitud)	1
14	ptr 2"X2"X0.156" (1311.43 mm longitud)	1
15	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
16	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
17	ptr 2"X2"X0.156" (1098.92 mm longitud)	1
18	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
19	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
20	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
21	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
22	ptr 2"X2"X0.156" (280 mm longitud)	1
23	Tubo circular 3" diametro 40 mm longitud	2

ACABADSE		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
NOMBRE		TIRMA	FECHA
DIBUJA: Ing. José Miguel Arzale Illanes			
VERIF: Dr. Leopoldo Adrián González González			
APROB: Dr. Leopoldo Adrián González González			
TÍTULO:		Ensamble del bastidor	
MATERIAL		Nº DE DIBUJO	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		A3	
ESCALA 1:50		HOJA 1 DE 1	