Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

Diseño de una máquina extrusora hidráulica semi automática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio Cusco - 2021

Samuel Turpo Ccoa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Cusco, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital

Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A los colaboradores de la Universidad Continental y en especial al Programa Gente que Trabaja, quienes ha hecho realidad mis sueños de ser un profesional en Ingeniería Mecánica.

A mis estimados docentes, por la dedicación y sacrificio de asistir cada sábado y domingo a clases, con el objetivo de enseñar y de dar lo mejor de sí.

A mis asesores los ingenieros Manuel Michael Beraún Espíritu y Paola Ly Triveño Ramos, por el desprendimiento intelectual en este caminar investigativo.

A mi familia, principales artífices de mi superación, porque siempre estuvieron allí cuando más los he necesitado.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los cientos de jóvenes que creen y sueñan con el camino del estudio, un camino algo difícil, un camino largo que requiere esfuerzo y perseverancia pero que tiene grandes recompensas y satisfacciones si osas llegar a la meta.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO ii
DEDICATORIA iii
INDICE GENERAL iv
INDICE DE FIGURAS xi
INDICE DE TABLAS xiv
RESUMEN…….. xvi
SUMMARY……..... xvii
INTRODUCCION xviii
CAPITULO I…….. 19
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO 19
1.1 Planteamiento y formulación del problema……..19
1.1.1 Formulación del problema..... 20
1.1.2 Problema general. 20
1.1.3 Problemas específicos. 20
1.2 Objetivos……...21
1.2.1 Objetivo general. 21
1.2.2 Objetivos específicos. 21
1.3 Justificación……..21
1.3.1 Justificación técnica. 21
1.3.2 Justificación económica. 22
1.3.3. Justificación social. 22
CAPITULO II… 23

MARCO TEÓRICO..... 23
2.1 Antecedentes del problema……...23
2.1.1 Antecedentes internacionales: 23
2.1.2 Antecedentes nacionales..... 25
2.1.3 Antecedentes locales. 25
2.2 Bases teóricas……27
2.2.1 Concepto general de ladrillos pasteleros y su proceso de fabricación 27
2.2.1.1 Ladrillo pastelero..... 27
2.2.1.2 Dimensiones de los ladrillos pasteleros: 27
2.2.1.3 Proceso de producción del ladrillo pastelero..... 28
2.2.2 Diseño de molde para ladrillos pasteleros. 29
2.2.2.1 Diseño del molde formador de ladrillos pasteleros. 29
2.2.2.2 Consideraciones para su diseño..... 30
2.2.2.3 Material para el diseño del molde formador de ladrillos pasteleros. 31
2.2.3 Diseño de la cámara de extrusión. 32
2.2.3.1 Consideraciones para su diseño..... 32
2.2.3.2 Material para el diseño de la cámara de extrusión. 33
2.2.4 Diseño de la tolva. 33
2.2.4.1 Consideraciones para su diseño..... 34
2.2.4.2 Material para el diseño de la tolva. 34
2.2.5 Diseño de base soporte de la máquina extrusora. 35
2.2.5.1 Consideraciones para su diseño..... 35
2.2.5.2 Material para el diseño de la máquina extrusora..... 35
2.2.6 Selección de elementos hidráulicos. 35
2.2.6.1 Grupo hidráulico. 35

2.2.6.2 Mangueras de presión. 36
2.2.6.3 Electro válvula hidráulica centro tándem 4/3. 37
2.2.6.4 Cilindro hidráulico de doble efecto. 38
2.2.7 Selección de componentes del sistema eléctrico. 39
2.2.7.1 Llave termomagnética: 39
2.2.7.2 Guarda motor: 40
2.2.7.3 Contactora: 40
2.2.7.4 Pulsadores: 41
2.2.7.5 Luces piloto: 42
2.2.7.6 Gabinete metálico: 43
2.2.7.7 Temporizador a la conexión. 43
2.2.8 Proceso de soldadura. 44
2.2.8.1 Proceso SMAW 44
2.2.8.2 Soldadura al arco eléctrico SMAW. 45
2.2.8.3 Material de aporte 45
2.2.9 Factor de seguridad. 47
2.2.10 Proceso de corte con guillotina o cizalladura. 48
2.2.11 Proceso de taladrado. 48
2.2.12 Uniones atornilladas. 49
2.2.13 Uniones bridadas. 50
2.2.14 Simulación por software. 51
2.2.15 Definición de términos usuales. 51
2.2.16 Símbolos usuales. 52
CAPITULO III. 54
METODOLOGIA 54

3.1 Tipo y nivel de la investigación……54
3.2 Metodología del diseño……54
3.2.1 Lista de exigencias detallados. 56
3.2.2 Estado de la tecnología de la empresa Ladrillos Imperio y el fabricante 56
3.2.3 Realizar una estructura de funciones. 56
3.2.4 Fijar el concepto de solución óptimo. 56
3.2.5 Generar diseños de configuración. 57
3.2.6 Dimensionar la máquina extrusora. 57
3.2.7 Diseño paramétrico de los componentes más críticos. 57
3.2.8 Selección de componentes de la máquina. 57
3.2.9 Elaboración de planos. 57
3.2.10 Comprobación con software. 58
3.2.11 Análisis económico. 58
CAPITULO IV 59
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN 59
4.1 Planteamiento……..59
4.1.1 Lista de exigencias. 59
4.2 Estado de la tecnología……63
4.2.1 Máquinas con las cuales cuenta la empresa ladrillos imperio. 63
4.2.1.1 Máquina extrusora primaria. 63
4.2.1.2 Fajas transportadoras. 64
4.2.1.3 Aplanadora. 64
4.2.1.4 Tablero eléctrico de control. 65
4.2.2 Estado de la tecnología de la empresa que realizará el trabajo. 66
4.3 Estructura de funciones……68

4.3.1 Caja negra. 68
4.3.2 Detalle de la estructura de funciones 69
4.3.3 Secuencia de funciones. 70
4.4 Matriz morfológica 71
4.5 Descripción de alternativas de solución 73
4.5.1 Alternativa de solución 1 73
4.5.2 Alternativa de solución 2 74
4.5.3 Alternativa de solución 3. 75
4.6 Evaluación técnica y económica 76
4.6.1 Alternativas de solución. 76
4.7 Concepto de solución óptima 80
4.8 Análisis de sensibilidad 81
4.9. Consideraciones preliminares para la elaboración de ladrillos pasteleros 82
4.9.1 Análisis preliminar del proceso de extrusión semiautomática. 84
4.10 Consideraciones de la máquina extrusora de ladrillos pasteleros 86
4.10.1 Diseño del molde formador de ladrillos pasteleros. 87
4.10.2 Diseño de la cámara de extrusión. 98
4.10.3 Diseño de la tolva. 102
4.10.4 Diseño de la estructura base, soporte de la máquina. 106
4.10.4.1 Cálculo de las uniones soldadas de la Base Soporte. 107
4.10.5 Selección del sistema hidráulico. 111
4.10.5.1 Selección del grupo hidráulico. 111
4.10.5.2 Dimensionamiento del vástago. 112
4.10.5.3 Dimensionamiento del embolo 118
4.10.6 Selección del sistema eléctrico 122

4.11 Análisis de producción de ladrillos pasteleros……125
4.11.1 Análisis de producción de ladrillos pasteleros mediante la forma artesanal. 125
4.11.2 Análisis de producción de ladrillos pasteleros con la máquina EXLAD04A7-Apolo 126
4.12 Conclusión……..126
CAPÍTULO V…. 127
SIMULACIÓN EN SOFTWARE SOLIDWORKS Y FLUIDSIM..... 127
5.1 Simulación en CAD SolidWorks 2020 SP5……128
5.1.1 Análisis estático. 128
5.1.2 Análisis de flujo..... 131
5.2 Análisis del circuito hidráulico y eléctrico con el software FluidSim 4.2 de Festo…….133
CAPITULO VI..... 137
COSTOS PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO 137
6.1 Elementos hidráulicos…….137
6.2 Elementos eléctricos……...138
6.3 Elementos metal mecánicos……139
6.4 Análisis costo mano de obra……141
6.4.1 Costo de diseño. 141
6.4.2 Costo de fabricación de elementos diseñados 141
6.4.3 Costo de instalación eléctrica y ensamblaje. 143
6.5 Resumen de costos……..143
CONCLUSIONES 144
TRABAJOS EN EL FUTURO. 146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 147
ANEXOS……. 149
ANEXO 1 Matriz de consistencia……150
ANEXO 2 Catalogo plancha anti desgaste Raex 500 Aceros Arequipa……..151

ANEXO 3 Catálogo material acero ASTMA-36……..152

ANEXO 4 Ficha técnica acero hardox…….153

ANEXO 5 Características técnicas del perno cabeza hexagonal Acero SAE grado 2…….154

ANEXO 6 Cotización de componentes hidráulicos empresa Marco Soluciones Integrales…155

ANEXO 7 Cotización de componentes eléctricos en la empresa Melecsa EIRL……156

ANEXO 9: Planos mecánicos……...158

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Extrusora semiautomática de ladrillos de arcilla MMKJKR30 24

Figura 2.2 Extrusora de vacío VP50 COSMEC 24

Figura 2.3 Extrusora de vacío de doble etapa **JKY60/60-40** 25

Figura 2.4 Extrusora para hacer ladrillos modelo EXLAD04A7-Apolo 26

Figura 2.5 Ladrillos pasteleros en proceso de colocación. 27

Figura 2.6 Elaboración de ladrillos pasteleros dentro de Ladrillos Imperio. 29

Figura 2.7 Boquillas para extrusion de ladrillos de la marca Apolo 30

Figura 2.8 Molde para ladrillos pasteleros 31

Figura 2.9 Cámara de extrusión tubular 32

Figura 2.10 Grupo hidráulico. 36

Figura 2.11 Mangueras negras de presión con terminales prensados. 36

Figura 2.12 Electro valvula hidraulica centro tandem 4/3. 37

Figura 2.13 Cilindro hidráulico de doble efecto. 39

Figura 2.14 Llaves termomagnéticas monofásicas y trifásica. 39

Figura 2.15 Guardamotor trifásico y su simbología eléctrica. 40

Figura 2.16 Contactora trifásica y su simbología eléctrica. 41

Figura 2.17 Diferentes tipos de pulsadores para la industria. 42

Figura 2.18 Luces piloto de distintos colores. 42

Figura 2.19 Gabinete metalico. Dentro un circuito armado. 43

Figura 2.20 Forma física de un temporizador. 44

Figura 2.21 Esquema de un proceso de soldadura SMAW. 45

Figura 2.22 Clasificación de los electrodos según norma AWS. 46

Figura 2.23 Proceso de corte con guillotina. 48

Figura 2.24 Representacion de una unión bridada. 50

Figura 4.1 Extrusora primaria con motor eléctrico de 30 hp. 63
Figura 4.2 Faja transportadora. 64
Figura 4.3 Aplanadora de doble rodillo y dos motores. 65
Figura 4.4 Tablero de control eléctrico 66
Figura 4.5 Toma fotográfica del taller metal mecánica Machine 67
Figura 4.6 Ilustración de la caja negra. 68
Figura 4.7 Esquema de secuencia de funciones (caja gris). 70
Figura 4.8 Dibujo de la solución 1 73
Figura 4.9 Dibujo de la solución 2 74
Figura 4.10 Dibujo de la solución 3 75
Figura 4.11 Grafica de valoración técnico – económico. 80
Figura 4.12 Representacion grafica de la solución óptima. 81
Figura 4.13 Diagrama de cuerpo libre para la extrusora hidráulica. 84
Figura 4.14 Dibujo del molde formador de ladrillos pasteleros 88
Figura 4.15 Diagrama de cuerpo libre para el molde formador 88
Figura 4.16 Molde formador de ladrillos pasteleros con medidas 93
Figura 4.17 Representación del molde formador de ladrillos pasteleros. 94
Figura 4.18 Grafica del molde formador de ladrillos pasteleros. 96
Figura 4.19 Cilindro de pared delgada y cilindro de pared gruesa. 98
Figura 4.20 Recipiente de pared delgada. 99
Figura 4.21 Forma trapezoidal de la tolva 104
Figura 4.22 Base soporte de la máquina extrusora de ladrillos pasteleros. 107
Figura 4.23 Diagrama de cuerpo libre de la base soporte 108
Figura 4.24 Representacion grafica de la máquina extrusora. 112
Figura 4.25 Diagrama de cuerpo libre para la máquina extrusora 113
Figura 4.26 Hipérbola de Euler para un acero SAE 1045 113
Figura 4.27 DCL. donde se representa al vástago unido al embolo. 121
Figura 4.28 Placa de características bomba hidráulica 2hp 123

Figura 5.1 Análisis estático de la cámara de extrusión. 128
Figura 5.2 Análisis estático del molde formador de ladrillos pasteleros. 129
Figura 5.3 Análisis estático del molde de ladrillos pasteleros. 130
Figura 5.4 Análisis de flujo de la mescla de arcilla y arena. 131
Figura 5.5 Análisis de presión con el material fluyendo. 132
Figura 5.6 Arranque de motor en vacío. 134
Figura 5.7 Proceso de extruido. 135
Figura 5.8 Proceso de retorno. 136

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características de la extrusora de ladrillos **EXLAD04A7-Apolo** 26

Tabla 2.2 Tamaños estándares utilizados en las construcciones aledañas. 28

Tabla 2.3 Propiedades mecánicas de la plancha anti desgaste RAEX 500. 31

Tabla 2.4 Propiedades del tubo Hardox 33

Tabla 2.5 Propiedades mecánicas ASTM A 36..... 34

Tabla 2.6 Características de la válvula hidráulica centro tándem 4/3. 37

Tabla 2.7 Especificaciones de la válvula hidráulica centro tándem. 38

Tabla 2.8 Especificaciones válvula hidráulica centro tándem 4/3. 38

Tabla 2.9 Clasificación de electrodos para soldar acero al carbono. 47

Tabla 2.10 Grado de dureza según norma SAE. 49

Tabla 2.11 Grado de dureza según norma DIN..... 49

Tabla 2.12 Grado de dureza según norma ASTM..... 50

Tabla 2.13 Cuadro de coeficiente de tensado (K). 51

Tabla 4.1 Listado de exigencias detallado..... 60

Tabla 4.2 Descripción de funciones. 69

Tabla 4.3 Tabla de matriz morfológica. 72

Tabla 4.4 Criterios de evaluación técnica. 76

Tabla 4.5 Evaluación técnica..... 77

Tabla 4.6 Criterios de la evaluación económica conceptos..... 78

Tabla 4.7 Evaluación económica..... 78

Tabla 4.8 Valores relativos de la evaluación técnico económico..... 79

Tabla 4.9 Densidad de la arcilla (norma ASTM D-854-83)..... 85

Tabla 4.10 Factor de fricción entre el acero y arcilla arenosa. 85

Tabla 4.11 Lista de elementos para fabricar y seleccionar. 87

Tabla 4.12 Dimensiones de la plancha Raex 500 92
Tabla 4.13 Características técnicas para el acero Raex 500 93
Tabla 4.14 Características de la mezcla de arcilla y arena 104
Tabla 4.15 Propiedades mecánicas Acero ASTM A-36 105
Tabla 4.16 Resistencia mínima de electrodos para soldadura 110
Tabla 4.17 Propiedades Mecánicas para un acero ASTM A36 110
Tabla 4.18 Hoja técnica de bombas hidráulicas Power Team USA. 111
Tabla 4.19 Características del acero SAE 1045. 112
Tabla 4.20 Valor de la esbeltez con diferentes valores del diámetro del eje. 115
Tabla 4.21 Dimensiones de una barra de acero SAE 1045 pulido. 117
Tabla 4.22 Conversión de pulgadas a cm. 118
Tabla 4.23 Características técnicas de la bomba hidráulica elegida 119
Tabla 4.24 Deformación calculado a dos medidas diferentes. 122
Tabla 4.25 Elementos eléctricos para la máquina extrusora. 124
Tabla 6.1 Elementos hidráulicos para la máquina extrusora. 137
Tabla 6.2 Descripción de elementos eléctricos existentes en el mercado. 138
Tabla 6.3 Descripción de elementos metal mecánicos existentes en el mercado. 140
Tabla 6.4 Descripción de costo de diseño. 141
Tabla 6.5 Descripción de costos para la fabricación de elementos diseñados. 141
Tabla 6.6 Detalle de costos de instalación eléctrica y ensamblaje. 143
Tabla 6.7 Resumen de costos. 143

RESUMEN

El trabajo de tesis que se presenta, tiene como principal objetivo el diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio, así mismo contempla dentro de sus exigencias la necesidad de producir 700 ladrillos pasteleros por hora y que sea una máquina semiautomática con un costo no mayor a S/ 12,000.00 soles. Por lo tanto, se realiza un marco teórico interpretativo en la cual se muestran productos similares fabricados en el exterior, nacionales y locales, con costos y condiciones de compra reales, así mismo se explican conceptos que serán utilizados a lo largo del desarrollo de la tesis. La metodología de la investigación es del tipo tecnológico porque se ha hecho uso del conocimiento científico aportando nuevas relaciones y nuevas variables, con un nivel experimental donde se pone a prueba los valores y condiciones de estado teóricos en condiciones reales utilizando softwares de simulación. Mientras que el diseño, obedece a la metodología recomendada por la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI), óptima para encontrar una solución ideal; cuya estructura está en realizar una lista de exigencias detallada, un estado de la tecnología real de la empresa Ladrillos Imperio y de la empresa encargada de fabricar la máquina extrusora, realizar una estructura de funciones partiendo de una caja negra, una caja gris, la matriz morfológica, los cálculos propios de cada elemento mecánico, eléctrico, e hidráulico, la comprobación con software CAD y el análisis técnico económico que han sido pilares en la realización de la tesis. Se concluye exitosamente con el diseño de la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros con un costo de 11,992.00 soles, capacidad de producción de 700 ladrillos por hora tal y cual se hizo en el requerimiento.

Palabras clave: Extrusora hidráulica de ladrillos pasteleros, ladrillos pasteleros, proceso semiautomático, metodología de diseño VDI 2221.

SUMMARY

The thesis work that is presented, has as its main objective the design of a semi-automatic hydraulic extruder machine for the manufacture of pastry bricks in the company Ladrillos Imperio, also contemplates within its requirements the need to produce 700 pastry bricks per hour and It must be a semi-automatic machine with a cost of no more than S / 12,000.00 soles. Therefore, an interpretative theoretical framework is made in which similar products manufactured abroad, national and local, with costs and real purchase conditions are shown, as well as concepts that will be used throughout the development of the thesis are explained. The research methodology is of the technological type because scientific knowledge has been used by providing new relationships and new variables, with an experimental level where the theoretical values and state conditions are tested in real conditions using simulation software. While the design obeys the methodology recommended by the German Association of Engineers (VDI), optimal to find an ideal solution; whose structure is to make a list of detailed requirements, a state of the real technology of the company Brick Empire and the company in charge of manufacturing the extrusion machine, make a structure of functions starting from a black box, a gray box, the matrix morphological, the own calculations of each mechanical, electrical, and hydraulic element, the verification with CAD software and the economic technical analysis that have been pillars in the realization of the thesis. Successfully concluded with the design of the semi-automatic hydraulic extruder machine for the manufacture of pastry bricks with a cost of 11,992.00 soles, production capacity of 700 bricks per hour as required.

Keywords: Hydraulic pastry brick extruder, pastry brick, semi-automatic process, VDI 2221 design methodology.

INTRODUCCION

Frente a la necesidad planteada por la empresa Ladrillos Imperio nace una alternativa de solución el diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros.

En el primer capítulo de la presente tesis se hace mención a la necesidad de la empresa Ladrillos Imperio, convirtiéndose esta necesidad en un problema, el cual luego se entenderá como la solución, se detallan los objetivos a las cuales se debe llegar y se justifica las razones que impulsan a concluir el estudio.

Dentro del segundo capítulo está el marco teórico, aquí se presentan trabajos similares realizados con anterioridad en el extranjero, en el territorio nacional, y dentro de la región, se describen aquellos componentes eléctricos e hidráulicos que darán forma a nuestra máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros.

Continuando en el tercer capítulo, se hace mención de la metodología tanto de la investigación como del diseño, la metodología de la investigación es del tipo tecnológico y su nivel es experimental, mientras la metodología del diseño se basa en la recomendación de la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI), VDI 2221.

Cuarto capítulo, en este capítulo se emplea la metodología según norma Alemana, VDI, se realiza la lista de exigencias, se hace una inspección detallada del estado de la tecnología, se realiza una estructura de funciones, se confecciona una matriz morfológica, se obtiene una solución ideal y se hace un análisis técnico económico, se realizan los cálculos correspondientes a cada elemento mecánico, eléctrico e hidráulico, luego estos resultados son llevados a validar, con el software CAD específicamente el software SolidWorks donde se hacen los respectivos análisis a los componentes mecánicos mientras que con el software FluidSim de Festo se pone a correr el circuito eléctrico e hidráulico en ambos casos con resultados favorables que avalan la consistencia del trabajo realizado.

Finalmente, en el sexto capítulo, se hace un análisis económico exhaustivo de, gastos de diseño, gastos en compra de materiales, gastos en proceso de fabricación, gastos de traslado y gastos de montaje.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema.

En la ciudad de Cusco distrito de San Jerónimo comunidad de Sucso Aucaylle, se sitúan las fábricas de ladrillos industriales y artesanales en un número mayor a los 120 establecimientos, son estas fábricas las que abastecen de ladrillos, blokers y tejas al requerimiento de la industria de la construcción.

Dentro de este requerimiento está la necesidad de fabricar ladrillos pasteleros de la empresa Ladrillos Imperio, los cuales a la fecha se fabrican manualmente, ante el incremento de pedidos el empresario ladrillero ha optado por contratar mayor cantidad de mano de obra, para de esta forma cumplir con la demanda existente, sin embargo, para mediados del año 2020 la demanda seguía creciendo y la producción se limitaba a la cantidad que podía producir una persona, una vez más el empresario ladrillero en su afán de dar solución empezó a pagar sobretiempos al personal y aumentar beneficios, esta solución fue viable por un tiempo, el personal se fue cansando y empezó a pedir más beneficios lo cual se volvió insostenible en el correr del tiempo.

Entonces surge la necesidad de un equipo tecnológico que reemplace la mano de obra y tenga una eficiencia aceptable frente a las necesidades planteadas, una máquina capaz de formar un ladrillo pastelero de medidas comerciales, de 20 cm de largo, 20 cm de ancho y 3 cm de altura, que supere la producción de 700 ladrillos por hora, fácil de transportar, cómodo en su mantenimiento, que sea semiautomático de tal forma se pueda operar por una sola persona, con elementos de seguridad que prevenga accidentes y su costo no supere los 12,000.00 soles.

1.1.1 Formulación del problema.

Por lo tanto, la presente tesis está dirigida al "Diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa de ladrillos Imperio Cusco 2021".

1.1.2 Problema general.

¿Cómo solucionar el problema de producción de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio Cusco 2021?

1.1.3 Problemas específicos.

- ¿Qué características técnicas y físicas, deberá tener una máquina para producir ladrillos pasteleros?
- ¿De qué dependerá la compra, fabricación y/o selección de componentes de la máquina?
- ¿Qué etapas de proceso tendrá la máquina productora de ladrillos pasteleros?
- ¿Cómo se hará la elección más adecuada de un componente en un mercado lleno de alternativas?
- ¿Cómo se puede garantizar la correcta elección de un material metal, componente eléctrico y componente hidráulico?
- ¿De qué manera podemos contrastar los resultados obtenidos?
- ¿Cómo analizar el costo de fabricación, mano de obra y costos de transporte e instalación?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Diseñar una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros para la empresa Ladrillos Imperio Cusco 2021.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Realizar una lista de exigencias acorde a las normas vigentes y necesidades del cliente.
- Conocer detalladamente el estado de la tecnología de la empresa Ladrillos Imperio y del fabricante.
- Realizar una estructura de funciones compatibles al proceso de producción de ladrillos pasteleros.
- Realizar una matriz morfológica detallada para fijar un concepto de solución óptimo.
- Realizar cálculos matemáticos conociendo características, composiciones químicas, formas geométricas de cada material y componente.
- Comprobar los resultados obtenidos utilizando softwares CAD, SolidWorks, y FluidSim, según sea el caso.
- Analizar el costo de fabricación, mano de obra, transporte e instalación

1.3 Justificación.

1.3.1 Justificación técnica.

Se está transformando un proceso manual a un proceso semiautomático se creará una interface entre máquina y hombre, prender o apagar una máquina cómodamente y de forma segura con la acción de un dedo no podría ser más fácil, la simplicidad de sus componentes permitirá un mantenimiento preventivo o correctivo rápido y eficaz, pudiendo

ser realizado esta actividad por personal medianamente capacitado, nivel de ruido muy bajo y una duración de cinco años para componentes eléctricos y dos años para componentes hidráulicos.

1.3.2 Justificación económica.

La importancia de tener que realizar esta investigación repercute directamente en lo económico, al concretizar el diseño se reducirán gastos en personal, gastos operacionales de sobre tiempo, la máquina extrusora hidráulica semiautomática producirá ladrillos más compactos y resistentes, y bajara la taza de ladrillos malogrados, finalmente un buen producto es una excelente carta de recomendación que traerá, más clientes más ingresos más trabajo.

1.3.3. Justificación social.

El personal que trabaja siempre es el más importante dentro de la cadena de producción de una empresa, por ello su salud, su bienestar y su estabilidad emocional son clave para llevar adelante una eficiente producción diaria, la culminación de la presente tesis ayudara al personal de Ladrillos Imperio a mejorar su calidad de vida, erradicando las horas extra fatigadoras de mucho desgaste físico, exponiendo su salud a cambios de clima bruscos (bastante sol en el dia y mucho frio por las tardes y noche), desgaste que ocasiona problemas mentales en una persona como irritabilidad, desgano y deseos de renunciar, actitudes que suelen perjudicar las relaciones entre empresario y trabajador.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Dentro de este capítulo se explicará los fundamentos que avalan al planteamiento de la tesis, revisaremos trabajos que ya han sido realizados anteriormente en el ámbito internacional, nacional, y local con base a la elaboración de ladrillos de forma industrial, desarrollaremos dentro de las bases teóricas aquellas definiciones, términos que se utilizaremos a lo largo del desarrollo de la tesis.

2.1 Antecedentes del problema.

En la actualidad se puede encontrar máquinas extrusoras que forman ladrillos del tipo blokers, ladrillos de 18 huecos, ladrillos de formas y tamaños que la industria inmobiliaria necesita, que, en su mayoría utilizan un tornillo sin fin movido por un motor de 30hp, 50hp, y 100hp respectivamente.

2.1.1 Antecedentes internacionales:

Extrusora semiautomática de ladrillos de arcilla 17 ton/h modelo MMKJKR30, fabricado por el grupo Morbeck industria Española. Esta máquina cuenta con un motor eléctrico de 100hp, para realizar la función de extruir y formar ladrillos, esta valorizado en $ 35,000 dólares americanos, y un promedio de S/15,000 soles en gastos de transporte hasta llegar al punto de instalación, en la figura 1, se muestra un ejemplar de esta máquina.

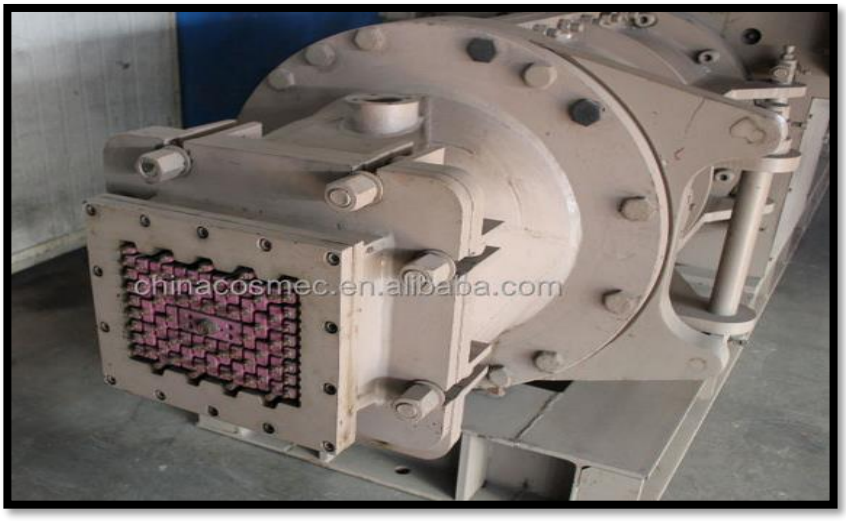
Extrusora de vacío VP50 COSMEC de fabricación China tiene una capacidad de producción 15 ton/h. cuenta con un motor de 100hp para el proceso de extrusión, y un motor de 15hp para el proceso de generar vacío dentro de la cámara de extrusión, su precio está en $40,000 dólares americanos, a ello se debe incluir el costo de traslado de S/15,000

soles hasta su destino final en la ciudad de Cusco, en la figura ,2 se muestra una foto de esta máquina.

Figura 2.1 Extrusora semiautomática de ladrillos de arcilla MMKJKR30

Fuente: http://www.grupomorbeck.com/site/

Figura 2.2 Extrusora de vacío VP50 COSMEC



Fuente: https://spanish.com/product-detail/brick-making-machine

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Extrusora de vacío de doble etapa y compacta modelo JKY60/60-40 fabricado por SHIBANG MINERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. ubicado en la ciudad de Arequipa. Tiene una capacidad de producción de 5000 ladrillos hora, funciona con un motor de 100 hp y una bomba de vacío con un motor de 20hp, su costo es de $ 48,000 dólares americanos incluyen costos de transporte, e instalación en todo el ámbito nacional.

Figura 2.3 Extrusora de vacío de doble etapa **JKY60/60-40**

Fuente: http://www.shibangperu.com/ver/arcilla-extrusora

2.1.3 Antecedentes locales.

Extrusora para hacer ladrillos modelo EXLAD04A7, de la marca Apolo empresa Cuzqueña líder en la fabricación de máquinas y herramientas. Produce tres tamaños de acuerdo al requerimiento del empresariado local y nacional, pequeño, mediano e industrial, dentro sus características importantes podemos citar las siguientes.

Tabla 2.1 Características de la extrusora de ladrillos **EXLAD04A7-Apolo**

Posee	Pequeño	Mediano	Industrial
Motor eléctrico	30 hp	50hp	100 hp
Cámara de vacío	no	si	Si
Capacidad de producción	1200 ladrillos/h	2000 ladrillos/h	5000 ladrillos/h
Presión de trabajo	2.5MPa	2.5MPa	2.5MPa
Costo	30,000.00 soles	70,000.00 soles	130,000.00 soles

Fuente: https://maquinariasapolo.com/productos/extrusoras

Figura 2.4 Extrusora para hacer ladrillos modelo EXLAD04A7-Apolo

Fuente: https://maquinariasapolo.com/productos/extrusoras

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Concepto general de ladrillos pasteleros y su proceso de fabricación

2.2.1.1 Ladrillo pastelero.

Un ladrillo se define como un elemento de construcción generalmente elaborado de una masa de barro cocido (1).

El ladrillo pastelero tiene el mismo concepto de fabricación el mismo componente en material y los mismos procesos que el ladrillo común, la única diferencia es el uso que se le da, en este caso específico el ladrillo pastelero es utilizado para pisos y como cubierta en techos.

Figura 2.5 Ladrillos pasteleros en proceso de colocación.

Fuente: https://www.skdrywallenperu.com/drywall.

2.2.1.2 Dimensiones de los ladrillos pasteleros:

Según la noma ASTM C 62 para unidades de ladrillos de barro solidos cocidos expuestos a la intemperie este tipo de ladrillo tiene la clasificación del grado SW (sometidos a condiciones severas de intemperie)

Dentro del mismo reglamento se especifica que las medidas, proporciones y formas de los ladrillos las proporciona el cliente, quien determina el tamaño del ladrillo en general, para este caso específico del estudio tenemos dos tamaños y sus variaciones permisibles que mostraremos en la siguiente tabla 2.2.

Tabla 2.2 Tamaños estándares utilizados en las construcciones aledañas.

Dimensiones en (cm)	Variaciones máximas en las dimensiones en (cm)
20 x 20 x 3	0,25
10 x 20 x 3	0.25

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.3 Proceso de producción del ladrillo pastelero.

Según la norma Técnica Peruana NTP 331.017, el proceso de producción puede ser de tres formas que nombraremos a continuación.

- Artesanal. Elaborado de forma manual
- Semi industrial. Intervienen hombre y máquina coordinadamente.
- Industrial. Todo el proceso está realizado por la máquina.

En la actualidad la empresa Ladrillos Imperio elabora sus ladrillos pasteleros de forma manual, aunque la obtención de materia prima es industrializada, el proceso de formación, secado y quemado todavía es un proceso artesanal, a continuación, presento un detalle pictórico de cómo es el proceso artesanal dentro de las fábricas de Ladrillos Imperio.

Figura 2.6 Elaboración de ladrillos pasteleros dentro de Ladrillos Imperio.

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Diseño de molde para ladrillos pasteleros.

2.2.2.1 Diseño del molde formador de ladrillos pasteleros.

Los moldes que se utilizan para la elaboración de ladrillos pasteleros dentro de la empresa Ladrillos Imperio están hechos de madera, con medidas de 20cm de largo, 20cm de ancho y 3cm de altura, como la actividad es artesanal este molde es bastante usual y fácil de elaborar.

Para la realización de actividades destinadas a una producción masiva y mejoras en su contextura es necesario diseñar un molde capaz de soportar

medianas presiones y solicitudes de uso constante, los fabricantes locales como la Fábrica de Maquinarias Apolo, utilizan moldes hechos de material resistente a la abrasión de esta forma garantizan el lento desgaste y una larga vida útil de su producto, en la figura 2.7, se observa los diferentes tipos de molde que se utilizan para la elaboración de ladrillos del tipo blokers, cara vista de 18 huecos y ladrillos pasteleros.

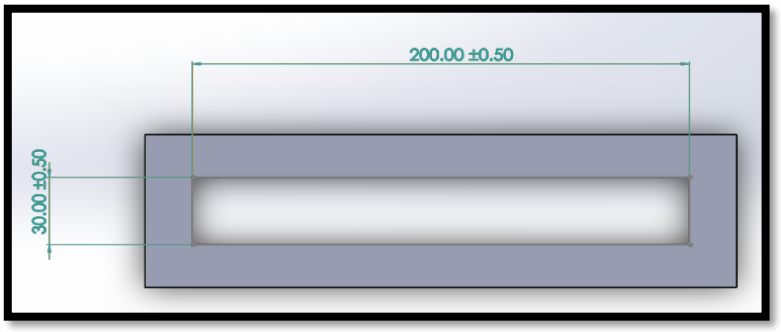
Figura 2.7 Boquillas para extrusion de ladrillos de la marca Apolo

Fuente: https://maquinariasapolo.com/productos/extrusoras

2.2.2.2 Consideraciones para su diseño.

De acuerdo a las especificaciones antes explicadas las medidas del ladrillo pastelero es de 20cm de largo, 20cm de ancho y 3 cm de alto, macizo sin huecos en su interior, para tal caso el diseño debe tener la forma de un prisma rectangular abierto para la entrada y salida del material, hecho de un acero que soporte la abrasión y debe tener un espesor adecuado para los esfuerzos que aparecerán en el momento de la compresión al material.

Figura 2.8 Molde para ladrillos pasteleros



Fuente: Elaboración propia

2.2.2.3 Material para el diseño del molde formador de ladrillos pasteleros.

- Plancha anti desgaste RAEX 450 / RAEX 500

Dentro del mercado nacional tenemos una buena variedad de tipos de plancha para escoger el que mejor se acomode con nuestras necesidades, en el caso específico del desarrollo de la tesis escogeremos la plancha anti desgaste RAEX 500, por tener buenas características anti desgaste, disponibilidad inmediata en el mercado local y precio accesible.

Tabla 2.3 Propiedades mecánicas de la plancha anti desgaste RAEX 500.

Dureza nominal Brinell	Rango de dureza Brinell	Límite de fluencia MPa	Carga de rotura MPa	Elongación %
500	470 - 540	1300	1600	8

Fuente: https://www.acerosarequipa.com//productos-planos-planchas-de-acero.

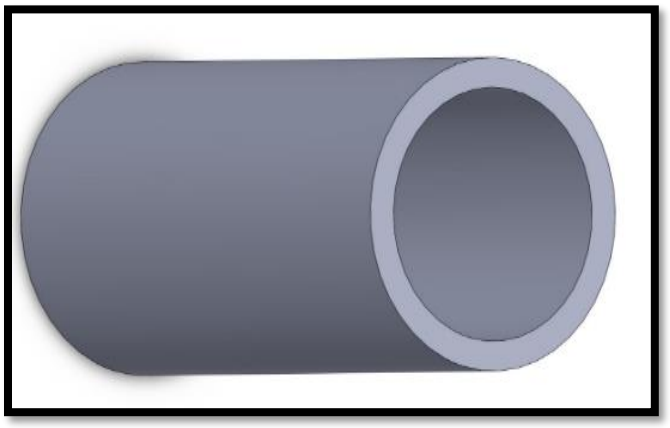
2.2.3 Diseño de la cámara de extrusión.

La cámara de extrusión estará constituida por un tubo redondo de acero, según el artículo de la revista, (2), sostiene que la forma circular en el diseño de un recipiente sometido a presión es la más ideal recomendada, esta forma permite al recipiente uniformizar los esfuerzos internos como externos.

2.2.3.1 Consideraciones para su diseño.

Si se desea obtener 700 ladrillos pasteleros por hora de trabajo se debe fabricar 12 ladrillos por minuto, por lo tanto, las dimensiones de la cámara de extrusión deben ser acorde al volumen que ocupará la materia prima con respecto a la cantidad que se desea producir, el diámetro del tubo de acero debe ser equivalente a la longitud del ladrillo pastelero de esta forma permitir correctamente el formado y la fluidez del material, al igual que el molde, la cámara de extrusión estará sometido a desgaste por acción de la fricción para lo cual el material que lo constituya debe ser un metal capaz de soportar estos desgaste.

Figura 2.9 Cámara de extrusión tubular



Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2 Material para el diseño de la cámara de extrusión.

Tubos hardox, se caracteriza por ser duro y resistente anti desgate y ofrece propiedades mucho mejores en comparación a los productos tradicionales, a pesar de la dureza que lo caracteriza estos tubos se pueden soldar, maquinar, fresar y taladrar con facilidad por procesos que son conocidos y ampliamente utilizados en la industria.

Tabla 2.4 Propiedades del tubo Hardox

Calidad	Espesor (mm)	Dureza (HBW)	Límite de elasticidad (MPa)
Hardox (500)	2.0 – 7.0	470 - 530	1400
Hardox (500) gruesa 1	4.0 – 32.0	470 - 530	1400
Hardox (500) gruesa 2	32.1 – 103.0	470 - 530	1400

Fuente: https://www.ssab.es/api/sitecore/Datasheet/GetDocument?productId

2.2.4 Diseño de la tolva.

Para el diseño de la tolva se debe tener en cuenta lo siguiente, (3 pág. 32) se debe considerar un factor de vacío de acuerdo al material que se va depositar en la tolva, para materiales gruesos un 40%, y para materiales finos un 20%, en nuestro caso específico se utilizara material grueso por lo tanto, se deberá de considerar un factor de vacío de 40%, por otro lado Choque Cuevas J.A. (2016) en su tesis “optimización y control de calidad en la construcción de silo de almacenamiento para material puzolánico” estudia a detalle los materiales pegajosos y concluye que una forma trapezoidal ayuda a fluir mejor un material pegajoso, el material que se va utilizar para la elaboración de ladrillos pasteleros tiene la propiedad de ser pegajosa por lo que consideraremos en nuestro diseño una forma trapezoidal.

Fórmula para hallar el volumen de un trapezoide.

$$V = \frac{1}{3}x\left(A_B + A_b + \sqrt{A_B \times A_b}\right)xh$$

Donde

V = Volumen

A_B = Área base mayor

A_b = Área base menor

h = Altura

2.2.4.1 Consideraciones para su diseño.

De acuerdo a los lineamientos y recomendaciones descritas la tolva tendrá una forma trapezoidal, que obtendrá medidas de acuerdo a las necesidades y dimensiones de la cámara de extrusión, su forma debe adecuarse a las posiciones y condiciones de uso.

2.2.4.2 Material para el diseño de la tolva.

Para su diseño utilizaremos una plancha estructural ASTM A 36 bastante comercial en el mercado local, entre sus características tenemos.

Tabla 2.5 Propiedades mecánicas ASTM A 36

Calidad	Norma	Límite de fluencia (MPa) (Kg/mm^2)	Resistencia a la tracción (MPa) (Kg/mm^2)	Alargamiento en 200mm (%)	Doblado a 180°
Estructural	ASTM A 36	250 min. (25.50min)	400 – 550 (40.80 – 56.10)	20 min	Sin fisura

Fuente: https://www.acerosarequipa.com/pe

2.2.5 Diseño de base soporte de la máquina extrusora.

Las características que debe tener una base soporte dirigido a las máquinas industriales son de importancia, estas bases y/o soportes deben tener rigidez y estabilidad de tal forma sean reductores de vibraciones excesivas (4 pág. 48).

2.2.5.1 Consideraciones para su diseño.

Debido a que la máquina hidráulica extrusora de ladrillos va tener un movimiento lineal pronunciado y con mucha fuerza hacia adelante, es preciso idear un diseño que contrarreste este esfuerzo para mantener la máquina estable, es necesario tener consideraciones de proporcionalidad para encajar elementos hidráulicos y eléctricos.

2.2.5.2 Material para el diseño de la máquina extrusora

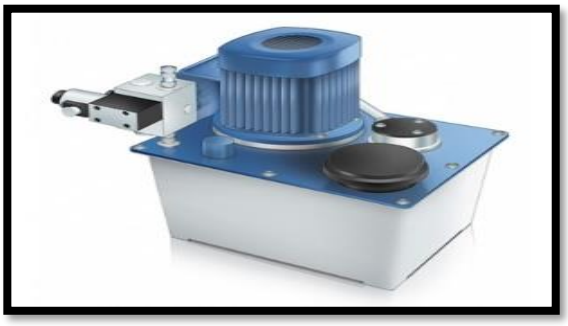
Para su diseño se utilizará perfiles de acero ASTM A-36, común mente conocidos como Canal U, sus propiedades mecánicas están en la tabla 2.5.

2.2.6 Selección de elementos hidráulicos.

2.2.6.1 Grupo hidráulico.

Un grupo hidráulico es una parte de un sistema hidráulica, que se sub divide en dos partes el depósito y el grupo de bombeo. El depósito es el lugar donde se pone el fluido y el grupo de bombeo es la encargada de hacer circular el fluido a una cierta velocidad y con un determinado caudal (5 pág. 7), en algunos grupos hidráulicos se suele incluir válvulas de apertura y cierre controlados manualmente o de forma automática eléctricamente.

Figura 2.10 Grupo hidráulico.



Fuente: https://www.seguridad-con-instrumentacin-fiable/.

2.2.6.2 Mangueras de presión.

Las mangueras en general son tubos flexibles que se utilizan normalmente para el transporte de fluidos de un lugar a otro, dentro de esta descripción están las mangueras de baja, mediana, alta y extrema presión (6 pág. 12).

Las de alta presión (SAE 100R2, SAE 100R8), son fabricadas con refuerzo de dos mallas de alambre de alta tensión reforzados con termoplásticos de Amarid y su presión de trabajo va en el rango de 1800 a 6000 psi, su selección debe estar parametrado con relación a la máxima presión, contemplando un factor de seguridad que garantice el buen funcionamiento y la duración optima en el tiempo.

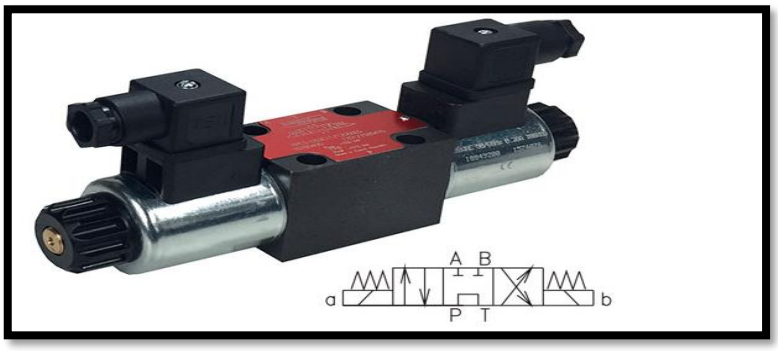
Figura 2.11 Mangueras negras de presión con terminales prensados.

Fuente: https://sumatec.co/tienda/

2.2.6.3 Electro válvula hidráulica centro tándem 4/3.

La electro válvula hidráulica centro tándem 4/3, es descrita como una válvula de accionamiento eléctrico de doble bobina y centrada por resorte, (7 pág. 3) su uso dentro de la industria hidráulica es muy común la funcionabilidad y el rendimiento eficiente han hecho de esta válvula una opción segura al momento de darle uso.

Figura 2.12 Electro valvula hidraulica centro tandem 4/3.



Fuente: http://www.nelco.valvula-hidraulica-centro-tandem-4-3

Tabla 2.6 Características de la válvula hidráulica centro tándem 4/3.

Tipo	Válvula hidráulica 4 vías 3 posiciones 4/3
Tamaño de válvula	Válvula hidráulica tamaño 6 (NG06) (CETOP 3) (ISO 03) (NFPA D03)
Accionamiento	Eléctrico
Bobinas	Doble solenoide

Fuente: http://www.nelco/electrovalvula-hidraulica-centro-tandem-4-3

Tabla 2.7 Especificaciones de la válvula hidráulica centro tándem.

Presión máxima	4600 Psi (A, B y P) 3000 Psi (T)
Flujo nominal	10 GPM
Flujo máximo	21 GPM
Temperatura de operación máxima	80°C

Fuente: http://www.nelco./electrovalvula-hidraulica centro-tandem-4-3.

Tabla 2.8 Especificaciones válvula hidráulica centro tándem 4/3.

Tipo	Bobina cilíndrica
Tamaño de válvula que la usa	Válvula hidráulica **tamaño 6** (NG06) (CETOP 3) (ISO 03) (NFPA D03)
Voltaje	24v, 110V, 220v AC
Bobina	Una pieza
Tipo de conector	DIN 43650 A
Diámetro de núcleo	Ø22 mm

Fuente: http://www.nelcovalvula hidraulica-centro-tandem-4-3.

2.2.6.4 Cilindro hidráulico de doble efecto.

El cilindro hidráulico es un actuador lineal que se utiliza para empujar, tirar una carga u oponerse en condiciones de resistencia hacia una determinada carga, aprovechando la presión de un fluido, (8 pág. 18) en el caso específico de los cilindros de doble efecto estas se utilizan para empujar y jalar respectivamente.

Figura 2.13 Cilindro hidráulico de doble efecto.

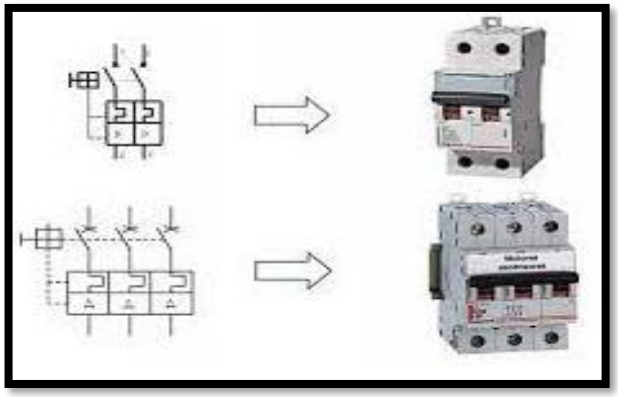
Fuente: https://www.google=cilindro+hidráulico+doble+efecto.

2.2.7 Selección de componentes del sistema eléctrico.

2.2.7.1 Llave termomagnética:

Una llave termomagnética funciona como un interruptor automático capaz de interrumpir el flujo eléctrico si esta sobre pasa los niveles de intensidad pre establecidos, (9 pág. 23) se le llama termomagnética porque en su constitución hay un electroimán y un bimetal conectados en serie por donde pasa la corriente eléctrica hacia la carga.

Figura 2.14 Llaves termomagnéticas monofásicas y trifásica.

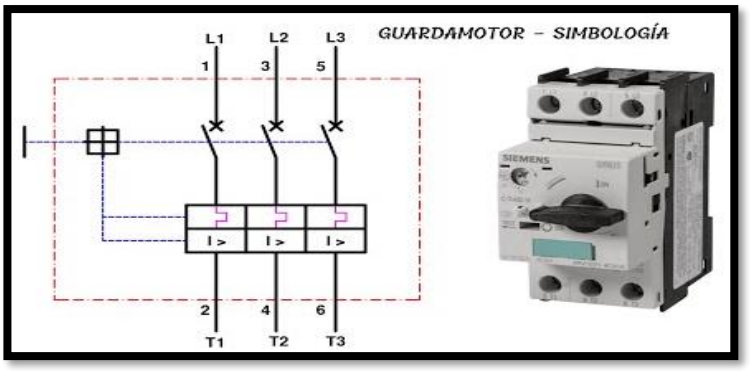


Fuente: https://bticino.com.pe/

2.2.7.2 Guarda motor:

Se describe al guardamotor como un dispositivo de protección electromecánico, el mismo que proporciona protección contra cortocircuitos, falta de fase y exceso de consumo eléctrico, (10 pág. 42) su diseño es exclusivo para protección de motores eléctricos y su uso destinado a la industria.

Figura 2.15 Guardamotor trifásico y su simbología eléctrica.



Fuente: https://new.siemens.com/pe/es/compania/about.html

Entre sus características tenemos:

Tensión de trabajo. (220-380-440)

Intensidad nominal (intensidad acorde al consumo nominal del motor)

Tipo de curva (B, C, D, MA y Z)

Poder de corte (tope máximo de corriente)

2.2.7.3 Contactora:

La contactora es un dispositivo electromecánico al que se le puede controlar eléctricamente desde cualquiera distancia deseada, (11 pág. 32) hoy en dia esta posibilidad de control es aún mucho más amplia, gracias al internet ahora

es posible controlar una contactora desde cualquier punto en la tierra, entre sus principales aplicaciones está el control de circuitos de potencia dirigidos a motores eléctricos, a elementos de resistencia pura o una combinación de resistencia e inductancia, el tamaño de la contactora dependerá de la potencia controlada, su tiempo de vida útil está dada por la cantidad de veces que se le activa y desactiva.

Figura 2.16 Contactora trifásica y su simbología eléctrica.

Fuente: www/chint/área tecnológica.com

2.2.7.4 Pulsadores:

Los pulsadores como accesorio eléctrico, sirven para generar una acción previa a, haber sido presionado, su uso esta generalizado en la industria y también en los domicilios (11 pág. 12), vienen en formas diversas y tamaños diversos, pero solo hay dos tipos, pulsador normalmente abierto (NA) y pulsador normalmente cerrado (NC).

Figura 2.17 Diferentes tipos de pulsadores para la industria.

Fuente: https://www.google.com/firefox-b-d&q=eaton+peru.

2.2.7.5 Luces piloto:

Son pequeñas luces de baja potencia normalmente fabricado hoy en dia con luces led extra brillantes, (11 pág. 8) que tienen el propósito de dar un aviso visual de las diferentes condiciones en las que se encuentra la máquina, este aviso se da por el color de la luz emitida, siendo el color rojo emergencia o peligro, amarillo denota anormalidad, el color verde significa que es seguro el proceso y el azul expresa una acción de obligatoriedad.

Figura 2.18 Luces piloto de distintos colores.

Fuente: https://industrial.omron.es/esenergy-monitoring-devices.

2.2.7.6 Gabinete metálico:

Un gabinete metálico es el lugar donde se concentran aquellos componentes eléctricos que sirven de control, protección, señalización, medida y distribución que permiten a la máquina funcionar óptimamente, (12) también un gabinete metálico sirve como protección de agentes corrosivos, polvo, agua y de contacto eléctrico accidental hacia el operador y personas que intervienen en la empresa.

Figura 2.19 Gabinete metalico. Dentro un circuito armado.

Fuente: http://www.solucionesxiomel.com/prestashop/17-gabinetes-y-racks.

2.2.7.7 Temporizador a la conexión.

Este tipo de temporizador es aquel elemento eléctrico, electrónico o neumático que tiene como función contabilizar un determinado tiempo pre programado desde el momento que es afecto a la conexión, (13 pág. 14) su uso es bastante común en la industria y como también dentro de los hogares, su conexión y programación es de muy simples pasos a seguir según el manual, se puede conseguir en la gran mayoría de tiendas eléctricas, existen diferentes tipos y marcas.

Figura 2.20 Forma física de un temporizador.

Fuente: www.google.com/search?q=temporizador&client=firefox

2.2.8 Proceso de soldadura.

Un proceso de soldadura es aquel en el cual se une dos o más piezas generalmente metálicas, en la cual se emplea altas temperaturas con la finalidad de fundir el material para de esta forma unirlas con la intervención de un material de aporte (14).

Proceso GMAW (soldadura de metal con arco eléctrico con protección gaseosa).

Proceso FCAW (soldadura por arco eléctrico con núcleo fundente).

Proceso GTAW (soldadura por arco eléctrico con tungsteno y protección gaseosa).

Proceso PAW (soldadura con arco de plasma).

Proceso LBW (soldadura por rayo láser).

proceso SMAW (soldadura de metal con arco protegido)

2.2.8.1 Proceso SMAW

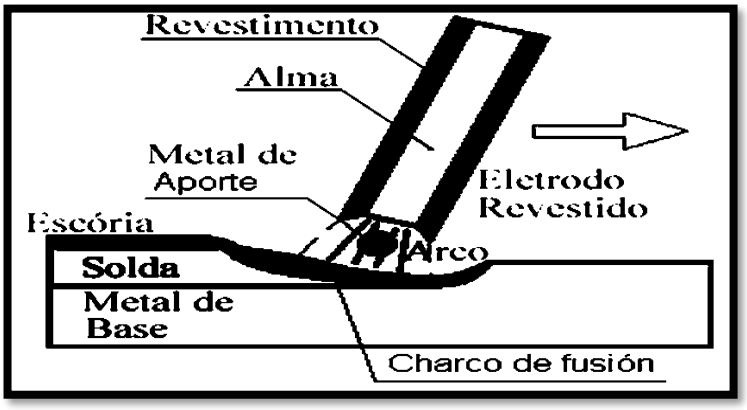
Lincoln Electric, (2015) en su manual de soldeo con electrodos revestidos (SMAW), sostiene que el proceso de fusión del metal tiene origen gracias al calor

generado por el arco eléctrico producto del corto circuito entre el extremo del electrodo y el metal base de la unión a soldar.

2.2.8.2 Soldadura al arco eléctrico SMAW.

Un proceso SMAW, se caracteriza como uno de los primeros métodos aplicados con mejores resultados tanto técnico como económico, este proceso permitió en su tiempo acelerar la producción por su forma práctica de soldeo (15 pág. 9).

Figura 2.21 Esquema de un proceso de soldadura SMAW.

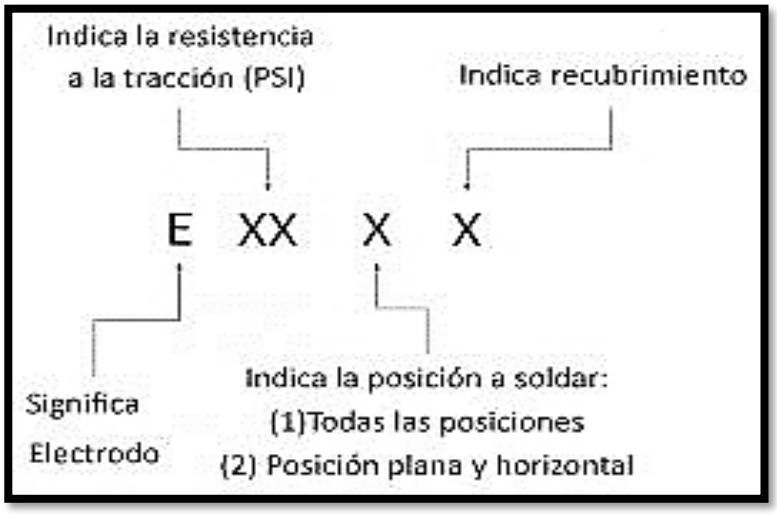


Fuente: www.google.com/search?q= esquema +smaw.

2.2.8.3 Material de aporte

La federación de Enseñanza CC.OO. de Andalucía en su revista digital del 11 de noviembre del 2010, describe al electrodo o material de aporte, como un material utilizado para realizar un cordón de soldadura y describe 4 de sus partes, el núcleo del electrodo, el revestimiento la varilla de aporte y los fundentes. Pag (1).

Figura 2.22 Clasificación de los electrodos según norma AWS.



Fuente: http://fgsalazar.ne/boletin08/URL_08

Existen muchos tipos de electrodo, su utilización siempre dependerá del tipo de material a unir y del tipo de máquina soldadora con la que se cuenta, pero también influyen dos características importantes, la posición en la cual se desea soldar y el acabado que se le quiere dar al producto final, en conclusión, si se hace una correcta selección de un electrodo no se presentaran dificultades de estabilidad de arco eléctrico, chisporroteos, retiro de escoria, y la suavidad en la soldabilidad.

La gran mayoría de electrodos utilizados para soldar con arco eléctrico se clasifican según las propiedades que tiene el material de aporte, los cuales fueron ampliamente estudiadas y seleccionadas por un comité asociado a la AWS (American Welding Society), por ello, antes de realizar un proceso de soldadura es necesario conocer el tipo de acero que se desea soldar, para luego elegir un electrodo que cumpla con las características necesarias para satisfacer los requerimientos a las cuales estar expuesto.

Tabla 2.9 Clasificación de electrodos para soldar acero al carbono.

Clasificación AWS	Tipo de revestimiento	Corriente y polaridad	Posición a soldar
E – 6010	Celulósico sódico	CC.EP	P.V.SC.H
E – 6011	Celulósico Potásico	CA.CC.EP	P.V.SC.H
E – 6012	Rutílico sódico	CA.CC.EN	P.V.SC.H
E – 6013	Rutílico Potásico	CA.CC.AP	P.V.SC.H
E – 7014	Rutílico H. P	CA.CC.AP	P.V.SC.H
E – 7015	Rutílico sódico B.H	CC.EP	P.V.SC.H
E – 7016	Rutílico potásico B.H	CA.CC.EP	P.V.SC.H
E – 7018	Rutílico potásico B.H H. P	CA.CC.EP	P.V.SC.H
E – 6020	Óxido de hierro	CA.CC.AP	P.H. filete
E – 7024	Rutílico H. P	CA.CC.AP	P.H. filete
E – 7027	Óxido de Hierro H. P	CA.CC.AP	P.H. filete
Nomenclatura	CC corriente continua	EP electrodo positivo	P plana
HP hierro en polvo	CA corriente alterna	EN electrodo negativo	V vertical
BH bajo hidrogeno	AP ambas polaridades	SC sobre cabeza	H horizontal

Fuente: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal.

2.2.9 Factor de seguridad.

El factor de seguridad es un número mayor a 1 que sirve como referente para sobredimensionar un determinado material, la incorporación de un factor de seguridad en un elemento viene hacer una tarea de mucho cuidado, los factores de falla y de resistencia con lleva a interpretaciones muy complejas.

En la ingeniería el factor de seguridad normalmente se suele incorporar para garantizar el material o el diseño frente a ocurrencias desconocidas o no planificadas (16 pág. 6)

2.2.10 Proceso de corte con guillotina o cizalladura.

Es aquel proceso en la cual se cizalla un material acero para darle formas variadas según la necesidad, este proceso se realiza con una herramienta de corte a presión, (17) hay herramientas manuales como industriales, para la realización de nuestro trabajo es necesario contar una guillotina hidráulica con capacidad de corte de 1 pulgada de espesor, en la figura 2.23 se muestra un proceso pictórico del corte con guillotina.

Figura 2.23 Proceso de corte con guillotina.

Fuente: https://www.google.com /search?q= proceso+de+corte +de+plancha+con+guillotina&tbm)

2.2.11 Proceso de taladrado.

Es un proceso mecanizado de arranque de virutas mediante un proceso giratorio realizado con una broca afilada al cual se le llama como proceso de taladrado (17), la máquina que realiza esta operación se le denomina taladradora el cual consta de un motor eléctrico y una broca apropiada para el material.

Para la realización optima de esta labor la broca es un elemento clave que tiene características especiales y se clasifican en series que son: serie H, serie M, serie N, serie K, serie P, serie S, en concordancia con las normas ISO/ANSI 01, 10, 20, 30, 40 Y 50.

Tipos de perforado:

Perforación puntual, perforación central, taladrado profundo, perforado de alta velocidad, micro taladrado, taladrado por vibración, taladrado con interpolación.

2.2.12 Uniones atornilladas.

Son uniones que permiten juntar una o más piezas sueltas mediante pernos o tornillos estandarizados (18), hoy en dia es común encontrar elementos metálicos unidas por pernos, su facilidad para el ensamblado y mantenimiento han hecho que esta técnica se masifique, en las tablas 2.10, 2.11, 2.12 se detallan las características según la norma que los rige.

Tabla 2.10 Grado de dureza según norma SAE.

SAE			
Numero de grado	Material	Carga de prueba (KPSI)	Esfuerzo de ruptura (KPSI)
2	Acero de bajo carbono o acero al carbono	55 – 33	74 - 60
5	Acero al carbono templado y revenido	85 – 74	120 - 105
8	Acero al carbono aleado templado y revenido	120	150

Fuente: http://proyesa.com.ds /2018/02/ Manual-t%C3%A9cnico-de-pernos.pdf.

Tabla 2.11 Grado de dureza según norma DIN

DIN			
Numero de grado	Material	Carga de prueba (KPSI)	Esfuerzo de ruptura (KPSI)
8.8	Acero de bajo carbono o acero al carbono	85 – 74	120 - 105
10.9	Acero al carbono templado y revenido	120	150

Fuente: http://proyesa.com./2018/02/ Manual-t%C3%A9cnico-de-pernos.pdf.

Tabla 2.12 Grado de dureza según norma ASTM

ASTM			
Numero de grado	Material	Carga de prueba (KPSI)	Esfuerzo de ruptura (KPSI)
A - 307	Acero de bajo carbono o acero al carbono	55 - 35	74 - 60
A - 325	Acero al carbono templado y revenido	85 - 74	120 - 105
A - 354	Acero aleado templado y revenido	120	150
A - 490	Acero aleado templado y revenido		

Fuente: http://proyesa.com./2018/02/ Manual-t%C3%A9cnico-de-pernos.pdf.

2.2.13 Uniones bridadas.

Según el lineamiento ASME PCC-1 (armado de juntas empernadas) la unión bridada es el conjunto de dos ensambles mecánicos sujetados por un perno, tuerca y arandelas, en medio de esta junta de bridas es posible encontrar un empaque sin embargo las uniones bridadas pueden funcionar sin la necesidad de un empaque. Este tipo de uniones fue diseñado exclusivamente para el almacenamiento o trasporte de fluidos, garantizando la hermeticidad de un recipiente.

Figura 2.24 Representacion de una unión bridada.

Fuente: https://www.google.com/search?q=uniones+bridadas

Tabla 2.13 Cuadro de coeficiente de tensado (K).

Sin interposiciones	1.25 – 1.4
Con interposiciones de cobre	1.4 – 1.6
Con interposiciones de asbesto	1.6 – 1.7
Con interposición de goma	1.7 – 1.8

Fuente: https://ingenieriasamat.es/blog/uniones-atornilladas.

2.2.14 Simulación por software.

En la actualidad es muy común el uso de un software para la realización de modelos, análisis, y modificaciones de un diseño, los softwares del tipo CAD (diseño asistido por computadora), son los ideales para este tipo de trabajo, su versatilidad y las herramientas digitales que cuenta ayudan a elaborar diseños simples y complejos, para la realización de la tesis utilizaré el software SolidWorks para la parte mecánica y FluidSim para la parte hidráulica y eléctrica.

2.2.15 Definición de términos usuales.

ASTM	Asociación americana de ensayo de materiales
SAE	Sociedad de ingenieros automotrices
DIN	Instituto de normalización alemana
AWS	Sociedad americana de soldadura
VDI	Asociación alemana de ingenieros
CAD	Diseño asistido por computadora
DCL	Diagrama de cuerpo libre
FEA	Análisis por elementos finitos

2.2.16 Símbolos usuales.

Fs	Factor de seguridad
Su	Resistencia última del acero
Sy	Resistencia de fluencia
σadm	Esfuerzo admisible
K	Coeficiente de tensado
Pcr	Carga critica
τ	fuerza cortante
σ	esfuerzo
σy	esfuerzo de fluencia
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
Pa	Pascales
MPa	Mega pascales
GPa	Giga pascales
Psi	Libras/pulg.^{2}
Kg	Kilo gramo
N	Newton
KN	Kilo newton
V	Volumen
υ	Velocidad
I	Momento de inercia
E	Módulo de Young o módulo de elasticidad
P	Presión
Q	caudal
A	Área
L	Longitud
b	Base
h	Altura

R	Resistencia eléctrica
V	Voltaje eléctrico
A	Amperaje eléctrico
Π	Pi (3,1415)
g	Aceleración de la gravedad (9,8m/s^2)

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Tipo y nivel de la investigación.

La investigación es del tipo tecnológico, aplicaremos el conocimiento científico para dar una solución a un problema que tiene que ver con la producción de ladrillos pasteleros.

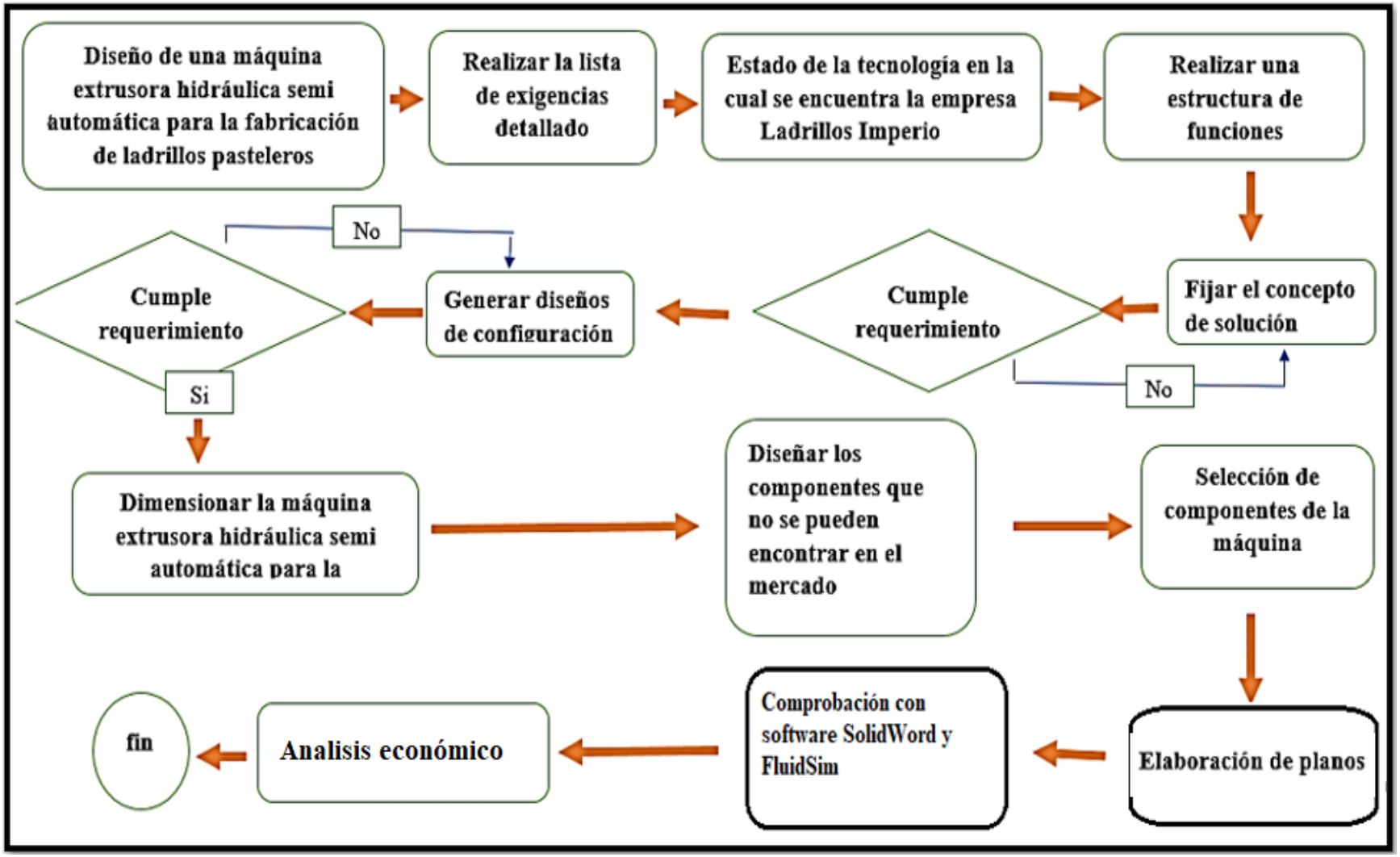
La investigación tecnológica tiene como finalidad la solución de problemas y situaciones que la comunidad demanda, con el propósito de rediseñar tecnologías de invenciones antes realizados (19 pág. 52).

El nivel de la investigación para la presente tesis es la experimental, una investigación experimental permite el control absoluto de todas las variables intervinientes en un diseño, consintiendo al investigador, la manipulación de variables, el registro de ocurrencias y la observación detallada a partir de la reproducción de las partes en un modelo virtual o un prototipo físico (20 pág. 96).

3.2 Metodología del diseño.

El diseño se basará a la metodología recomendada por la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI), la VDI 2221, titulado “Metodología de Diseño de Ingeniería Mecánica”, de cuyo documento extraeremos la estructura, pautas, recomendaciones y demás para la realización y obtención de una solución óptima que hade cumplir con las solicitudes del cliente.

Figura 3.1 Diagrama de flujo para la metodología de diseño VDI 2221.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Lista de exigencias detallados.

El primer paso para empezar un diseño suele ser casi siempre la descripción detallada de la problemática que incluye un pedido específico de parte del cliente de las cualidades que deberán ser considerados al momento de realizar el diseño, para ello se realiza una lista extensa de exigencias y deseos.

3.2.2 Estado de la tecnología en la cual se encuentra la empresa Ladrillos Imperio y el fabricante

Conocer el estado actual de la tecnología en la cual se encuentra inmerso la empresa Ladrillos Imperio ayudará a tomar decisiones para incluir elementos sofisticados, poco sofisticados o nada sofisticados. De similar forma se deberá conocer el estado de la tecnología con la cual cuenta el fabricante de la máquina de esta forma tener un conocimiento real de las capacidades y conocimientos con la cual se cuenta.

3.2.3 Realizar una estructura de funciones.

Tiene como objetivo estructurar funciones del sistema, idealizadas en forma de caja negra, detallando las entradas y salidas de las tres magnitudes básicas (señal, energía, materia).

3.2.4 Fijar el concepto de solución óptimo.

En esta etapa del diseño nos apoyaremos con la construcción de una matriz morfológica donde se detalla por partes los componentes que podría formar una máquina extrusora.

3.2.5 Generar diseños de configuración.

Es muy importante generar múltiples diseños que permitan obtener variedad de soluciones, de esta forma es posible elegir una que cumpla con las solicitudes técnicas y económicas a las cuales se apunta en el diseño.

3.2.6 Dimensionar la máquina extrusora.

En esta etapa se realizan los cálculos correspondientes que intervendrán en la construcción de la máquina extrusora, reconocer elementos que han ser fabricados y elementos normalizados que han de ser adquiridos en el mercado local y Nacional.

3.2.7 Diseño paramétrico de los componentes más críticos.

Por la forma y los requerimientos, es necesario contar con elementos únicos los cuales han de ser fabricados en un taller, a estos elementos los llamaremos componentes críticos.

3.2.8 Selección de componentes de la máquina.

Una vez culminado la etapa de cálculos matemáticos, hay que seleccionar los componentes que darán forma a la máquina extrusora.

3.2.9 Elaboración de planos.

La elaboración de planos consistirá en la entrega de un plano de detalle y plano de despiece en formato según norma ISO

3.2.10 Comprobación con software.

Se ha optado por hacer un prototipo virtual, en la actualidad casi la totalidad de las empresas dedicadas al diseño utilizan softwares del tipo CAD para realizar el diseño y hacer las pruebas respectivas, siendo este tipo de modelado la forma más barata económicamente y muy versátil mecánicamente, por lo tanto, el presente diseño se sujetará al estudio por software.

3.2.11 Análisis económico.

Finalmente se debe hacer un análisis o balance económico en la cual se tendrá que demostrar los costos que significará la elaboración de un futuro prototipo.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo analizar a detalle las diferentes etapas del diseño según la metodología VDI, descrita a detalle en el anterior capítulo, el modelo VDI 2221 apunta a la búsqueda de soluciones con la finalidad de encontrar la información exacta que permita un desarrollo de un diseño lo más optimo posible, mientras que el modelo VDI 2225 permite encontrar un método optimizado basado en el análisis técnico económico.

4.1 Planteamiento.

4.1.1 Lista de exigencias.

Esta lista de exigencias se realizará en base a los requerimientos formulados dentro del problema, solicitudes verbales hechas por el cliente y principalmente estará ceñida a las exigencias de las normas Nacionales e Internacionales, la finalidad de realizar una lista de exigencias es conocer a detalle condiciones con las cuales debe contar la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros, de similar manera también se tomará en cuenta condiciones en las cuales se encuentran las instalaciones de servicio eléctrico dentro de la empresa Ladrillos Imperio, dimensiones de otras máquinas existentes con las cuales debe coincidir la máquina diseñada, como es el caso de la máquina cortadora con la cual debe de coincidir en altura y condiciones de uso, necesidades futuras de montaje y desmontaje, traslado y fijación, para un correcto entendimiento a continuación presentamos en la tabla 4.1 una lista de exigencias detallado el cual marcará pautas en la realización de la tesis.

Tabla 4.1 Listado de exigencias detallado

Lista de exigencias		Universidad Continental	Página: 1/3
			Edición
Proyecto: Diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa ladrillos imperio cusco - 2021.			
Cliente: Ladrillos Imperio			
Facultad de Ingeniería Mecánica.		Área: diseño Mecánico	Autor: Samuel Turpo C.
Características	Deseo Exigencia	Descripción	Responsable
Función principal	E	Formar ladrillos pasteleros compactos.	Samuel Turpo C.
Función	E	Semiautomático, las ordenes de marcha y parada las dará el operador.	Samuel Turpo C.
Geometría	E	El diseño de la máquina extrusora debe ser en lo posible compacto, su ubicación será variada.	Samuel Turpo C.
Energía motriz	E	Hidráulica compuesta de una bomba y un cilindro.	Samuel Turpo C.
Material	E	La máquina trabajará con una mezcla de arcilla y arena.	Samuel Turpo C.
Productividad	E	Debe producir un total de 700 ladrillos pasteleros por hora de trabajo.	Samuel Turpo C.

Lista de exigencias		Universidad Continental	Página: 2/3
			Edición
Características	Deseo Exigencia	Descripción	Responsable
Productividad	E	Reducir la cantidad utilizada de mano de obra de 4 personas a 1 persona.	Samuel Turpo C.
Seguridad	E	Considerar elementos de protección mecánicos y eléctricos.	Samuel Turpo C.
Seguridad	E	Considerar elementos de aislamiento para cables eléctricos dentro y fuera de la máquina.	Samuel Turpo C.
Señales	E	Se deberá contar con señalización visual que comunique de ocurrencias al operador.	Samuel Turpo C.
Ergonomía	E	La máquina debe tener medidas que coincidan con las demás máquinas que van a interactuar en el proceso de fabricación.	Samuel Turpo C.
Ergonomía	E	La interface máquina hombre debe tener un diseño de tal forma que el operario pueda controlarlo sin ninguna dificultad.	Samuel Turpo C.
Uso	E	Su uso se dará en condiciones de presencia de polvo, caídas de objetos extraños y presencia de agua.	Samuel Turpo C.
Fabricación	E	Con materiales durables y de expendio común dentro del mercado nacional.	Samuel Turpo C.

Lista de exigencias		Universidad Continental	Página: 3/3
			Edición
Características	Deseo Exigencia	Descripción	Responsable
Fabricación	E	Su elaboración debe hacerse dentro de un taller de la ciudad de Cusco.	Samuel Turpo C.
Fabricación	E	Debe contar con un listado detallado de cada elemento que lo integra.	Samuel Turpo C.
Geometría	E	Debe tener una buena masa lo cual le permita estabilidad en todo momento.	Samuel Turpo C.
Transporte	E	La máquina extrusora de ladrillos pasteleros deberá estar equipada con elementos que permitan su fácil acarreo.	Samuel Turpo C.
Montaje	E	Realizar el montaje de la maquina extrusora de ladrillos pasteleros debe ser sencillo y rápido.	Samuel Turpo C.
Mantenimiento	E	Todo elemento que conforma la máquina extrusora de ladrillos pasteleros deberá estar sujeto con pernos para realizar su mantenimiento.	Samuel Turpo C.
Costos	E	Su costo no deberá exceder los 12,000.00 soles establecidos.	Samuel Turpo C.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Estado de la tecnología.

Para entender mejor los requerimientos del diseño es necesario saber las condiciones en las cuales se encuentra la empresa Ladrillos Imperio, de similar forma se necesita saber con certeza la capacidad técnica del personal que estará encargada de manufacturar los diferentes componentes de la máquina extrusora, el tipo de máquinas y herramientas con las cuales se cuenta.

4.2.1 Máquinas con las cuales cuenta la empresa ladrillos imperio.

La empresa Ladrillos Imperio es productor masivo de ladrillos blokers y ladrillos cara vista de 18 huecos, para esta labor se cuenta con una serie de máquinas que procesan la materia prima y permiten obtener un producto final bastante aceptable en el mercado, a continuación, se describen las máquinas y el proceso que realiza.

4.2.1.1 Máquina extrusora primaria.

Esta máquina tiene la función de mezclar arcilla con arena, desmenuzar retazos de arcilla, y formar trozos pequeños compactos, funciona con un motor eléctrico de 30 hp trifásico conectado a una tensión de 380 voltios fabricado por la empresa Apolo E.I.R.L.

Figura 4.1 Extrusora primaria con motor eléctrico de 30 hp.

Fuente: Fotografía elaboración propia

4.2.1.2 Fajas transportadoras.

Ladrillos Imperio cuenta con tres fajas transportadoras cuya función es la de trasladar material de un punto a otro, cada faja transportadora tiene instalado un motor reductor eléctrico de 5hp en una red trifásicos de 380 voltios, fabricado por el personal técnico de la empresa.

Figura 4.2 Faja transportadora.

Fuente: Fotografía elaboración propia.

4.2.1.3 Aplanadora.

Esta máquina consta de dos rodillos que tienen una separación de 2mm entre sí, su función es de aplastar el material que sale de la extrusora primaria y convertirlo en tiras diminutas con un espesor máximo de 2mm, con la finalidad de entregar un material selecto en la entrada de la extrusora secundaria, funciona con dos motores de 10 hp, trifásico de 380 voltios, fabricado en talleres cuzqueños.

Figura 4.3 Aplanadora de doble rodillo y dos motores.

Fuente: Fotografía elaboración propia.

Ladrillos Imperio está equipada con máquinas acordes a la necesidad y compatibles con la tecnología del momento, la producción optima de ladrillos del tipo blokers y ladrillos cara vista de 18 huecos en cantidades que superan los 30,000 unidades a la semana y con una muy buena calidad hacen a la empresa competitivo dentro del mercado, sin embargo, Ladrillos Imperio, carece de una máquina que pueda fabricar ladrillos pasteleros, los cuales a la fecha se fabrican manualmente con material procesado que sale de la máquina aplanadora, para entender mejor el proceso se presenta la figura 4.5, donde se representa el proceso de elaboración de ladrillos pasteleros, la primera foto representa el material en bruto que es extraído de la cantera el cual es humedecida y luego mezclada con un porcentaje de arena, la segunda foto muestra el proceso de extrusión y el trasporte mediante fajas trasportadoras hacia la maquina aplanadora de donde sale un material procesado listo para ser utilizado para el proceso de ladrillos pasteleros.

4.2.1.4 Tablero eléctrico de control.

El personal de la empresa Ladrillos Imperio interactúa con las máquinas antes mencionados mediante un tablero de control, figura 4.4, donde se puede observar, una llave termomagnética modular, contactores de potencia, relés auxiliares, bornes, pulsadores, luces pilotos y selectores.

Ello indica que utilizar estos elementos mencionados con anterioridad en el diseño de la máquina extrusora de ladrillos es viable y compatible con los conocimientos y habilidades que tienen, también es válido suponer que existe un personal capacitado para el mantenimiento preventivo como correctivo de este tipo de sistemas.

Por lo antes dicho, estos elementos serán parte del diseño integral de nuestra máquina extrusora de ladrillos pasteleros.

Figura 4.4 Tablero de control eléctrico

Fuente: Fotografía de elaboración propia.

4.2.2 Estado de la tecnología de la empresa que realizará el trabajo.

Siguiendo el lineamiento del estado de la tecnología en la cual se encuentra el taller en donde se pretende manufacturar los diferentes componentes de la máquina extrusora tenemos lo siguiente:

Máquina torno de 150 cm de bancada, con un volteo de 20cm de radio, motor eléctrico de 10hp conectado a una caja reductora Norton.

Taladro de pie con sistema de variación de velocidad motor 2hp con transmisión faja y poleas.

Máquina de soldar de núcleo bobinado marca Hobart de 300 A, en el secundario corriente alterna.

Máquina de soldar electrónica marca Esab de 400 A.

Plegadora de 60 toneladas capacidad de plegado 2.54 cm de espesor de plancha mando eléctrico electrónico con control numérico.

Cizalla de 150 toneladas capacidad de corte planchas de 2.45 cm de espesor mando electico electrónico con control numérico.

Roladora de 3 ejes motor 12 hp, capacidad de rodado planchas con espesor de 2cm mando eléctrico electrónico control numérico.

Corte plasma manual Esab Cutmaster-80 con capacidad de corte de 25mm espesor, presión de aire 120 psi.

Herramientas necesarias para la ejecución del diseño, flexómetros, escuadras, arco de cierra, punto centro, nivel, combo, esmeril y otros.

Personal disponible dentro del taller, bachiller en ingeniería mecánica junior encargado del diseño, un técnico metal mecánico jefe de proyecto, cuatro operarios encargados de la elaboración de cada pieza necesaria con amplio conocimiento en la rama, un técnico hidráulico quien estará encargado del ensamble de los componentes hidráulicos y finalmente un técnico electricista encargado del cableado armado e instalación de todo el sistema eléctrico de la máquina.

Figura 4.5 Toma fotográfica del taller metal mecánica Machine

Fuente: Fotografía elaboración propia.

4.3 Estructura de funciones.

A continuación, detallaremos las entradas y salidas en el entorno de la máquina extrusora hidráulica semiautomática de ladrillos pasteleros, partiendo desde un punto abstracto consideramos a nuestra máquina como una caja negra donde aún no se saben que componentes, mecanismos ni sistemas lo conformarán, esto con la finalidad de conocer los estímulos exteriores a las cuales llamaremos entradas y las respuestas obtenidas los cuáles serán las salidas.

Dentro del diseño nos interesa saber cómo la máquina interactuara con el medio que lo rodea entendiendo a detalle las causas y efectos, los cabios o trasformaciones todo ello sin tener en cuenta como lo hace.

4.3.1 Caja negra.

Elemento que nos permitirá estudiar desde un punto de vista de entradas que afectan al sistema y las salidas que son las respuestas a esas entradas, lo interesante de una caja negra es que no interesa las ocurrencias, el proceso ni el cómo, solo nos interesa los resultados obtenidos.

Figura 4.6 Ilustración de la caja negra.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Detalle de la estructura de funciones

Tabla 4.2 Descripción de funciones.

ENTRADAS	SALIDAS
ENERGIA HIDRAULICA. Es la fuerza que se le inyectará a la maquina extrusora para que este haga el trabajo de presionar y dar forma a un ladrillo.	ENERGÍA CINÉTICA. Energía liberada provocando desplazamiento rectilíneo, fricción, calor y presión.

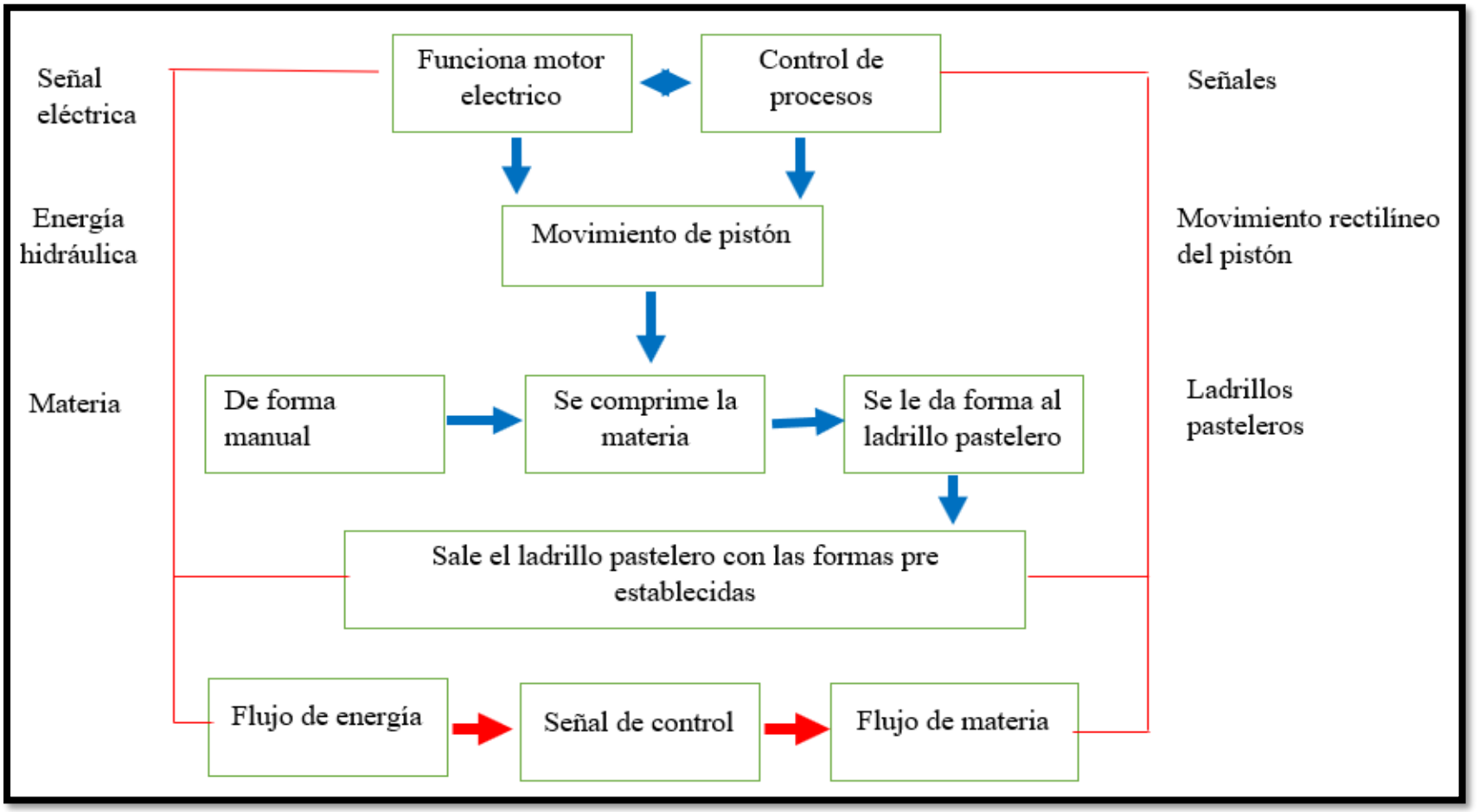
ENTRADAS	SALIDAS
SEÑALES ELÉCTRICAS. Las señales eléctricas se traducen como Normalmente abierto o normalmente cerrado, de forma similar en la electrónica 1 y 0, la combinación acertada de estos dos contactos garantiza el correcto funcionamiento de una máquina.	SEÑAL. señales visuales y sonoras con luces de señalización y sirenas sonoras, encargadas de avisar el buen o mal funcionamiento de la máquina.

ENTRADAS	SALIDAS
MATERIA. La materia prima es la mezcla de arcilla y arena con proporciones porcentuales de 70, 30 respectivamente, la materia entra en la máquina es procesada y transformada en el interior.	LADRILLOS. Producto final de buena contextura y con las medidas adecuadas

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Secuencia de funciones.

Figura 4.7 Esquema de secuencia de funciones (caja gris).



Fuente: Elaboración propia.

4.4 Matriz morfológica.

1) **Señal de marcha.** Es aquella señal que permite energizar al motor eléctrico para su funcionamiento y como consecuencia de ello funciona la bomba hidráulica, pudiendo ser esta señal mediante un pulsador, un selector de dos posiciones, o un interruptor de pedal.

2) **Fuerza matriz.** La fuerza motriz de todo el sistema será proporcionada por un equipo hidráulico capaz de proporcionar la potencia necesaria para la ejecución de los trabajos requeridos.

3) Alimentación de materia prima. Se refiere a la forma de cómo se llenará la materia prima en los moldes para su respectivo extruido.

4) Señal de trabajo. Señal que se le debe de dar a la máquina para ejecutar un ciclo completo de funciones específicas.

5) **Controlador de fluido.** Elemento que se encargará de dar paso o cerrar el paso al fluido hidráulico.

6) Fuerza de compresión. Requerimiento principal de la máquina para realizar un óptimo trabajo.

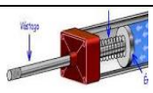
7) Modo de recuperación. Es necesario tener un mecanismo de recuperación para que la máquina siga con su ciclo.

8) Sistema de bloqueo. Sistema que permitirá a la máquina reiniciar el proceso cada vez que esta culmine un ciclo de trabajo.

9) Descarga. Esta etapa describirá como la máquina entrega el producto casi terminado.

10) **Sistema de corte.** Una vez el producto procesado se necesita cortar en a la medida adecuada.

Tabla 4.3 Tabla de matriz morfológica.

Diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa ladrillos imperio.			
Funciones	Portadores de funciones: Principios de solución		
	S1	S2	S3
Señal de marcha	Pulsador hibrido	Selector dos posiciones	Control HIM
Fuerza motriz	Equipo hidráulico		
Alimentador de materia prima	Forma manual	Faja transportadora	
Señal de trabajo	Pulsador de marcha	Pulsador de pie	
Controlador de fluido	Solenoide hidráulico		
Fuerza de compresión	Cilindro hidráulico		
Modo de recuperación	 Acción de un resorte	Pistón de doble efecto	Mediante contrapesa
Sistema de bloqueo	Temporizador	Sensores fotoeléctricos	Final de carrera hidráulico
Descarga	Faja transportadora		
Sistema de corte	Manual	Corte automático	

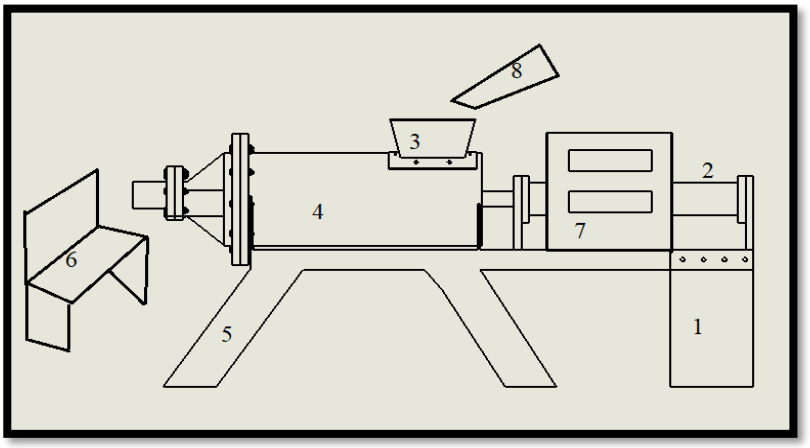
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Descripción de alternativas de solución.

4.5.1 Alternativa de solución 1

Para dar inicio a la jornada de trabajo es necesario pulsar el botón verde en el tablero de control (7), con esta señal se encenderá la bomba hidráulica (1) generando un recorrido suave del fluido hidráulico entre la succión y el retorno, una vez puesta en marcha la máquina estará listo para su uso, se llena manualmente la mezcla de arcilla (8) y arena en la tolva (3), esta a su vez cae dentro de la cámara de extrusión (4) y mediante otro pulsador ubicado cerca al operador (7) se da inicio al proceso de extrusión, un selenoide abre el paso de fluido a la entrada A del sistema y dirige el fluido hidráulico hacia el cilindro (2), entonces comprime el cilindro hidráulico y genera un flujo de materia por la boquilla (4) transcurrido un tiempo pre programado y pre calibrado un temporizador detiene el recorrido y le da paso a otro temporizador para que inicie el retorno de esta forma un segundo selenoide que abre el paso a la entrada B del sistema, deja entrar el fluido el cual genera presión en dirección contraria de tal forma que el cilindro hidráulico por efecto de esta presión se retrae, de esta manera cumple un ciclo de trabajo, pero para terminar el proceso se considera una cortadora automática (6) que está ubicado a la salida donde se ubica el molde para hacer los cortes que sean necesarios.

Figura 4.8 Dibujo de la solución 1.

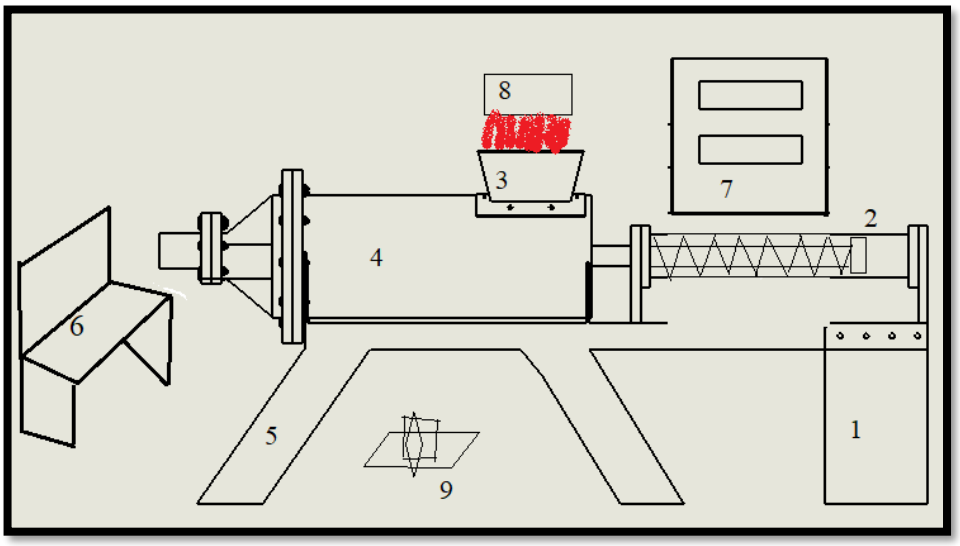


Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Alternativa de solución 2

En este caso el operador utiliza un selector de dos posiciones (7), la máquina se prende al girar en 1 y se apaga al posicionarlo en 0, una vez prendido el equipo hidráulico la máquina extrusora está listo para realizar su trabajo, por lo que se procede a alimentar con material a la máquina extrusora para este fin se valdrá de una faja transportadora (8) cuyo final estará exactamente situado en la boca de la tolva (3) de la máquina extrusora, con la faja transportadora funcionando y alimentando de material a la extrusora el operario da la señal con el pie donde se ubica un pulsador (9) para ejecutar el proceso de extrusión, se activa un selenoide quien a su vez le da paso al fluido para que entre en el cilindro hidráulico (1) y se comprime el material, de esta forma se genera un flujo de mezcla de arena y arcilla hacia el exterior, para recuperar el pistón a su estado inicial se aprovecha la fuerza de reacción que genera un resorte de compresión (2), para que esta acción se realice sin problemas necesitamos contar con una señal eléctrica proporcionada por un sensor fotoeléctrico posicionado adecuadamente, finalmente ya en la salida se debe ubicar una persona provista de una herramienta de corte para darle forma a lo que será un ladrillo pastelero (6).

Figura 4.9 Dibujo de la solución 2.

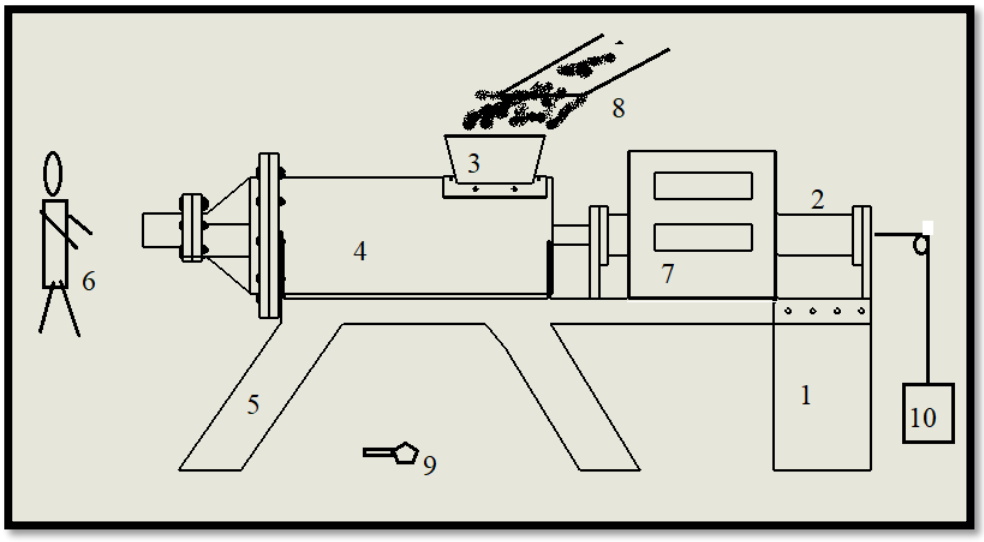


Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Alternativa de solución 3.

La alternativa 3 contempla una solución que se adentra más en el campo electrónico, según esta línea de solución la primera orden de encendido será mediante una pantalla HMI (7), una vez encendido el equipo hidráulico estará lista para realizar su proceso, por lo tanto, es necesario alimentar la máquina extrusora con la mezcla de arcilla y arena, este proceso estará a cargo de una faja transportadora (8) que llevara la mezcla de arcilla y arena procesada hasta la tolva (3) de la máquina extrusora, una vez llenado la cámara de compresión (4) de la extrusora el operador presiona con el pie un pulsador (9) y automáticamente la máquina realiza el proceso de comprimir y retorna a su estado inicial de forma automática gracias a la acción de un final de carrera hidráulico mecánico, ayudado por la fuerza de una contra pesa (10), a presión que ejerció el cilindro hidráulico hace que la mezcla de arcilla y arena se comprima y haya un flujo de material a medida crece el valor de la presión, por la boquilla de la extrusora se obtiene una tira de material formada lo que será un ladrillo pastelero, finalmente una persona estará encargado de cortar pedazos de esta tira para darle su forma ultima al ladrillo (6).

Figura 4.10 Dibujo de la solución 3.



Fuente: Elaboración propia

4.6 Evaluación técnica y económica.

4.6.1 Alternativas de solución.

Evaluaremos las alternativas de solución en base a catorce criterios muy utilizados y funcionales en el campo del diseño.

Tabla 4.4 Criterios de evaluación técnica.

Función.	Cuan fácil o complicado podría ser un proceso de extrusión.
Geometría.	Debido a que la empresa Ladrillos Imperio cuenta con una planta de 5000 metros cuadrados no tenemos limitación en cuanto al tamaño de la máquina.
Cinemática.	Las consideraciones que debe tener la máquina para realizar movimiento sencillos y oportunos
Fuerza.	La capacidad que debe tener una máquina para un correcto funcionamiento
Energía.	Un correcto uso de la energía es fundamental para tener éxito en el diseño.
Materia.	Tener en cuenta la composición de la materia ayudara a dimensionar mejor los componentes de la máquina.
Tecnología	Herramientas, maquinarias y conocimiento humano disponible.
Seguridad.	Brindar elementos de seguridad que garanticen su funcionamiento sin riesgos
Ergonomía	Entorno optimo donde se realizará los diferentes trabajos, comodidad del personal y facilidad de maniobra
Fabricación	Utilizar materiales de calidad reconocida para su elaboración.
Montaje	Jornada en el cual el personal operario debe de ensamblar las piezas que componen el sistema, este proceso debe estar supervisado y de acuerdo a los manuales y planos existentes
Trasporte	Proceso en la cual se debe de trasladar la máquina de un punto a otro, utilizando transporte sobre rudas o personas.
Uso	La máquina debe pasar una prueba respectiva y demostrar el funcionamiento óptimo de acuerdo a las necesidades del cliente
Mantenimiento	Garantiza el mantenimiento preventivo dentro de los tres meses.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5 Evaluación técnica.

N°	Criterio de evaluación		Proyecto							
			Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución ideal	
		G	P	GP	P	GP	P	GP	P	GP
1	Función	3	3	9	3	9	3	9	4	12
2	Geometría	1	2	2	2	2	2	2	4	4
3	Cinemática	3	3	9	3	9	3	9	4	12
4	Fuerza	3	4	12	4	12	3	9	4	12
5	Energía	3	4	12	2	6	3	9	4	12
6	Materia	2	4	8	3	6	2	4	4	8
7	Tecnología	3	3	9	2	6	2	6	4	12
8	Seguridad	3	3	9	3	9	2	6	4	12
9	Ergonomía	2	2	4	2	4	2	4	4	8
10	Fabricación	3	3	9	2	6	2	6	4	12
11	Montaje	2	4	8	2	4	3	6	4	8
12	Transporte	2	3	6	2	4	3	6	4	8
13	Uso	3	3	9	3	9	2	6	4	12
14	Mantenimiento	3	3	9	3	9	2	6	4	12
	TOTAL			115		95		88		144
Para el criterio P: 4 = ideal; 3 = cumple muy bien; 2 = cumple bien; 0 = no cumple Para el criterio G: 3 = muy importante; 2 = importante; 1 = poco importante										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.6 Criterios de la evaluación económica conceptos.

Costo de material	La importancia de conseguir un buen material a un corto bastante accesible
costo de fabricación	La cantidad de gasto económico que implicará concebir la maquina en su conjunto.
Costo de mano de obra.	Cual va ser el valor económico a remunerar por los trabajos que se realizaran.
Costo de montaje.	Valor económico que ha de gastarse en la instalación de la máquina en el lugar indicado.
Costo de mantenimiento	Durante la vida útil de la maquina cuanto significara hacer un mantenimiento preventivo y/o correctivo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.7 Evaluación económica

N°	Criterio de evaluación		Proyecto							
			Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución ideal	
		G	P	GP	P	GP	P	GP	P	GP
1	Costo de material	3	3	9	4	12	3	9	4	12
2	Costo de fabricación	3	3	9	4	12	2	6	4	12
3	Costo de mano de obra	3	4	12	2	6	2	6	4	12
4	Costo de montaje	3	4	12	2	6	2	6	4	12
5	Costo de mantenimiento	3	4	12	2	6	2	6	4	12
	Total			54		42		33		60
Para el criterio P: 4 = ideal; 3 = cumple muy bien; 2 = cumple bien; 0 = no cumple Para el criterio G: 3 = muy importante; 2 = importante; 1 = poco importante										

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de haber hecho las evaluaciones técnico económico que se muestra en la tabla 4.6 y 4.7 consideraremos como aceptable aquellos valores que superen 0.6, en la tabla 4.5 juntaremos estos resultados para hacer un análisis dentro de un plano cartesiano.

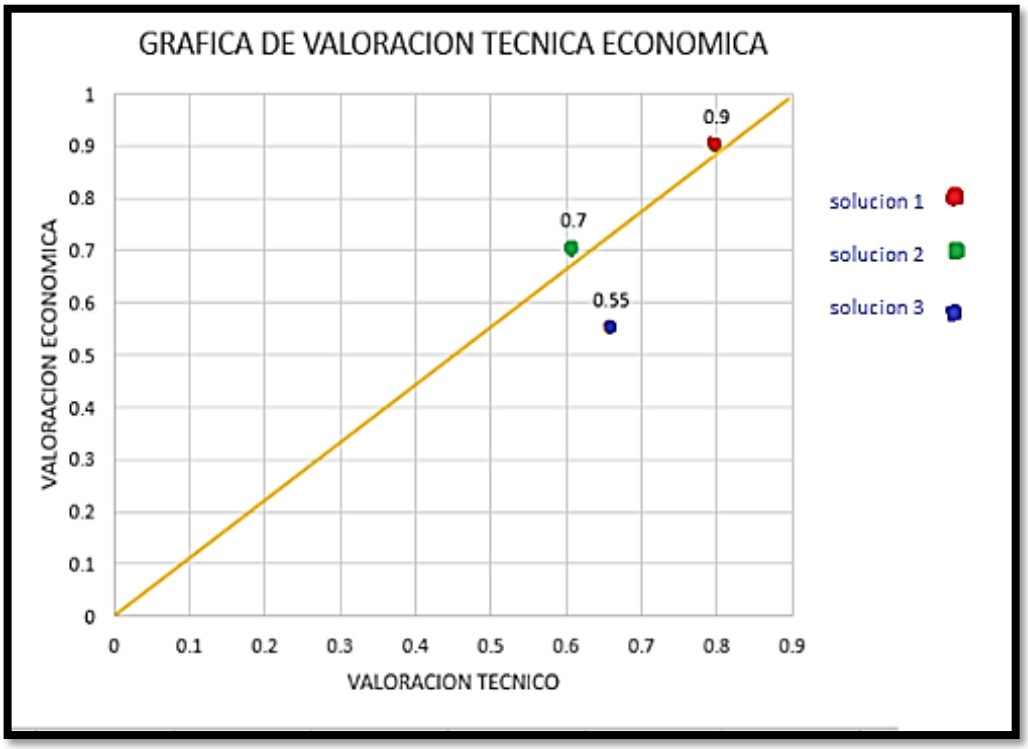
Tabla 4.8 Valores relativos de la evaluación técnico económico.

Descripción	Eje x = (evaluación técnica)	Eje y = (evaluación económica)
Solución 1	$x_1 = 0.80$	$y_1 = 0.90$
Solución 2	$x_2 = 0.66$	$y_2 = 0.70$
Solución 3	$x_3 = 0.61$	$y_3 = 0.55$

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, realizaremos un plano cartesiano en donde ubicaremos el valor numérico de cada solución encontrada, el valor de las evaluaciones técnicas en el eje x y el valor de las evaluaciones económicas en el eje y, adicionalmente se trazará una recta pendiente de 45° con la finalidad de encontrar al resultado más próximo a esta línea un punto ideal para encontrar la solución óptima, en la tabla 4.3 la solución-1 está representada por el color rojo, la solución-2 por el color verde y la solución-3 por el color azul, se procede a ubicar los valores en el cuadro cartesiano y se traza la recta pendiente de color ámbar, finalmente se puede visualizar que el punto de color rojo es la más próxima a esta esta línea por lo tanto es correcto deducir que la solución representada por el color rojo es la más optima frente a las otras dos alternativas, a continuación, se hace la representación gráfica del concepto de solución óptima, para ello recurriremos al programa Excel de Microsoft Word, colocaremos los respectivos valores hallados y a continuación lo procesaremos, automáticamente tendremos la ubicación de los puntos y el resultado tal y cual se muestra en la figura 4.11.

Figura 4.11 Grafica de valoración técnico – económico.



Fuente: Elaboración propia.

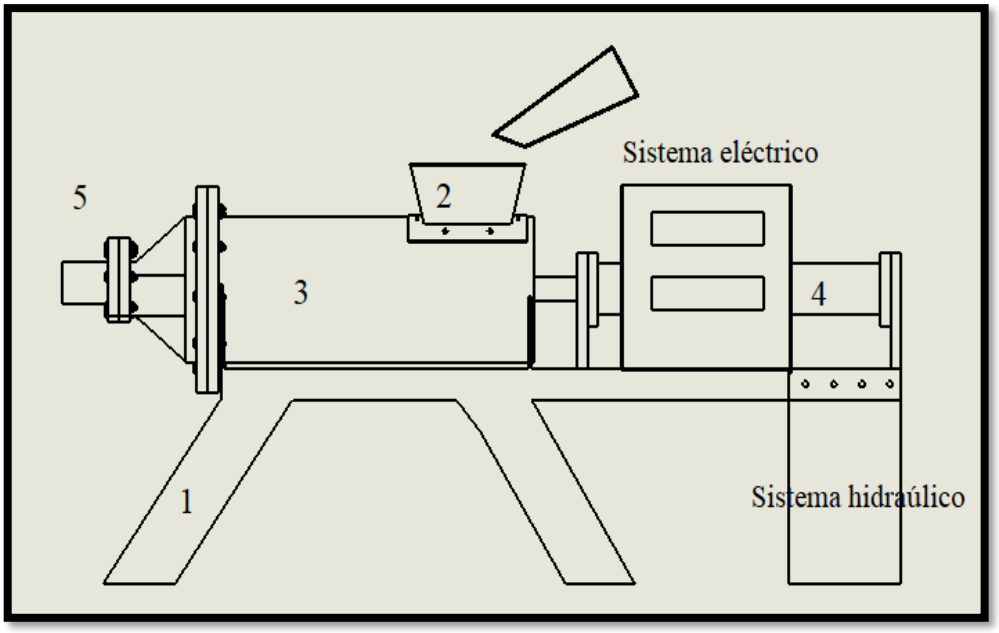
Por lo tanto, si solamente observamos la tabla 4.8, hay dos posibles soluciones que sobrepasan el valor de 0.6, la solución 1 y la solución 2, para escoger una de estas alternativas realizamos un plano cartesiano y una recta pendiente, donde observamos que la solución 1 es la más próxima a la línea diagonal de color amarillo que es la recta pendiente de 45°, apoyados en este grafico ahora sabemos que la opción que tomaremos como óptima es la solución 1.

4.7 Concepto de solución óptima.

A continuación, realizaremos una representación gráfica de la solución óptima, dentro de esta grafica no contempla medidas ni dimensiones, pero se puede describir algunas partes que se han enumerado de la siguiente forma: (1) base metálica de la maquina

extrusora hidráulica, (2) tolva, (3) cámara de extrusión, (4) cilindro hidráulico de doble efecto, (5) molde para ladrillo pastelero y los sistemas tanto eléctrico como hidráulico.

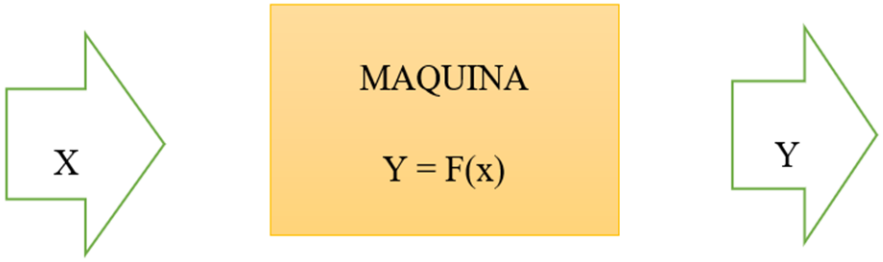
Figura 4.12 Representacion grafica de la solución óptima.



Fuente: Elaboración propia

4.8 Análisis de sensibilidad.

VARIABLE DEPENDIENTE VARIABLE INDEPENDIENTE



VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
Capacidad de la cámara de extrusión.	Capacidad de producción
Fuerza del cilindro hidráulico	Capacidad de compresión
Velocidad de producción	Material de extrusión

4.9. Consideraciones preliminares para la elaboración de ladrillos pasteleros.

Para entender y conocer las fuerzas y reacciones que intervienen en la elaboración de ladrillos pasteleros fue necesario observar a detalle la labor del personal que intervienen en esta actividad, analizar ocurrencias paso a paso de cómo es el proceso de la formación de ladrillos pasteleros, a continuación, se hace conocer estos detalles.

Masa de la persona 82 kg

Tamaño del molde 20cm x 20cm x 3cm

Tamaño del batidor 15cm de largo x 10cm de ancho, espesor 2mm

De estos datos podremos hallar la presión que ejerce una persona para compactar y darle forma a un ladrillo pastelero.

Formula (1)

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

Formula (2)

$$F = M\ x\ a$$

Donde:

P = Presión (Pa)

F = Fuerza (N)

M = Masa (Kg)

A = Área (m^2)

a = Aceleración de la gravedad (9,8 m/s^2)

Reemplazando en la formula (2) tenemos:

$F = M\ x\ a$

F =82Kg x 9,8 m/s^2

$F = 803.6\ N$ Resultado (4.1)

Ya teniendo el valor de la fuerza procedemos a calcular la presión.

Reemplazando en la formula (1) tenemos:

Para calcular el área de presión considerar las medidas del batidor, herramienta con la cual se genera presión en el material

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

$$P = \frac{803.6\ N}{15cm\ x\ 10cm}$$

$$P = \frac{803.6\ N}{150\ cm^2}$$

Convertir cm^2 a m^2, para obtener la presión en Pascales.

$$P = \frac{803.6\ N}{150\ cm^2}\ x\ \frac{10000cm^2}{1m^2}$$

= 53573.3 N/ $\boldsymbol{m^2}$

$P = 54\ KPa$ Resultado (4.2)

4.9.1 Análisis preliminar del proceso de extrusión mediante la máquina extrusora hidráulica semiautomática.

Anteriormente se hizo un análisis de elaboración de ladrillos pasteleros mediante la forma artesanal, ahora toca analizar mediante la forma de proceso semiautomático, se sabe por las exigencias que hay una necesidad de producir un mínimo de 700 ladrillos pasteleros en una hora de trabajo, ello implica una producción de 12 ladrillos cada minuto, suponiendo que tendremos 4 acciones de compresión en ese tiempo podemos deducir que será necesario producir 3 ladrillos por cada acción por lo tanto, la cámara de extrusión deberá de tener una capacidad de por lo menos 4 ladrillos pasteleros, partiendo de esa premisa tenemos:

$V = e/t$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

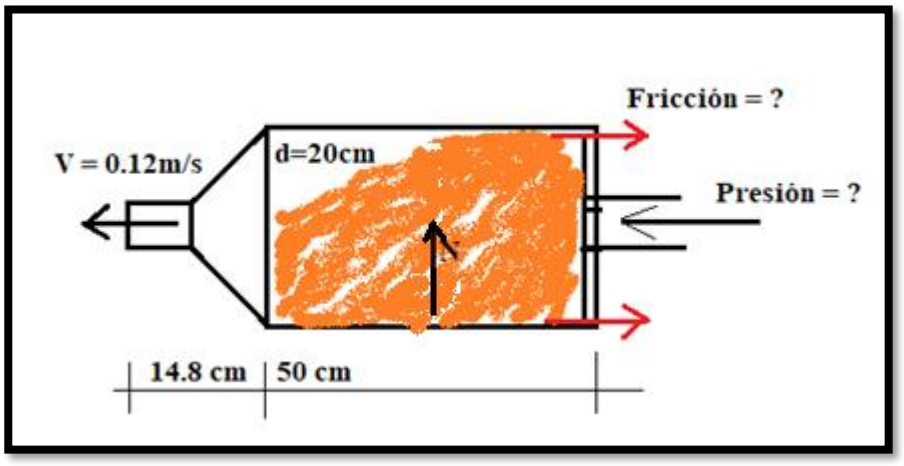
e = Espacio recorrido (m)

t = Tiempo (s)

reemplazando tenemos:

$V = 0.60/5$ $V = 0.12$ m/s

Figura 4.13 Diagrama de cuerpo libre para la extrusora hidráulica.



Fuente: Elaboración propia

La masa de un ladrillo pastelero estará dada por su volumen y la densidad de su material, entonces tenemos:

$m = V \times \rho$

Tabla 4.9 Densidad de la arcilla (norma ASTM D-854-83)

Material	Valor de la densidad
Arcilla	1.890 g/cm^3

Fuente: Departamento de Ingeniería del Terreno, universidad de Catalunya

Reemplazando valores tenemos:

m = 0.20m x 0.20m x 0.03m x 1890kg/m^3

m = 2.268 Kg

Entonces la masa final será.

m = 2.268 x 4

m = 9.072 Kg

ya conociendo la masa podemos encontrar la fuerza de fricción para ello nos apoyaremos en la fórmula siguiente.

$f = \mu \times N$

Donde:

f = Fuerza de fricción (N)

μ = Coeficiente de fricción

N = Fuerza normal (N)

Tabla 4.10 Factor de fricción entre el acero y arcilla arenosa.

Material de interfaz	Factor de fricción	Angulo de fricción
Acero y arcilla arenosa	0.25	14

Fuente: https://www.finesoftware.es/ayuda-en-linea/geo5/es/tabla-de-factores-de-friccion-de-diferentes-materiales-01/

Reemplazando valores tenemos:

$f = 0.25 \times 9.072\ Kgx\ 9.8\ m/s^2$

f =22.23N

Ahora calcularemos la presión necesaria.

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

Reemplazando tenemos:

$$P = \frac{110.7\ N}{0.031\ m2}$$

$$P = 3570.97\ Pa$$

Conclusión:

De los cálculos preliminares realizados en el sub capítulo 4.9 se concluye que para darle forma a un ladrillo pastelero es necesario emplear una presión de 54 KPa, sin embargo, estudios anteriores realizados por fabricantes que tienen permanencia dentro del mercado demuestran que la presión adecuada de trabajo en extrusores a tornillo es de 2 a 2.5 MPa, por su parte Chapoñan Peché Carlos E. y Rojas Pérez Jhan C. En su tesis "Diseño de una máquina extrusora de ladrillos con una capacidad de 1000 ladrillos/hora para la fábrica de ladrillos Lark – Lambayeque", concluye que la presión adecuada es de 2.5 MPa por lo tanto, siguiendo este lineamiento la máquina extrusora de ladrillos pasteleros será diseñada para soportar una presión de 2.5 MPa.

4.10 Consideraciones de la máquina extrusora de ladrillos pasteleros.

Para la ejecución de nuestro diseño es importante reconocer los elementos que han de ser fabricados y adquiridos, a continuación, se realiza la tabla 4.11 en donde se nombra aquellos elementos que han de ser fabricados dentro del taller y elementos que han de ser

comprados en el mercado ya sea local y/o nacional, se consideran cantidades cuantitativas que servirán de referencia para una lista de adquisiciones en el futuro.

Tabla 4.11 Lista de elementos para fabricar y seleccionar.

Elementos a fabricar	**Cant.**	**Elementos a seleccionar**	**Cant.**
Molde para ladrillos pastelero.	1	Equipo hidráulico (incluye motor eléctrico, bomba hidráulica, válvula 4/3)	1
Cámara de extrusión	1	Cilindro hidráulico de doble efecto	1
Tolva de alimentación	1	Manguera de alta presión	2
Base, soporte de la máquina extrusora	1	Temporizador eléctrico	2
		Componentes eléctricos de fuerza y mando	1
		Pernos y turcas	25
		Arandelas	25

Fuente: Elaboración propia

4.10.1 Diseño del molde formador de ladrillos pasteleros.

Para el diseño del molde tomaremos en cuenta las medidas del ladrillo pastelero, la presión a la cual estará sometida el material metal con la cual se le dará forma al molde formador de ladrillos pasteleros, y posteriormente las características que debe tener el material para garantizar su correcto funcionamiento en el tiempo.

Como datos tenemos:

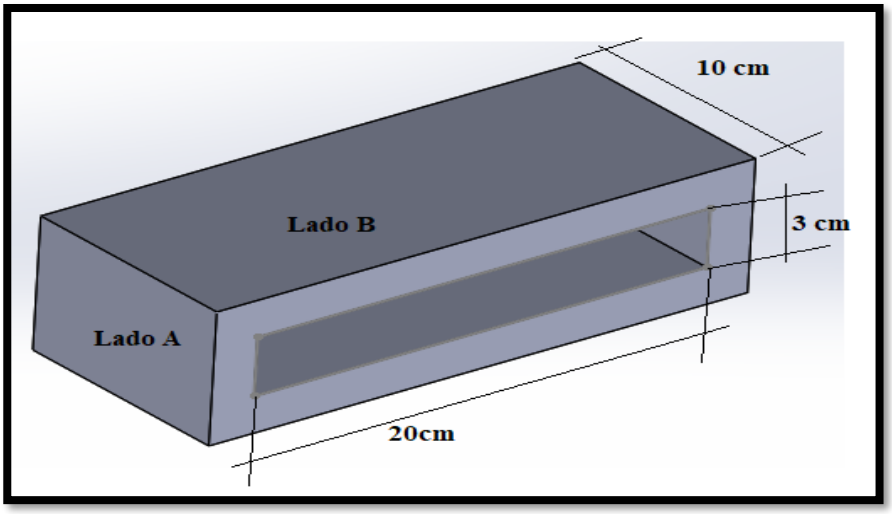
Medidas de un ladrillo pastelero. 20cm x 20cm x 3cm.

Presión del sistema 2.5 MPa

Con estos datos se asume que la medida interior del molde debe ser 20cm de ancho y 3cm de alto, el acero que debe utilizarse tendrá que soportar como mínimo 2.5 MPa, por

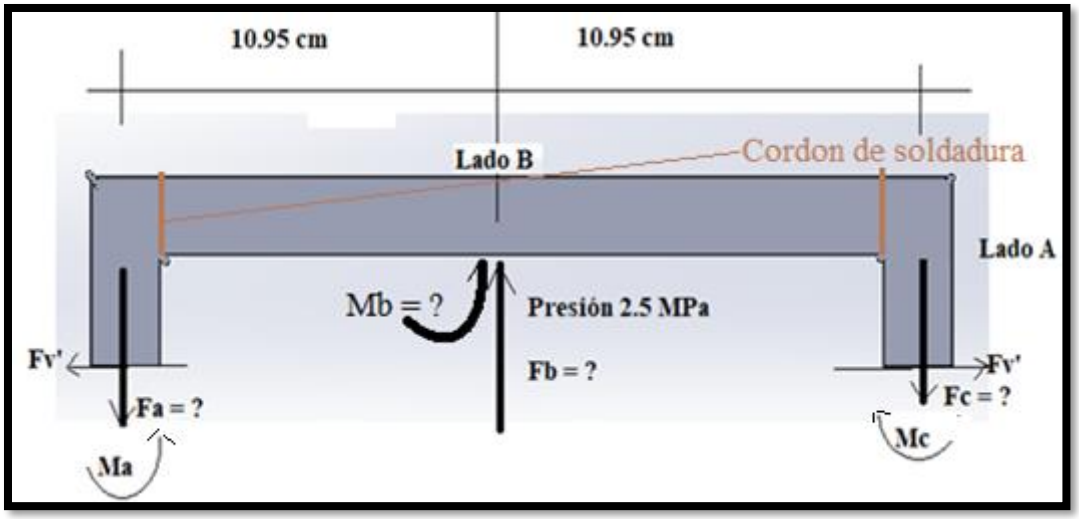
condiciones que se explican en las conclusiones del sub título 4.9, a continuación, se realiza un dibujo del molde formador de ladrillos pasteleros y luego un diagrama de cuerpo libre.

Figura 4.14 Dibujo del molde formador de ladrillos pasteleros



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15 Diagrama de cuerpo libre para el molde formador



Fuente: Elaboración propia.

Al observar detalladamente el DCL, se deduce que el punto crítico de nuestro análisis está en el lado B con una luz de 20 cm entre apoyos, mientras que el lado A tiene una luz entre apoyos de 3cm, por lo tanto, se realizan los cálculos correspondientes con relación al lado B.

Desarrollando tenemos.

Presión = 2.5 MPa

Distancia B = 20 cm (0.2 m)

Ancho (C) = 10 cm (0.1 m)

Área = B x C = 0.02 m^2

Nos apoyaremos en la fórmula (1)

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

Reemplazando valores:

$$2.5 \text{ x } 10^6 \text{ N}/m^2 \; x = \frac{F}{0.02 \; m^2}$$

Despejando obtenemos el valor de la fuerza:

$$\text{Fb} = 50000 \; N$$ Resultado (4.3)

Con este resultado podemos encontrar el valor del espesor de la plancha metálica.

Calculo para hallar el espesor de la plancha.

Formula (3)

$$\sigma = \frac{\text{Mx C}}{\text{I}}$$

Donde:

σ = Esfuerzo

M = Momento flector

C = Distancia del eje neutro

I = Momento de inercia

Hallando el momento flector.

Formula (4)

Mb = F x d

Donde:

M = Momento flector

F = Fuerza

d = Distancia

Reemplazando tenemos:

Mb = 50000N x 0.1m

Mb = 5000 N x m Resultado (4.4)

Tenemos el valor del momento flector, ahora nos falta saber el esfuerzo permisible, el cual lo calculamos a continuación.

Fórmula (5)

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_{ult}}{fs}$$

Donde:

σ_{per} = Esfuerzo permisible (Pa)

σ_{ult} = Esfuerzo último a la fluencia (Pa)

fs = Factor de seguridad

De acuerdo a las recomendaciones de la Norma ANSI (1995) el factor de seguridad para un diseño mecánico donde interviene una persona (operador) cerca o alrededor de la máquina debe ser mayor o igual a 3, condicionando criterios de probabilidades en rangos de muy grave, grave y leve. Para el caso del desarrollo de la tesis consideramos 3 como factor de seguridad por tratarse de un evento leve de ocurrir un accidente.

Reemplazando en la fórmula (5) tenemos:

$$\sigma_{p\epsilon r} = \frac{\sigma_{ult}}{fs}$$

$$\sigma_{p\epsilon r} = \frac{1300\ MPa}{3}$$

$$\sigma_{p\epsilon r} = 433.3\ MPa \qquad \text{Resultado (4.5)}$$

Entendiendo la formula (3) tenemos:

$$\sigma = \frac{Mx\ C}{I}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

Por tratarse de un rectángulo

$$I = \frac{1}{12}\ x\ bx\ h^3$$

Momento de inercia de un rectángulo.

Donde:

B = Base del rectángulo (m)

h = Altura del rectángulo (m)

Reemplazando en la fórmula (3) tenemos

$$433.3 \text{ x } 10^6 \text{Pa} = \frac{5000 \text{ N. m x} \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} \text{ x bxh}^3}$$

De esta ecuación conocemos el valor de (b) 20 cm y con ello podemos calcular el valor de h, el cual nos dará el valor del espesor de la plancha.

Despejando h, tenemos:

$$h^2 = \frac{5000 \text{ N. m x12}}{1 \text{ x } 2 \text{ x } 0.20\text{m x } 433.3 \text{ x } 10^6 \text{N/m}^2}$$

$$h^2 = \frac{60000 \text{ N. m}^3}{173320000 \text{ N. m}}$$

$$h^2 = 0.00035 \text{ m}^2$$

$$h = 0.0187\text{m}$$ Resultado (4.6)

Tabla 4.12 Dimensiones de la plancha Raex 500

Dimensiones	Peso teórico en Kg/plancha				
	4x8 pies	8x24 pies	1,500 x 6.000 (mm)	2,500 x 2,000 (mm)	3,000 x 12,000 (mm)
1/4”	148.19	889.5	448.63		
5/16”	185.24	1,111.44	560.78		2,243.14
3/8”	222.29	1,333.72	672.94		2,691.77
1/2"	296.38	1,778.30	897.26		3,589.02
5/8”	370.60	2,223.57	1,121.92		4,487.69
3/4"	444.57	2,667.45	1,345.88	4,486.28	5,383.53
1”	592.77	3,556.60	1,794.51		7,178.04

Fuente: https: //www.acerosarequipa.com/default/files/Fichas /2020-11/36

Con este dato de la tabla 4.12, podemos estar seguros que la empresa Aceros Arequipa tiene el material necesario para la manufactura del molde formador de ladrillos pasteleros.

Cálculo de la soldadura.

$$f_v = \frac{F_u}{\sqrt{3}x\beta w \times y_M}$$

Donde:

f_v = Resistencia de la soldadura (N)

F_u = Reistencia a traccion del acero Raex 500 (MPa)

βw = coeficiente de correlacion del metal a soldar

y_M = coeficiente parcial de seguridad de la union soldada

Tabla 4.13 Características técnicas para el acero Raex 500

Resistencia a la tracción F_u (MPa)	Coeficiente de correlación (βw)	Coeficiente parcial de soldadura a partir de (E)
1,600	0.88	1.25

Fuente: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/calculo-uniones-soldadas

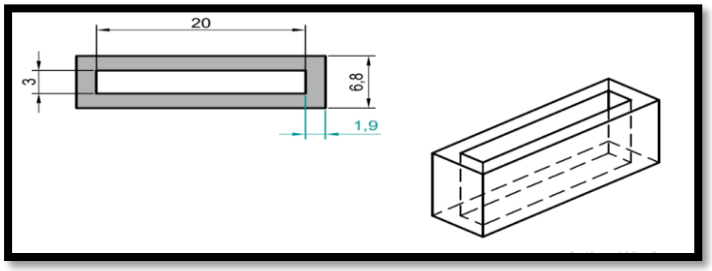
Reemplazando valores.

$$f_v = \frac{1600\ x\ 10^6 Pa}{\sqrt{3}\ x\ 0.88\ x\ 1.25}$$

f_v = 839,8MPa

Este valor obtenido demuestra que es totalmente viable realizar una soldadura para unir esta pieza, se recomienda realizar un chaflan de 35° para tener mejores resultados, realizar una soldadura a tope en todo el material.

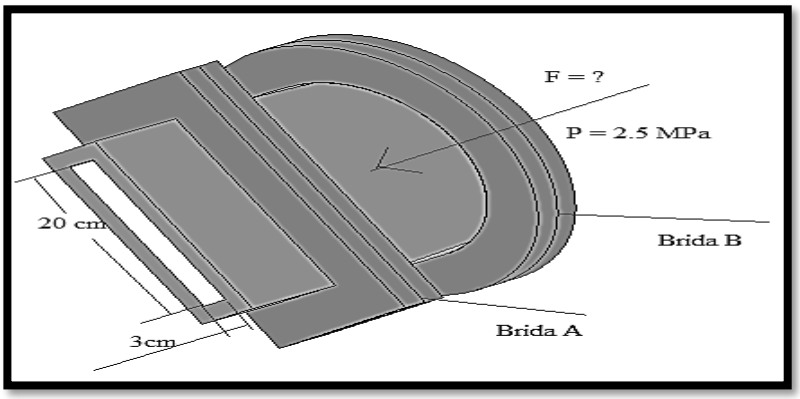
Figura 4.16 Molde formador de ladrillos pasteleros con medidas.



Fuente: Elaboración propia

Para que este molde vaya correctamente montado en la maquina debe tener un mecanismo de sujeción, este mecanismo debe tener la geometría exacta a lo que será la cámara de extrusión a la cual ira pegada, también como se ha estipulado en las exigencias debe tener un diseño que permita un montaje y mantenimiento eficaz.

Figura 4.17 Representación del molde formador de ladrillos pasteleros.



Fuente: Elaboración propia.

Para encontrar el valor de la fuerza tenemos como dato:

Base del molde = 20 cm = (0.20 m)

Altura del molde = 3 cm = (0.03m9

Presión = 2.5 MPa

Área = b x a = 0.006m^2

Reemplazando en la fórmula (1)

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

$$2.5 \times 10^6 \ N/m^2 = \frac{F}{0.006 \ m^2}$$

Despejando tenemos

$$F = 2.5\ x\ 10^6 \frac{N}{m^2} x\ 0.006\ m^2$$

$$F = 15000N \qquad \text{Resultado (4.7)}$$

Ahora necesitamos saber el área de contacto que permitirá soportar la acción de esta fuerza, para seguir con el cálculo recurrimos al resultado (4.5) que nos da el valor del esfuerzo permisible del material que estamos utilizando ($\sigma_{p\epsilon r} = 433.3\ MPa$).

Fórmula (6)

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

Remplazando valores en la formula (6)

$$433.3\ x \frac{10^6 N}{m} = \frac{15000N}{A}$$

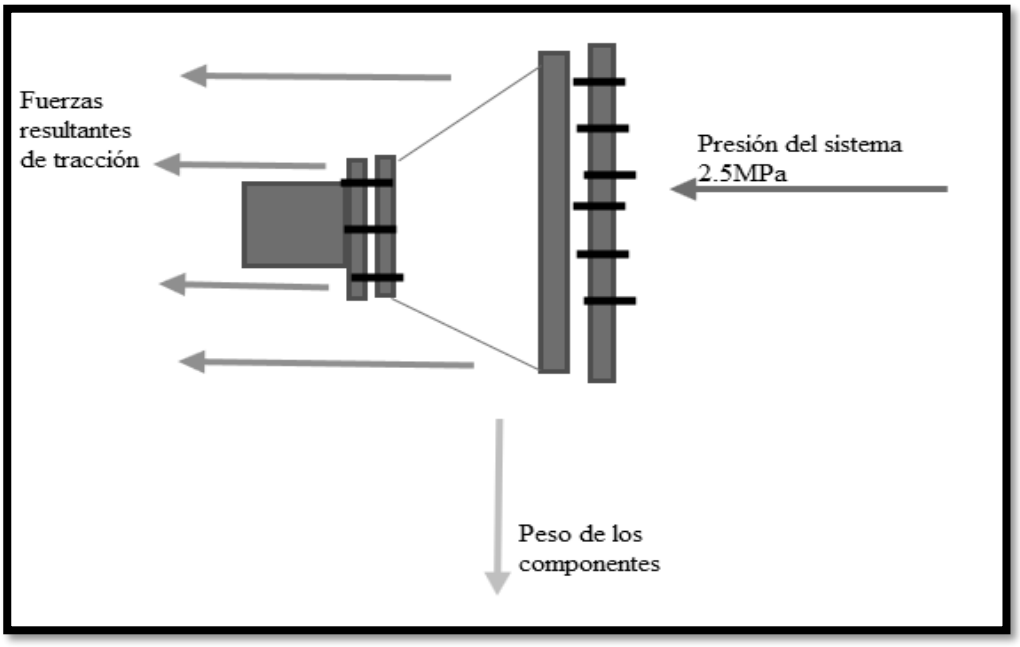
Despejando A tenemos

$$A = \frac{15000N}{433.3\ x\ 10^6\ N/m}$$

$$A = 0.000035m^2 \qquad \text{Resultado (4.8)}$$

Ya sabiendo el valor del área de contacto mínimo que debe tener la pestaña de nuestra brida, ahora es necesario dimensionar los pernos de sujeción, para entender mejor las solicitaciones para los pernos analizaremos el diagrama de cuerpo libre en la figura 4.18.

Figura 4.18 Grafica del molde formador de ladrillos pasteleros.



Fuente: Elaboración propia.

Al observar el Diagrama de cuerpo libre notamos dos fuerzas existentes, una fuerza de tensión y otra fuerza de corte, la primera con una magnitud proveniente de la presión que ejerce el sistema y la segunda proveniente del peso del material cuyo valor no se tomara en cuenta.

Formulas en las cuales nos apoyaremos.

Esfuerzo admisible para pernos.

Fórmula (7)

$$\sigma adm = \frac{F_x k}{Acir} \times f_s$$

Fórmula (8)

$$Dnuc = \frac{4xkxf}{\sigma adm\ x\ \pi} \times f_s$$

Donde:

σadm = Esfuerzo admisible (N/m^2)

$Dnuc$ = Diámetro del núcleo (m)

Acir = Área del circulo (m^2)

F = Fuerza (N)

K = Coeficiente de tensado

Fs = Factor de seguridad

Reemplazando valores en la fórmula (7)

$$\sigma adm = \frac{F_x k}{Acir} \times f_s$$

$$345.2\ x\ \frac{10^6 N}{m^2} = \frac{15000 N_x 1.4}{Acir} \times 3$$

$$Acir = \frac{15000 N_x 1.4}{345.2\ x\ \frac{10^6 N}{m^2}} \times 3$$

$Acir = 0.00018\ m^2$ Resultado (4.9)

Con este dato hallaremos el diámetro nominal del perno.

$$\mathrm{A}cir = \frac{\pi x D^2}{4}$$

Reemplazando valores.

$$0.00018\mathrm{m}^2 = \frac{3.1415\mathrm{xD}^2}{4}$$

Despejando y resolviendo.

$$D^2 = \frac{4\ x\ 0.00018 m^2}{3.1415}$$

$$\mathrm{D}^2 = 0.00023\mathrm{m}^2$$

$$\mathrm{D} = 0.015\mathrm{m}$$ Resultado (4.10)

Por motivos de diseño consideraremos el perno SAE 1030 M10 x 1.25 x 70.

Conclusión:

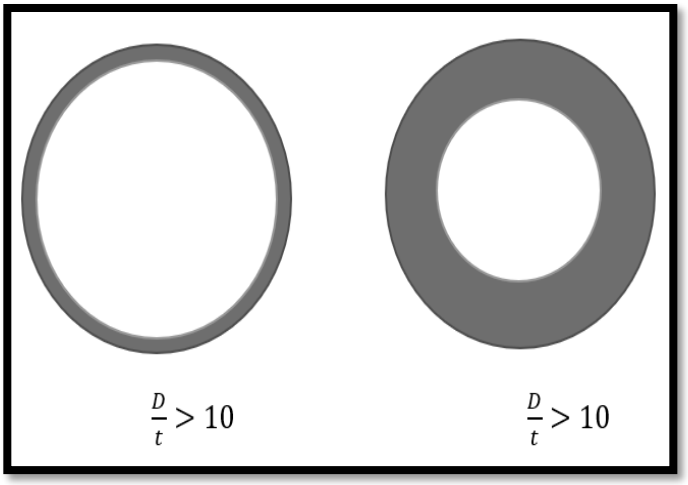
Para la construcción del molde formador de ladrillos pasteleros se utilizará una plancha metálica Raex 500 de un área de 1982.5 cm^2

Para sujetar las bridas utilizaremos pernos cabeza hexagonal acero SAE grado 2, M10 x 1.25 x 70, se ha tomado esta medida como valida por razones de diseño y por los resultados de las inspecciones visuales realizadas a las máquinas que tienen uniones bridadas las cuales no siempre están con los pernos completos ni ajustados correctamente.

4.10.2 Diseño de la cámara de extrusión.

Para el diseño de la cámara de extrusión se tiene el tubo Hardox a quien se hará el respectivo análisis.

Figura 4.19 Cilindro de pared delgada y cilindro de pared gruesa.



Fuente: https:/esfuerzos-recipientes-a-presión-pared-delgada/.

Realizando el cálculo correspondiente para saber si el recipiente que se propone es de pared delgada o de pared gruesa.

Datos:

Espesor del tubo Hardox 19mm

Diámetro interior del tubo 20 cm (equivalente al diámetro interior del molde formador de ladrillos pasteleros).

Desarrollo:

Fórmula (10)

$$\frac{D}{t} > 10$$

Donde:

D = Diámetro exterior (cm)

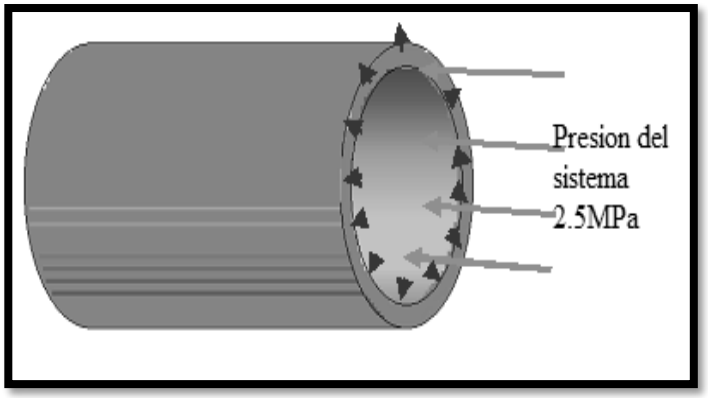
t = Espesor de la plancha (cm)

Reemplazando.

23.8 / 1.9 > 12.53 Resultado (4.11)

El resultado, indica que estamos frente a un recipiente de pared delgada.

Figura 4.20 Recipiente de pared delgada.



Fuente: Elaboración propia

Hallando el volumen de un ladrillo pastelero.

Se sabe las medidas de un ladrillo pastelero 20cm x 20cm x 3cm

Entonces tenemos que:

El volumen de un ladrillo pastelero es de 1200 cm^3

1200 cm^3 x 4 veces = 4800 cm^3

Esta es la capacidad que debiera tener la cámara de extrusión.

Por consiguiente, calcularemos la cámara de extrusión, para ello recurriremos a la fórmula de volumen de un cilindro.

Fórmula (11)

$$V_c = \frac{\Pi \times d^2}{4} \; x \; h$$

Donde:

Vc = Volumen de un cilindro (cm^3)

D = Diámetro interior del cilindro (cm)

h = Altura del cilindro (cm)

Sabemos que:

El volumen del cilindro deberá ser 4800 cm^3.

El diámetro interior del cilindro deberá ser 20 cm para encajar con el molde.

Por lo tanto, reemplazando en la formula (13) tenemos.

$$V_c = \frac{\Pi \times d^2}{4} x^h$$

$$4800cm^3 = \frac{3.1415 \times (20cm)^2}{4} x^h$$

Despejando h.

$$h = \frac{4x4800cm^3}{3.1415 \times (20cm)^2}$$

$h = 15.28\ cm$ Resultado (4.12)

Con este resultado es correcto asumir, que la longitud que debe tener la cámara de extrusión como mínimo debe ser de 15.28 cm.

Ahora toca comprobar si el espesor de nuestro tubo Hardox soportará las exigencias del sistema, para tal caso.

Nos apoyaremos en las siguientes formulas:

Fórmula (12) esfuerzo longitudinal

$$\sigma l = \frac{Pxr}{t}$$

Fórmula (13) esfuerzo radial

$$\sigma r = \frac{Pxr}{2xt}$$

Donde:

σl = Esfuerzo longitudinal (Pa)

σr = Esfuerzo radial (Pa)

P = Presión del sistema (Pa)

r = Radio del cilindro (m)

t = Espesor (m)

Reemplazando en la formula (12) tenemos.

$$\sigma l = \frac{Pxr}{t}$$

$$\sigma l = \frac{2.5\ x\ \frac{10^6 N}{m^2}\ x\ \frac{0.238m}{2} - 0.019m}{0.019m}$$

$$\sigma l = \frac{2.5\ x\ \frac{10^6 N}{m^2}\ x\ \frac{0.238m}{2} - 0.019m}{0.019m}$$

$\sigma l = 13157894.74$ N/m^2

$\sigma l = 13.16MPa$ Resultado (4.13)

Reemplazando en la formula (13) tenemos.

$$\sigma r = \frac{Pxr}{2xt}$$

$$\sigma r = \frac{2.5\ x\ \frac{10^6 N}{m^2}\ x\ \frac{0.238m}{2} - 0.019m}{2\ x\ 0.019m}$$

$\sigma r = 6578947.368$ N/m^2

$\sigma r = 6.6$ MPa Resultado (4.14)

4.10.3 Diseño de la tolva.

Se tiene:

Volumen del ladrillo pastelero 20cmx20cmx3cm = 1200$\boldsymbol{cm^3}$

Factor de vacío 40% de 1200$\boldsymbol{cm^3}$ = 480 $\boldsymbol{cm^3}$

Volumen total a considerar 1680 cm^3

De las recomendaciones antes descritas se propone.

La forma geométrica de la tolva será trapezoidal con una base rectangular de 12 cm de ancho x 15 cm de largo, mientras que la base mayor tendrá una medida de 12 cm de ancho x 20 cm de largo, se propone estas medidas arbitrarias con la finalidad de encajar con la cámara de extrusión, Por lo tanto, necesitamos saber la altura que tendrá la tolva para ello recurriremos a la formula siguiente.

Fórmula (14)

$$V = \frac{1}{3} x \left(A_B + A_b + \sqrt{A_B \times A_b}\right) x h$$

Donde:

V = Volumen

A_B = Área base mayor

A_b = Área base menor

H = Altura

Despejando la formula (14) tenemos:

$$h = \frac{v\ x\ 3}{\left(A_B + A_b + \sqrt{A_B \times A_b}\right)}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$h = \frac{1680 cm^3\ x\ 3}{\left(240 cm^2 + 180 cm^2 + \sqrt{240 cm^2 \times 180 cm^2}\right)}$$

$h = 8.03\ cm$ Resultado (4.15)

Ahora toca calcular el espesor que debe tener la plancha metálica para ello consideramos la siguiente formula:

Fórmula (15)

$$\text{Pmax} = \frac{\rho \text{ x g x D}}{(4 x \mu x k)}$$

Donde:

Pmax = Presión máxima (Pa)

ρ = Densidad del material (Kg/m^3)

μ = Coeficiente de fricción

k = Contante de compresión

g = Gravedad (m/s^2)

D = Perímetro mayor (m)

Tabla 4.14 Características de la mezcla de arcilla y arena

Características de la mezcla arcilla 70% y arena 30%	Densidad de la mezcla	Aceleración de la gravedad	Coeficiente de fricción	Constante de compresión
	1890 kg/m^3	9.8 m/s^2	0.35 tgδ	0.400

Fuente: Paredes Guerra J. "Revista diseño mecánico de tolvas "del 2017.

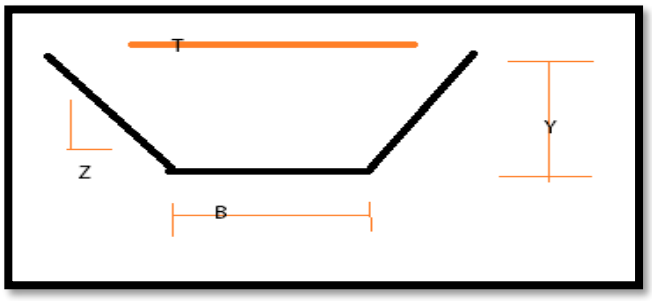
Reemplazando en la formula (15) tenemos:

$$Pmax = \frac{1890\ Kg/m^3 x\ 9.8\ \mathrm{m}/s^2 x\ 0.64m}{(4x0.35x0.400)}$$

$$Pmax = 21168\ Pa \qquad \text{Resultado (4.16)}$$

Por último, necesitamos el valor del radio hidráulico de la tolva.

Figura 4.21 Forma trapezoidal de la tolva



Fuente: Elaboración propia

Fórmula para hallar el radio hidráulico de la tolva.

Fórmula (16)

$$Rh = \frac{(b + ZxY)Y}{b + 2Y\sqrt{(1 + Z^2)}}$$

Para tal caso tenemos:

Altura de la tolva (Y) = 8.03 cm

Base menor (b) = 12 cm

Diferencia de medida (z) = 4 cm

Reemplazando en la formula (16) tenemos:

$$Rh = \frac{(12 + 4x8.03)8.03}{12 + 2x8.03\sqrt{(1 + 4^2)}}$$

$Rh = 4.53cm$ Resultado (4.18)

Con los resultados obtenidos calcularemos el espesor de la chapa metálica que se necesita para la construcción de la tolva, utilizaremos un acero ASTM A-36.

Tabla 4.15 Propiedades mecánicas Acero ASTM A-36

Norma	Límite de fluencia MPa	Resistencia a la tracción MPa	Alargamiento en 200 mm (%)	Doblado a 180°
ASTM A-36	250 min	400 – 550	20 min	Sin fisura

Fuente: https://www.acerosarequipa.com/categorias

Fórmula (17)

$$t = \frac{\text{Pmax x Rh}}{\sigma f}$$

Donde:

t = Espesor (m)

Pmax = Presión máxima correspondiente al resultado (5.17)

Rh = Radio hidráulico correspondiente al resultado (5.18)

σf = Límite e fluencia del acero

Remplazando valores en la formula (19) tenemos:

$$t = \frac{21600Pa\ x\ 0.0453m}{250000000}$$

$t = 0.000039m$

$t = 0.039mm$ Resultado (5.19)

CONCLUSIÓN:

Una plancha cuyo espesor es de 0.039 mm sería capaz de soportar nuestras exigencias, sin embargo, no se han tomado en cuenta factores como golpes con herramientas de trabajo, sobrecarga, caídas de objetos extraños y otros, por este motivo se decide considerar un espesor de 1.5mm, este producto viene en denominaciones de acero negro y galvanizado

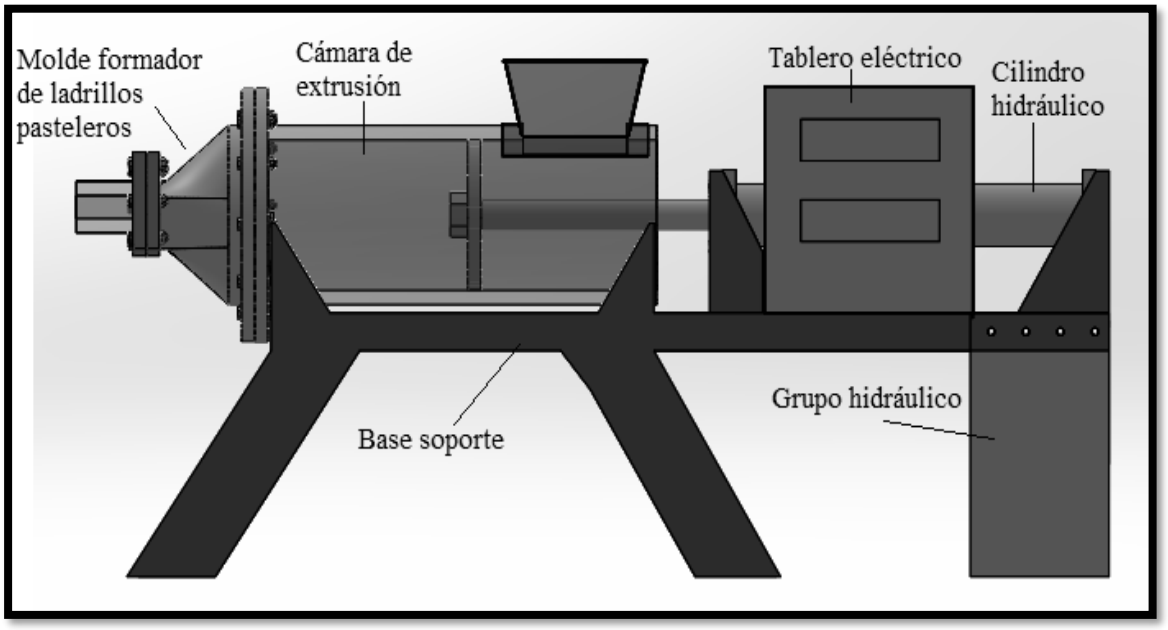
Las medidas arbitrarias que se le dan a la base de la tolva obedecen a las medidas obtenidas de la cámara de extrusión donde se posesionara fijamente sujetadas con puntos de soldadura no mayores a 5mm de largo con el motivo de no dañar el material ni provocar deformación en la cámara de extrusión, a continuación, se proporciona las medidas para su respectiva manufactura.

Base menor	=	Ancho 12cm x largo 15cm
Base mayor	=	Ancho 12cm x largo 20cm
Altura de la tolva	=	8.03cm lo cual consideraremos 10cm
Espesor de la plancha	=	0.15cm

4.10.4 Diseño de la estructura base, soporte de la máquina.

La necesidad de tener una máquina estable, bien posicionado en el suelo y muy versátil recae en la forma de la estructura base, por esta razón el diseño considera dos factores primordiales, el peso que debe tener para garantizar estabilidad y la forma tanto compacta, versátil y acorde con los componentes que han de integrar el total de la máquina extrusora de ladrillos, en la figura 4.22 se muestra la base soporte de la máquina.

Figura 4.22 Base soporte de la máquina extrusora de ladrillos pasteleros.



Fuente: Elaboración propia

4.10.4.1 Cálculo de las uniones soldadas de la Base Soporte.

Se realiza un cálculo a las uniones soldadas sometidas a una fuerza de corte puro, para ello es necesario saber las características y dimensiones del acero que se va utilizar, también es importante saber el tipo de electrodo que se va utilizar para esta unión.

Tenemos:

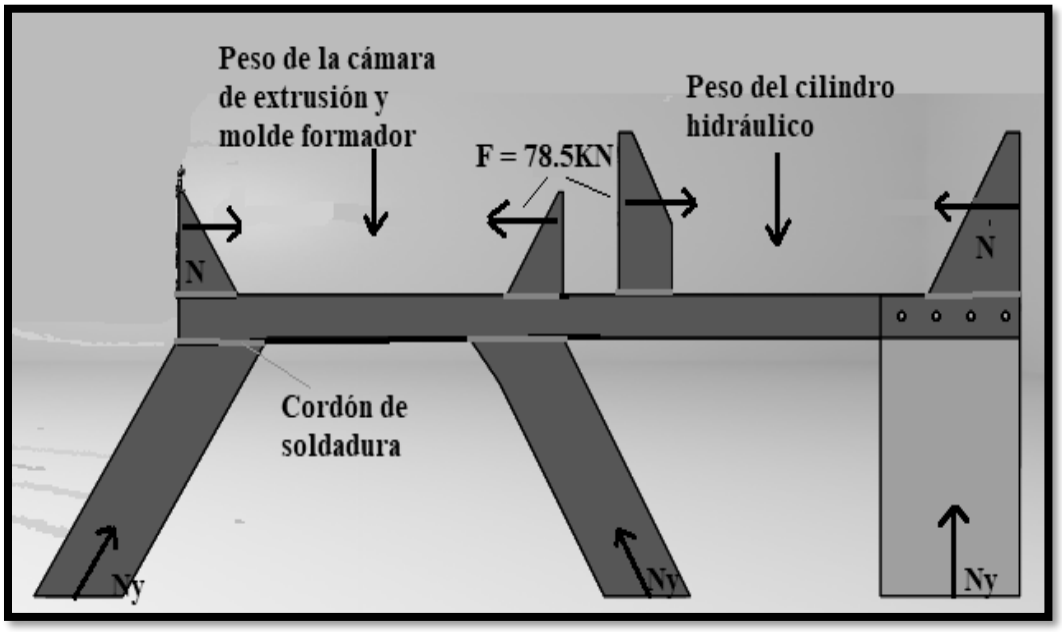
El valor de la presión del sistema 2.5Mpa

Se sabe que el área donde actuara esta presión es de $0.0314m^2$

Longitud de soldadura debe ser no menor a 150mm

Utilizaremos electrodo E6011 y soldadura de filete

Figura 4.23 Diagrama de cuerpo libre de la base soporte



Fuente: elaboración propia

De acuerdo al diagrama de cuerpo libre de la figura 4.23, el peso de la cámara de extrusión y el peso del cilindro hidráulico no tienen mucha relevancia frente a las especificaciones técnicas de esfuerzo del material que se está usando para la manufactura de la base soporte, sin embargo, la fuerza F, de 78.5 KN, producto de la fuerza hidráulica afecta directamente a las ménsulas soldadas debiendo ser calculadas para su correcto funcionamiento.

Fórmula 19.

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

Donde:

τc = Esfuerzo cortante

F = Valor de la fuerza

A = Área donde actúa la fuerza

W = cateto de la soldadura

$$\tau c = \frac{78.5\ KN}{176.5\ x\ w} = \frac{444.76\ MPa}{w}$$

$$\tau v = \frac{M\ x\ r}{J}$$

$$\tau v = \sqrt{\left(\frac{Mx\ y}{J}\right)^2 + \left(\frac{Mx\ y}{J}\right)^2}$$

Rigidez en la torsión.

$$Jv = \frac{(b+d)^4}{12x}\frac{-\sigma_x b_x^2\ d^2}{(b+d)} = \frac{(100+150)^4}{12x}\frac{-6_x 100_x^2 150^2}{(100+150)}$$

Jv = 852081 mm^4/mm

J = 0.707 x w x Jv

J = 602514 x w mm^4

$$\tau x = \frac{5600\ x\ 0.045}{602514\ x\ w} = \frac{418.3}{w}$$

$$\tau y = \frac{5600\ x\ 0.1 - 0.02}{602514\ x\ w} = \frac{743.7}{w}$$

$$\tau x = \frac{5600\ x\ 0.15 - 0.045}{602514\ x\ w} = \frac{976.3}{w}$$

$$\tau y = \frac{5600\ x\ 0.02}{602514\ x\ w} = \frac{186}{w}$$

Entonces tenemos:

$$\tau a = \sqrt{\tau^2 ax + \tau^2 ay}$$

$$\tau b = \sqrt{\tau^2 bx + \tau^2 by}$$

$$\tau a = \frac{954}{w}\ MPa$$

$$\tau b = \frac{979}{w} MPa$$

Tabla 4.16 Resistencia mínima de electrodos para soldadura

Numero de electrodo	Resistencia ultima Kpsi (MPa)	Resistencia de fluencia Kpsi (MPa)	Elongación %
E60XX	62 (427)	50 (345)	17 - 25
E70XX	70 (482)	57 (393)	22
E80XX	80 (551)	67 (462)	19
E90XX	90 (620)	77 (531)	14 - 17
E100XX	100 (689)	87 (600)	13 - 16
E120XX	120 (827)	107 (737)	14

Fuente: http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/Uniones%20soldadas

Por los resultados preliminares que se tiene se sabe que el mayor esfuerzo estará en b, entonces sabemos por tabla 4.16, que el E6011 corresponde 345 MPa de esfuerzo de fluencia, esfuerzo admisible en el filete 0.6 x 345 = 207 MPa.

$$\tau dise\tilde{n} = \frac{3x979}{w} = \frac{2937}{w} MPa$$

Despejando w tenemos:

$$W = \frac{\tau dise\tilde{n}}{\tau adm} = \frac{2937}{207}$$

W = 14.18 mm

Por lo tanto, se debe considerar un cordón de 15 mm para una longitud de 150mm.

Tabla 4.17 Propiedades Mecánicas para un acero ASTM A36

Calidad	Norma	Límite de fluencia (MPa) (Kg/mm^2)	Resistencia a la tracción (MPa) (Kg/mm^2)	Alargamiento en 200 MM (%)	Doblado a 180°
Estructural	ASTM A36	250 mín. (25.50 mín.)	400 – 550 (40.40 – 56.10)	20 mín.	Sin fisura

Fuente: https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/fichas/2021

4.10.5 Selección del sistema hidráulico.

Para la selección del sistema hidráulico adecuado se recurre a buscar en el mercado local, nacional un producto que satisfaga a los requerimientos propios de la máquina extrusora, en donde se tendrá en cuenta parámetros resultantes de haber hecho cálculos y/o valores conocidos que hayan sido recopilados de estudios anteriores.

4.10.5.1 Selección del grupo hidráulico.

Entre los requerimientos primordiales que se tiene para la compra de un grupo hidráulico está la capacidad de presión el cual debe estar en el rango de 2.5 MPa, con este valor podemos realizar una búsqueda a priori; dentro del mercado local no se encontró muchas alternativas, sin embargo, en el mercado nacional obtuvimos varias cotizaciones y escogimos una de la empresa Marco Soluciones Integrales, el equipo incluye una válvula hidráulica de control eléctrico 4/3 tándem y entre sus características tenemos.

Tabla 4.18 Hoja técnica de bombas hidráulicas Power Team USA.

Bomba n°	Presión máxima de salida (bares)	Rpm	Potencia eléctrica en kW	Suministro aceite (L/min a..)			
				0 (bares)	25% (bares)	50% (bares	100 % (bares
PTU.70	70	12.000	0.84	11.3	7.1	1.2	0.9
PTU.120	120	12.000	1.49	15.0	13.0	7.2	1.2
PTU.150	150	12.000	2.24	20	15.1	9.8	2.2

Fuente: https://www.marco.com.pe/producto/bomba-hidraulica

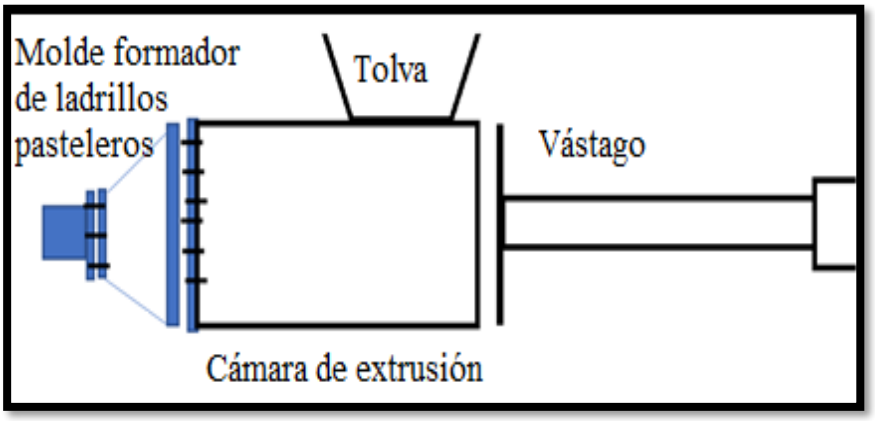
4.10.5.2 Dimensionamiento del vástago.

Tabla 4.19 Características del acero SAE 1045.

Norma	Límite de fluencia MPa (Kg/cm2)	Resistencia a la tracción MPa (kg/cm2)	Alargamiento en 200 mm min. %
SAE 1045	390 – 540 (4,000 – 5,500)	650 – 800 (6,700 – 8,200)	12.0

Fuente: https://www.acerosarequipa.com/categorias-planchas-de-acero.

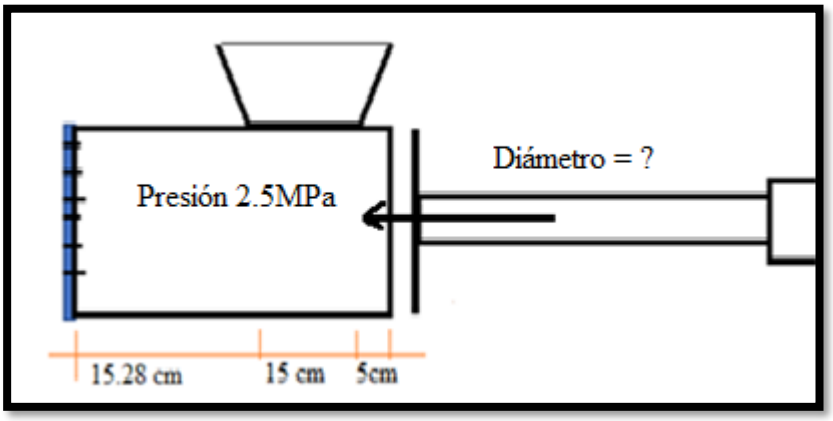
Figura 4.24 Representacion grafica de la máquina extrusora.



Fuente: Elaboración propia

Según la premisa del sistema el vástago estará sometida a una presión de 2.5MPa, por lo tanto, analizaremos el diagrama de cuerpo libre relacionado al vástago.

Figura 4.25 Diagrama de cuerpo libre para la máquina extrusora



Fuente: Elaboración propia.

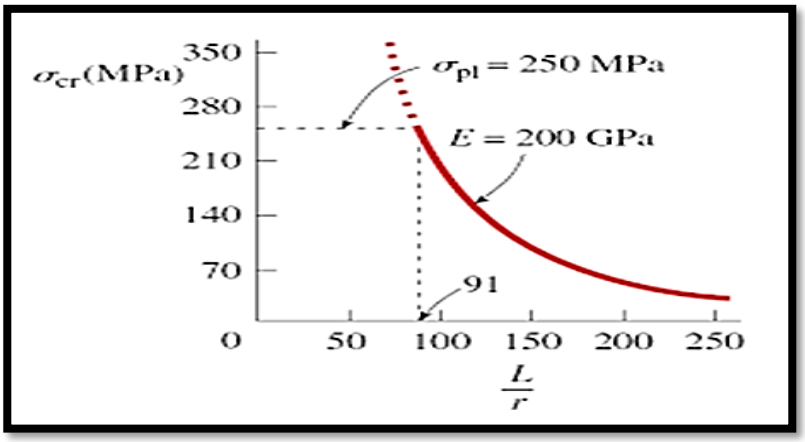
De la figura 4.25, podemos sacar los siguientes datos la longitud del vástago y la presión del sistema.

Longitud del vástago: 15.28 cm + 15 cm + 5cm = 35.28 cm

Presión del sistema: 2.5 MPa

Ahora es necesario saber si, debemos considerar un diseño a compresión o un diseño a flexión, para ello calcularemos el diámetro del eje capaz de soportar esta presión, para ello nos apoyaremos en la hipérbola de Euler.

Figura 4.26 Hipérbola de Euler para un acero SAE 1045



Fuente: https://www.researchgate.net/ Euler-para-el-caso-analizado.

En la curva presentada figura 4.26, vemos a la esbeltez ubicada en el eje de las abscisas y el esfuerzo en el eje de las ordenadas, ahora bien, la esbeltez está representada por la longitud dividido por el radio (L/r), y de acuerdo a la figura 4.26, podemos decir que si la esbeltez es mayor a 95 entonces el vástago fallara por pandeo y si la esbeltez es menor a 95 entonces el vástago fallara por compresión, para saber estos valores se procede con los cálculos correspondientes.

Esbeltez = $\frac{Le}{r}$

$$\mathrm{r} = \sqrt{\frac{I}{\mathrm{A}}}$$

$$I = \frac{\pi x\, d^4}{64}$$

$$A = \frac{\pi x\, d^2}{4}$$

Donde:

Le = Longitud efectiva (m)

r = Radio de giro

I = Momento de inercia (m^4)

A = Área (m^2)

d = Diámetro (m)

Acomodando las fórmulas dadas tenemos.

$$\text{Esbeltez} = \frac{Le}{\sqrt{\frac{I}{\mathrm{A}}}}$$

$$\text{Esbeltez} = \frac{Le}{\sqrt{\frac{\frac{\pi x\, d^4}{64}}{\frac{\pi x\, d^2}{4}}}}$$

Despejando se obtiene:

Fórmula (19)

$$\text{Esbeltez } = \frac{Le}{\sqrt{\frac{d^2}{16}}}$$

Utilizando la formula (19) le ponemos valores diferentes al diámetro entonces tenemos que:

Tabla 4.20 Valor de la esbeltez con diferentes valores del diámetro del eje.

Esbeltez	Longitud del vástago (cm)	Diámetros propuestos (cm)
14.112	35.28	10
17.64	35.28	8
23.52	35.28	6
35.28	35.28	4
70.56	35.28	2
94.08	35.28	1.5

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 4.20 podemos deducir que, si el diámetro calculado de nuestro eje es mayor a 2 cm entonces el vástago fallara por compresión, pero si el diámetro de nuestro eje calculado es menor a 1.5 entonces nuestro vástago fallara por pandeo.

Por lo tanto, recurriremos a la fórmula de esfuerzo crítico para hallar el diámetro de nuestro vástago.

Fórmula (20)

$$\text{Pcr } = \frac{\pi^2 x\ E\ x\ I}{(\text{K x } L)^2}$$

Donde:

Pcr = Carga critica (N)

E = Módulo de elasticidad (Pa)

I = Módulo de inercia (m^4)

K = Factor de longitud efectiva

P = Carga (N)

Fs = Factor de seguridad

Se sabe que:

Pcr = Presión del sistema x área de la cámara de extrusión

Pcr = 78537.5 N

$$Pcr = P\ x\ Fs$$

Se considera un valor de (3) como factor de seguridad explicado ampliamente en el anterior capitulo.

$$Pcr = 78537.5\ x\ 3$$

$$Pcr = 235612.5\ \text{N}$$

Con el valor del esfuerzo critico podemos calcular el diámetro de nuestro eje para ello escribimos nuevamente la formula (19)

$$Pcr = \frac{\pi^2 x\ E\ x\ I}{(\text{K x}\ L)^2}$$

Despejaremos (I) para encontrar el valor del diámetro de nuestro vástago.

$$I = \frac{(\text{Kx}L)^2 x Pcr}{\pi^2 x\ E}$$

Reemplazando tenemos:

$$I = \frac{(2\text{x}0.3825m)^2 x\ 235612.5N}{3{,}1415^2 x\ 200\ x\ 10^9\text{Pa}}$$

$$I = \frac{137886.32\ m^2\ \text{x N}}{1.97x10^{12}\ \text{Pa}}$$

$$I = 6.99\ \text{x}\ 10^{-8}\ m^4$$ Resultado (5.20)

Siguiendo con el procedimiento tenemos que, momento de inercia de un cuerpo circular es igual a.

Fórmula (21)

$$I = \frac{\pi \, x \, d^4}{64}$$

Despejando "d" tenemos:

$$d^4 = \frac{I \, x \, 64}{\pi}$$

Reemplazando valores.

$$d^4 = \frac{6.99 \text{ x } 10^{-8} \, m^4 x \, 64}{3.1415}$$

$$d^4 = 1.42 \text{ x } 10^{-6} \, m^4$$

$$d = 0.034 \text{ m}$$

$$d = 3.4 \text{ cm}$$ Resultado (5.21)

Tabla 4.21 Dimensiones de una barra de acero SAE 1045 pulido.

Diámetro nominal (pulg.)	Peso métrico (Kg/m)	Peso de la barra (Kg/6m)
1 1/8	5.03	30.21
1 1/4	6.22	37.29
1 1/2	8.95	53.70
1 3/4	12.18	73.09
2	15.91	95.46
2 1/2	24.86	146.16

Fuente: https://www.acerosarequipa.com/sites/default/file s/fichas/2020

De la tabla 4.21 podemos elegir el equivalente a 3.4 cm para ello convertiremos pulgadas a cm.

Tabla 4.22 Conversión de pulgadas a cm.

Pulgadas	Cm
1 ¼	3.175
1 ½	3.81

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 4.22 tenemos que una barra redonda de una pulgada y media cumple con las necesidades del diseño.

4.10.5.3 Dimensionamiento del embolo

Para el diseño del embolo se debe tener en cuenta los requerimientos de la máquina, parámetros como la cantidad de ladrillos pasteleros que se desea producir, en concreto del área que tendrá el embolo dependerá el caudal y la fuerza que debe tener nuestro grupo hidráulico, como datos tenemos:

El requerimiento de la maquina es de 700 ladrillos pasteleros por hora.

Presión que se debe tener en el vástago 2.5 MPa.

Por lo tanto.

Para obtener 700 ladrillos por hora se debe fabricar 1 ladrillo pastelero por cada 5 segundos, a continuación, describiré el proceso que comprende la obtención de un ladrillo pastelero.

Cargar material en la tolva de la máquina extrusora tiempo estimado 3 segundos.

Pulsar el botón de marcha 2 segundo.

Proceso de extrusión 5 segundos

Proceso de retorno al estado inicial 4 segundos

Partiendo de esta premisa se puede asumir que tendremos 14 segundos de tiempo para ejecutar el proceso completo, en este tipo deberemos de producir un mínimo de 3 ladrillos pasteleros, se sabe por las exigencias descritas anteriormente que la capacidad de la cámara de extrusión es de 4 veces el volumen de un ladrillo pastelero, por lo tanto, producir 3 ladrillos es totalmente viable.

Tiempo de extrusión 5 segundos.

Con este dato calcularemos la velocidad del cilindro hidráulico.

Fórmula (22)

$$\upsilon = \frac{e}{t}$$

Donde:

υ = Velocidad (m/s)

e = Espacio (m)

t = Tiempo (s)

Reemplazando valores en la formula (21) tenemos:

$$\upsilon = \frac{e}{t}$$

$$\upsilon = \frac{0.353m}{5\ s}$$

$$\upsilon = 0.0706 \frac{m}{s}$$ Resultado (5.20)

Para continuar con nuestros cálculos, podemos buscar un grupo hidráulico que se acomode a nuestras necesidades y que tenga un costo accesible, de la tabla 5.8 elegimos

Tabla 4.23 Características técnicas de la bomba hidráulica elegida

Bomba n°	Presión máxima de salida (bares)	Rpm	Potencia eléctrica en kW	Suministro aceite (L/min a..)			
				0 (bares)	25% (bares)	50% (bares	100 % (bares)
PTU.120	120	12.000	1.49	15.0	13.0	7.2	1.2

Fuente: https://www.marco.com.pe/producto/bomba-hidraulica/

Con las características obtenidas en la tabla 4.23, podemos hacer nuestros cálculos correspondientes, tomaremos como referencia un caudal intermedio de 13 litros x minuto, teniendo en cuenta que nuestro sistema funcionara con 25 bares o 2.5 MPa.

Caudal = 13 l/min

Ahora podemos hallar el área del embolo, para ello utilizaremos la fórmula de Caudal.

Fórmula (23)

$$Q = A \text{ x } \upsilon$$

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

A = Área (m^2)

υ = Velocidad (s)

Despejando "A" y reemplazando valores en la formula (23) tenemos:

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{13 \text{ L x s}}{0.0706 \text{ m x min}}$$

Convertir litros a metros cúbicos.

$$A = \frac{13 \text{ L x s}}{0.0706 \text{ m x min}} \frac{1\ m^3}{1000 \text{ L}} \frac{1\ min}{60 \text{ s}}$$

$$A = 3.07 \text{ x } 10^{-3}\ m^2$$

Sabiendo que el área de un círculo es igual a:

$$A = \frac{\pi \text{ x } d^2}{4}$$

De la formula del área de un círculo despejamos "d" para hallar el valor del diámetro del embolo.

$$d^2 = \frac{4 \text{ x A}}{\pi}$$

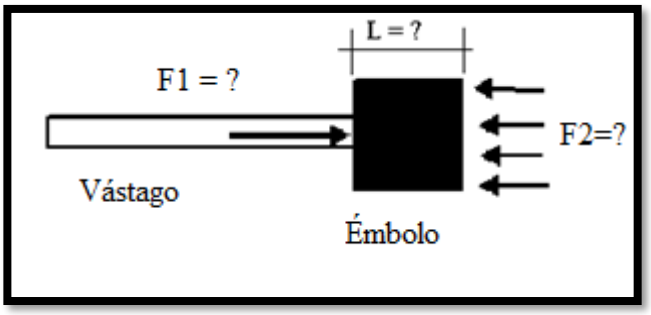
Reemplazando valores.

$$d^2 = \frac{4 \text{ x } 3.07 \text{ x } 10^{-3}\ m^2}{3.1415}$$

$$d = 0.0625\text{m} \qquad \text{Resultado (5.21)}$$

Cálculo de la longitud mínima que debe tener el embolo, para entender mejor dibujaremos un diagrama de cuerpo libre.

Figura 4.27 DCL. donde se representa al vástago unido al embolo.



Fuente: Elaboración propia.

Observamos en la figura 4.27, que hay dos áreas donde intervienen dos fuerzas diferentes, nuestro análisis se basara en la fuerza proveniente del vástago ya que su área de acción es muy pequeña en comparación al área del embolo.

Utilizando la formula (1) tenemos:

$$\text{F} = \text{P x A}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$\text{F} = \frac{2.5\text{x } 10^6\text{N}}{m^2} \text{x } 0.00114m^2$$

$$\text{F} = 2850 \text{ N} \qquad \text{Resultado (5.22)}$$

Con la finalidad de tener varias alternativas de solución utilizamos el programa Excel donde se le introduce la formula y se le coloca valores calculados y en cuanto al valor de la longitud lo iremos poniendo a nuestro criterio.

Fórmula (24)

$$\delta = \frac{\text{PxL}}{\text{AxE}}$$

Tabla 4.24 Deformación calculado a dos medidas diferentes.

Deformación	Fuerza (N)	Área (m^2)	E (Pa)	Longitud recomendada (m)
2.32×10^{-7}	2850	0.00307	2×10^{11}	0.05
4.64	2850	0.00307	2×10^{11}	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Las deformaciones son mínimas por lo tanto muy despreciables como para poder considerarlo en los cálculos.

Se elije un embolo de 5cm de longitud material SAE 1045.

Por lo tanto:

Avalados en los cálculos anteriores seleccionamos un cilindro hidráulico para nuestras necesidades.

4.10.6 Selección del sistema eléctrico

Para la selección del sistema eléctrico es necesario tener en cuenta el voltaje de trabajo, la potencia del equipo y el tipo de control que se desea realizar.

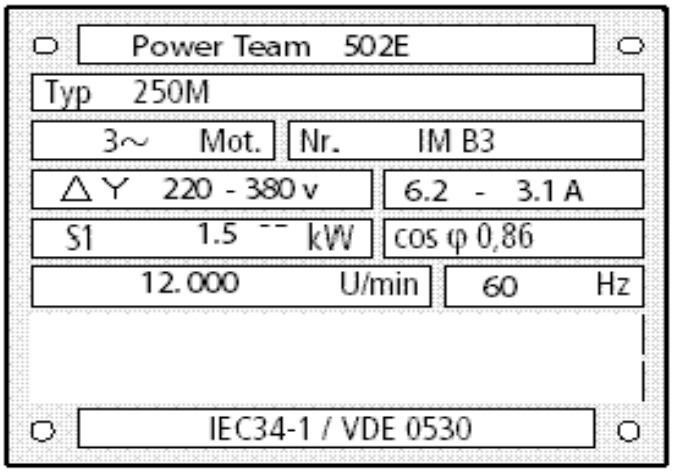
Voltaje de trabajo: en la ciudad de cusco se tiene dos niveles de voltaje 220 voltios y 380 voltios, la primera considerada como domiciliaria y la segunda como industrial, aunque su distribución no obedece exactamente a ese criterio, pero son estas dos tensiones las que se puede encontrar dentro de la zona urbana y rural cusqueño, en el caso específico de la empresa Ladrillos Imperio tenemos.

Voltaje en la empresa Ladrillos Imperio: 380 voltios trifásico.

Potencia del equipo: la potencia del equipo se puede ver en la placa de características del motor, en este caso específico del grupo hidráulico adquirido tenemos la descripción de datos de la maquina en su placa de características el cual se muestra en la figura 5.19.

Tenemos la denominación del grupo hidráulico mediante el código Power team 502E, el tipo que esta denominado con el numero 250M, motor trifásico de corriente alterna y el número de reconocimiento, el tipo de conexión en la tensión de 220 y 380 voltios, la cantidad de corriente que consume en 220 y 380 voltios, la capacidad del motor en KW, el factor de rendimiento con un valor del 0.86, las revoluciones por minuto y la frecuencia de trabajo, más abajo la serie del motor.

Figura 4.28 Placa de características bomba hidráulica 2hp



Fuente: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca

De la figura 4.28 podemos rescatar valores como la potencia del motor y la cantidad de corriente que consume, estos datos servirán para la elección correcta de los accesorios eléctricos que han de servir para su control, tenemos que en una tensión de 380 voltios que es la tensión que se tiene en la planta ladrillera de la empresa Ladrillos Imperio, el grupo hidráulico propuesto consumirá como máximo 3.1 amperio, este valor será de mucha importancia para la selección de un guardamotor y contactora.

Tipo de control: por las exigencias realizadas por el cliente es necesario que la máquina funcione semiautomático, lo cual implica seleccionar elementos de control que permitan al operador dar señales de marcha y parada, elementos que permitan detectar posición e interactúen con el sistema y elementos que tengan la capacidad de cerrar o abrir contacto controlando cargas grandes.

Tabla 4.25 Elementos eléctricos para la máquina extrusora.

Descripción de elementos eléctricos	Cap. en (A)	Cant.
Llave termomagnética Schneider Acti 9 IC60N bipolar	2 x 15	1
Guarda motor magnético térmico Schneider tipo GV2ME	3 - 7	1
Contactor tripolar serie D + contacto auxiliar CAD50M7	9	1
Temporizador a la conexión contacto NA + NC	--	1
Pulsador de marcha Schneider serie 9001K color verde contacto NA	--	2
Pulsador de marcha Schneider serie 9001K color rojo contacto NC	--	1
Pulsador de emergencia cabeza hongo Schneider serie 9001K contacto NC	--	1
Cable GPT N° 16 AWG indeco flexible color rojo	--	1
Cable NLT 3x14 AWG indeco flexible	--	1
Prensa stopa de ½ pulgada para cable	--	2
Prensa stopa de ½ pulgada para tubo flexible	--	2
Luces de señalización	--	3
Gabinete metálico de 30 x 30 x 10 cm hermético	--	1

Fuente: Elaboración propia.

4.11 Análisis de producción de ladrillos pasteleros.

La producción de ladrillos pasteleros parte desde la obtención de materia prima, actividad que es realizada por una maquinaria o por personal dependiendo de la geografía del terreno, una vez listo el terreno se procede al mezclado entre arcilla y arena para esta función se necesita la intervención de 02 personas provistas de herramientas como la pala, pico, rastrillo y otros, quienes van llenando la tolva de la mescladora continuamente, de esta máquina mezcladora sale retazos cilíndricos de mezcla los cuales son almacenados en un recipiente rectangular con un volumen superior a los $20m^3$.

Una vez suficiente el material las dos personas apagan el equipo y pasan al lugar donde esta almacenado el material, de allí palean el material a una faja transportadora el cual termina en la boca de la máquina aplanadora, el material que pasa por esta máquina es utilizado para la elaboración de ladrillos del tipo bloker, ladrillos cara vista de 18 huecos y ladrillos pasteleros el cual explicaremos con más detalle a continuación.

4.11.1 Análisis de producción de ladrillos pasteleros mediante la forma artesanal.

Para la obtención de un ladrillo pastelero de la forma artesanal se procede de la siguiente forma.

Es necesario la intervención de 4 personas dos de los cuales están encargados del traslado de material provista de carretillas y palas, y las otras dos personas restantes son los encargados de darle forma al ladrillo pastelero utilizando sus herramientas correspondientes, de acuerdo a las mediciones y conteos realizados, el dia 17 de julio del 2021 a horas 8.45 am, en el local de la empresa Ladrillos Imperio se dio inicio a la jornada de trabajo produciéndose 886 unidades de ladrillos pasteleros en una hora de trabajo con 4 personas intervinientes y para el medio dia se había producido la cantidad de 2508 unidades, de esta forma dieron fin a la producción de ese dia por motivo de la falta de material.

4.11.2 Análisis de producción de ladrillos pasteleros con la máquina EXLAD04A7-Apolo

Tomaremos como referencia la máquina EXLAD04A7-Apolo elaborado por la Fábrica de Maquinarias Apolo, ubicado en la prolongación Av. la cultura 1003 altura ex peaje sector angostura en la ciudad de Cusco.

Consideramos como referencia por su relativo costo bajo, por la cantidad de ladrillos que produce, por estar en el ámbito local y porque estas máquinas están diseñadas para el tipo de material que se tiene en el sector ladrillero de la ciudad de cusco.

Entre sus cualidades ventajosas tenemos:

Cantidad de ladrillos que produce 1000 ladrillos por hora

Producción continua con tornillo sin fin

Moldes cambiables en tamaños y formas

Soporte técnico garantizado

Desventajas:

Costo alto con respecto a la disponibilidad de gasto del cliente

Consumo eléctrico alto ocasionado por un motor de 30hp

4.12 Conclusión.

Frente a las exigencias, económicas, funcionabilidad y practicidad hechas por el cliente, las opciones de poder conseguir una máquina que satisfaga en precios y procesos es imposible encontrar un ejemplar dentro del mercado, por lo tanto, la viabilidad del diseño de una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros es de urgencia.

CAPÍTULO V

SIMULACIÓN EN SOFTWARE SOLIDWORKS Y FLUIDSIM

Dentro de este capítulo emplearemos la tecnología para comprobar los cálculos que se hicieron anteriormente, utilizando el método de análisis de elementos finitos (FEA) de SolidWorks 2020 SP5, comprobaremos si el material que se ha elegido es correcto o no, para las solicitudes que requiere la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros.

SolidWorks Corp. Describe su software SolidWorks versión 2020 SP5, como una herramienta de diseño CAD 3D, que en español se traduce como "diseño asistido por computadora", en la cual es posible modelar y ensamblar piezas en 3 dimensiones y planos en 2 dimensiones, esta plataforma ofrece la posibilidad de diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

De igual manera utilizaremos el software Fluidsim 4.2 de Festo para la simulación de secuencias semiautomática que debe realizar el sistema hidráulico y eléctrico.

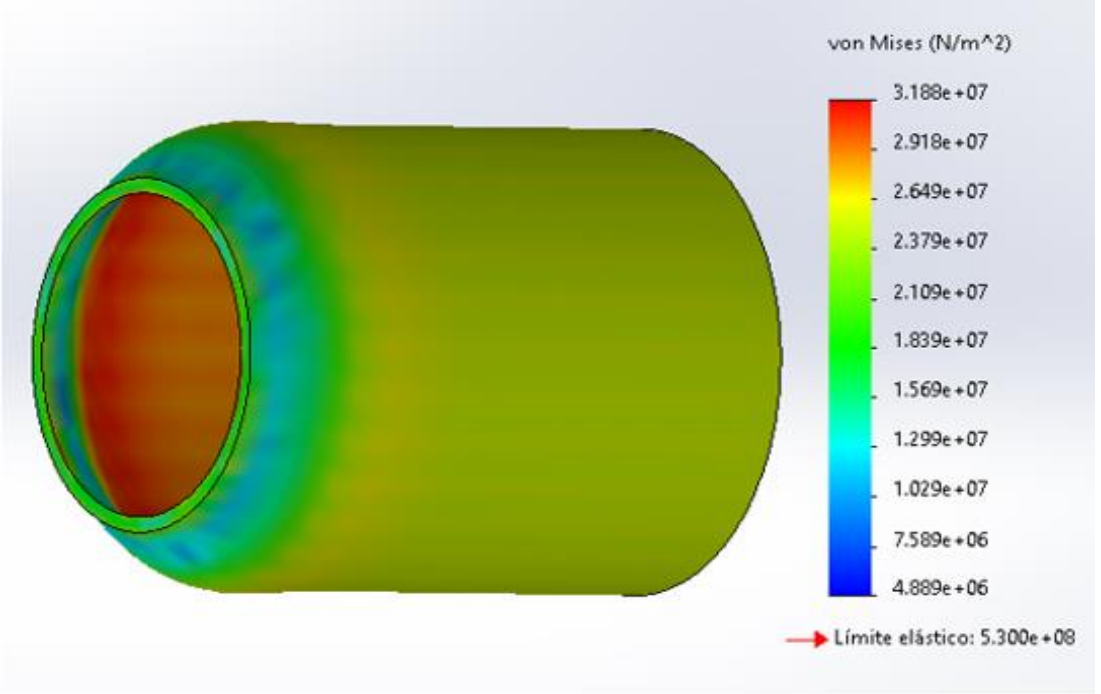
La empresa Festo mundialmente conocido por proveer soluciones de automatización eléctrica neumática, eléctrica hidráulica o neumática o hidráulica, es el creador del software Fluidsim un simulador de procesos neumáticos, hidráulicos o una combinación entre cualquiera de las dos opciones con el sistema eléctrico y/o electrónico, garantizando de esta manera la correcta selección de los componentes que han de ser adquiridos, a continuación, se muestran las simulaciones realizadas.

5.1 Simulación en CAD SolidWorks 2020 SP5.

5.1.1 Análisis estático.

Figura 5.1 Análisis estático de la cámara de extrusión.

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Análisis estático	Análisis estático tensión nodal	0 mm Nodo: 1	0.00840 Nodo: 1220



Análisis Estático 1 – Presión del sistema – Cámara de extrusión.

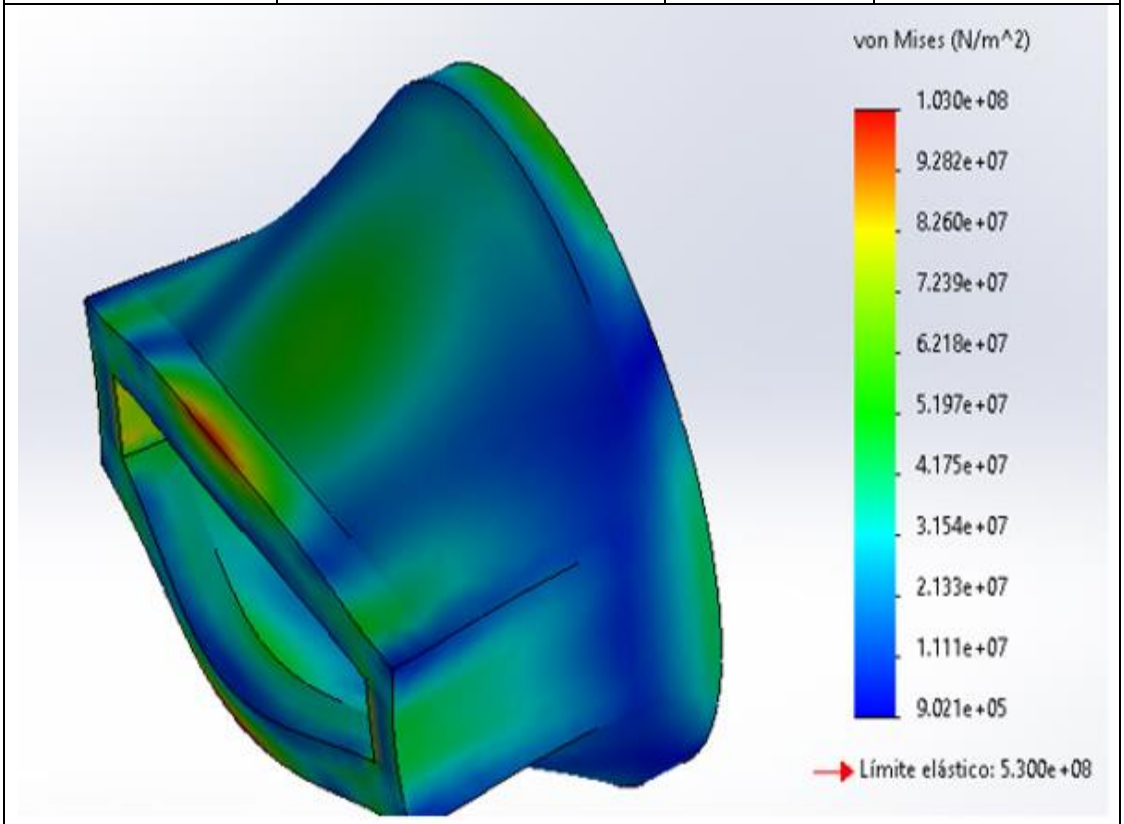
Fuente: Elaboración propia.

Conclusión:

En la figura 5.1, se muestra la cámara de extrusión sometida a una presión de 2.5 MPa en la parte interna de la pieza, en los resultados obtenidos por el software se observa que el esfuerzo de Von Misess tiene un límite elástico de 5.3 x 10^8 N/m^2, el sistema diseñado trabaja con 3.188 x 10^7 N/m^2, por lo tanto, la elección del material es correcto.

Figura 5.2 Análisis estático del molde formador de ladrillos pasteleros.

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Análisis estático	Análisis estático tensión nodal	0 mm Nodo: 1	0.00840 Nodo: 1220



Análisis Estático 2 – Presión del sistema – Molde formador de ladrillos pasteleros.

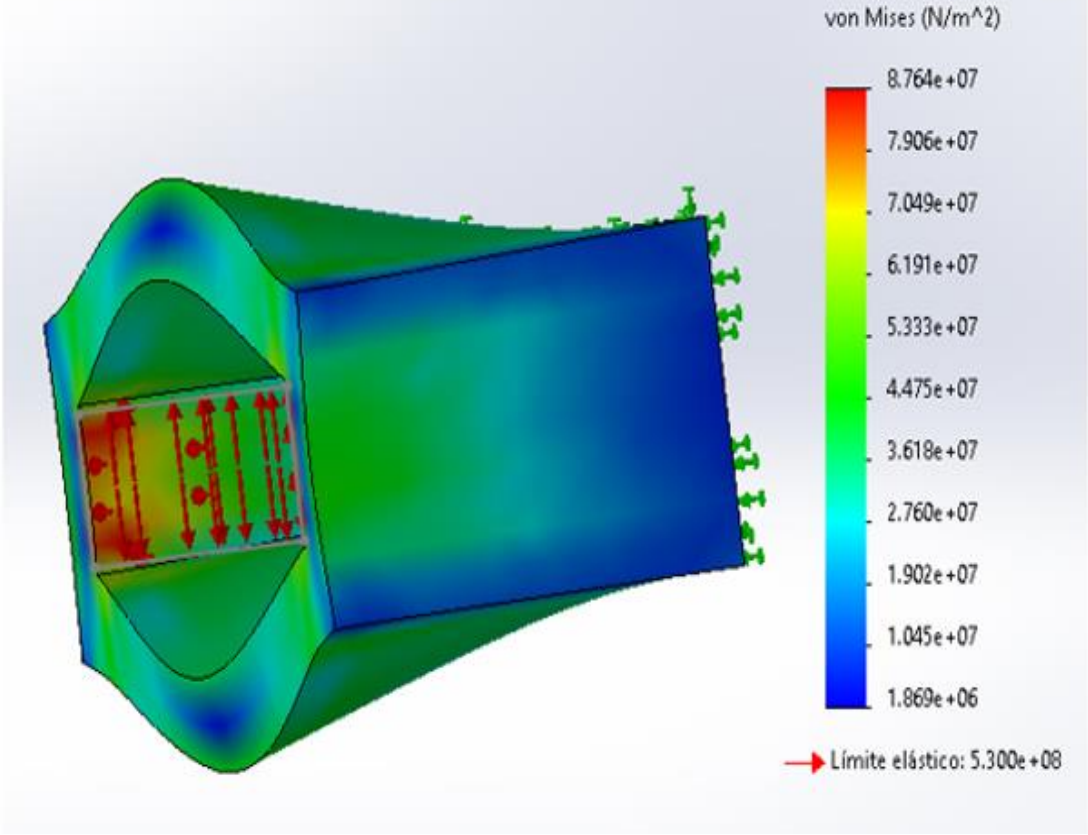
Fuente: Elavoracion propia.

Conclusion:

En la figura 5.2 se somete al molde formador de ladrillos pasteleros a la presion interna de 2.5 MPa, el limite elástico del material es de 5.3 x 10^8 N/m^2, y el esfuerzo maximo a la cual va estar sometido esta piza es de 1.03 x 10^8 N/m^2, por lo tanto es correcto la selección de material que se ha hecho.

Figura 5.3 Análisis estático del molde de ladrillos pasteleros.

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Análisis estático	Análisis estático tensión nodal	0 mm Nodo: 1	0.00840 Nodo: 1220



Análisis Estático 3 – Presión del sistema – Molde de ladrillos pasteleros.

Fuente: Elaboración propia.

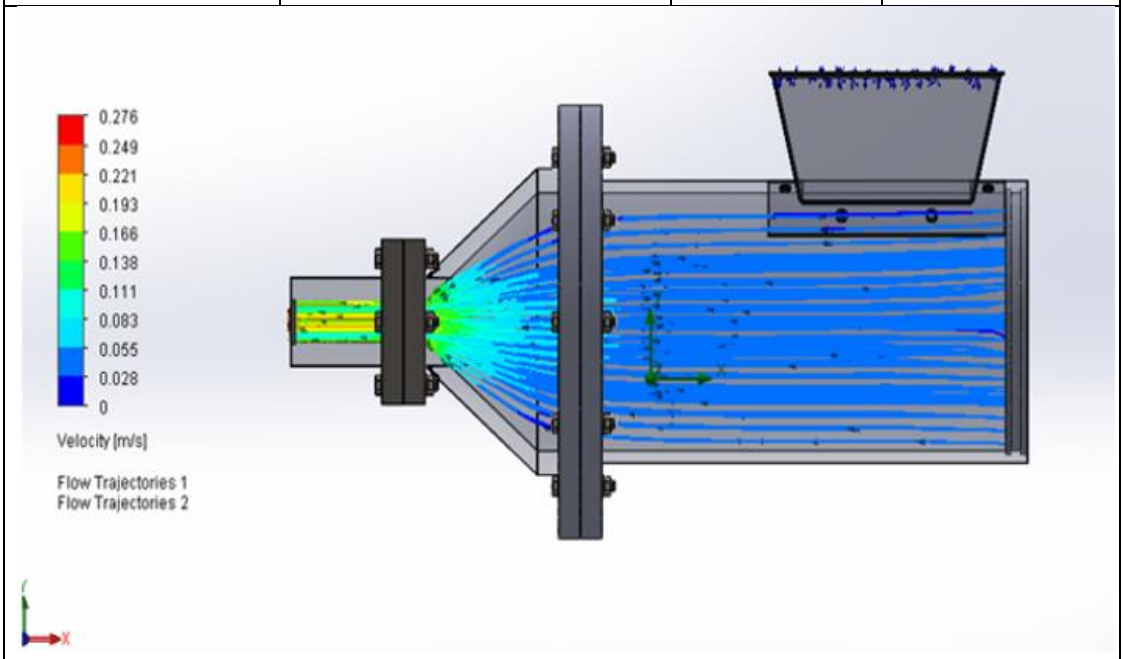
Conclusión:

En la figura 5.3 se muestra el molde de ladrillos pasteleros, sometida a una presión interna de 2.5 MPa, ante los resultados obtenidos por el software se observa que el esfuerzo de Von Misess tiene un límite elástico de 5.3 x 10^8 N/m^2, el sistema diseñado trabaja con 8.8 x 10^7 N/m^2, por lo tanto, la elección del material es buena.

5.1.2 Análisis de flujo.

Figura 5.4 Análisis de flujo de la mescla de arcilla y arena.

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Análisis de flujo	Análisis de flujo tensión nodal	0 mm Nodo: 1	0.7456 Nodo: 1280



Análisis de Flujo 1 – Velocidad del material en la salida – Máquina extrusora

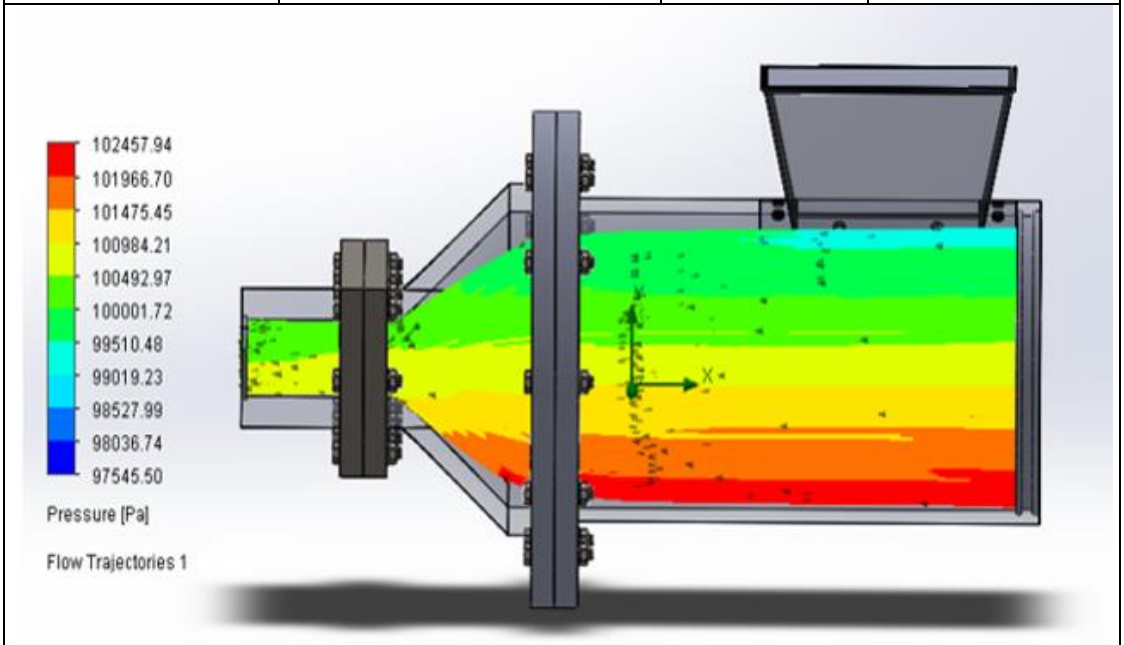
Fuente: Elaboración propia.

Conclusión:

En la figura 5.4 se somete a la máquina a un análisis de flujo en donde primeramente se estudia la velocidad con la cual saldrá el material, esta velocidad debe ser acorde a las necesidades y congruente con la cantidad de ladrillos que se desea producir, según nuestros cálculos necesitamos avanzar 38 cm en un tiempo de 5 segundos para garantizar 700 ladrillos por hora, en el cálculo hecho por el software podemos observar el avance promedio de 16cm por segundo lo cual sumados en 5 segundos serian un total de 80 cm por lo tanto, el diseño si es capaz de lograr una meta de 700 ladrillos por hora.

Figura 5.5 Análisis de presión con el material fluyendo.

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Análisis de flujo	Análisis de flujo tensión nodal	0 mm Nodo: 1	0.7456 Nodo: 1280



Análisis de Flujo 2 – Presión con la cual sale el material – Máquina extrusora

Fuente: Elaboración propia

Conclusión:

La figura 5.5 demuestra el valor de la presión con la cual va salir los ladrillos pasteleros, 102457.94 Pa, como máximo valor y 97545.50.Pa como mínimo valor, con estos valores hemos mejorado la compresión con la cual se va formar el ladrillo pastelero, de esta forma se mejora las cualidades del producto final.

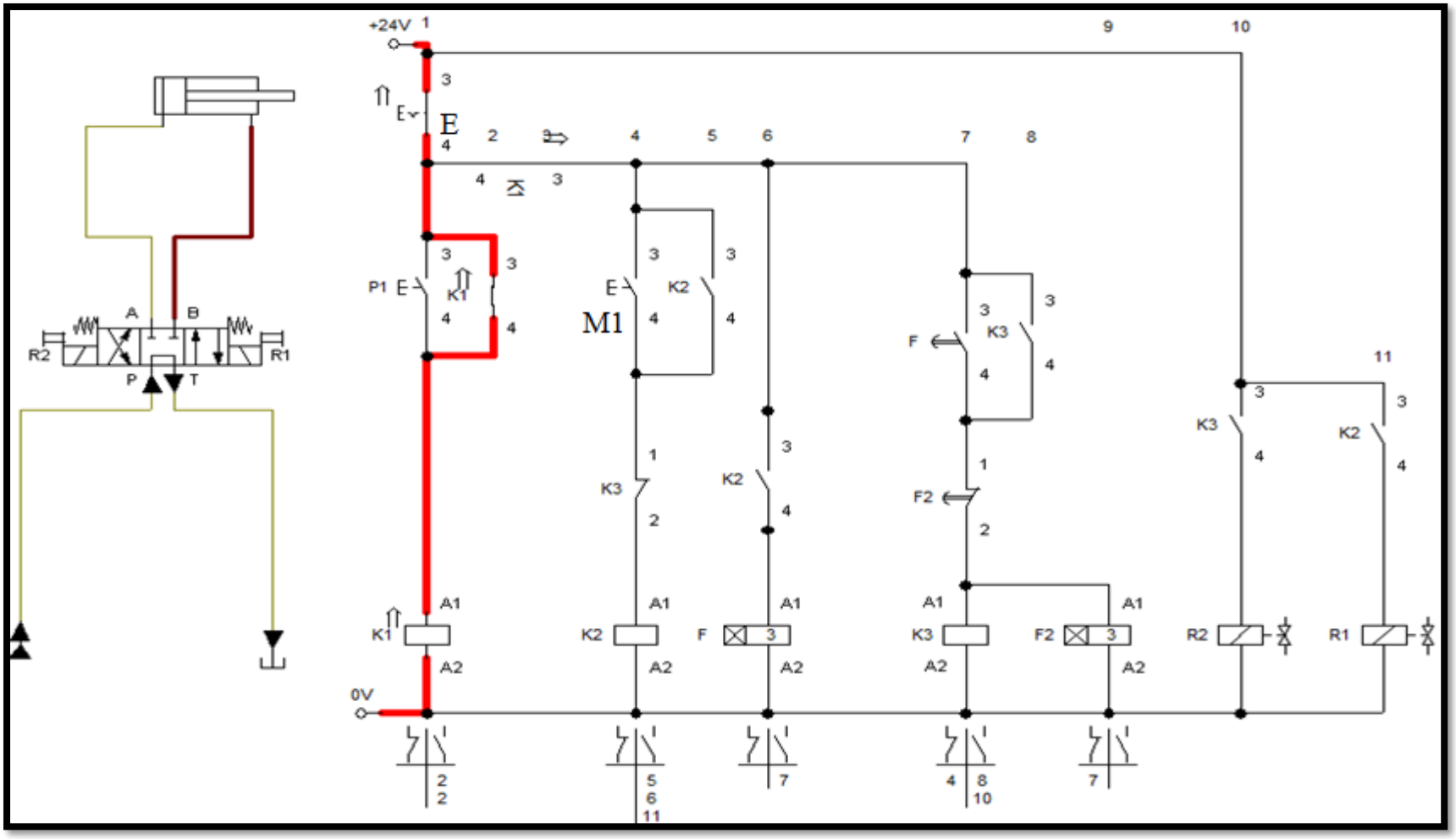
5.2 Análisis del circuito hidráulico y eléctrico con el software FluidSim 4.2 de Festo.

Se realiza el dibujo respectivo del circuito hidráulico y eléctrico utilizando las herramientas del software FluidSim 4.2 hidráulica, una vez concluido el circuito se le hace la simulación correspondiente, en la figura 5.6, se muestra el arranque de la máquina en estado de vacío, para ello fue necesario desbloquear el pulsador de emergencia representado por la letra E, luego es necesario pulsar el botón de macha P1, y ello activa la contactora K1, de esta manera queda energizado el motor del grupo hidráulico, en esta etapa el pistón no produce ningún movimiento puesto que la válvula tándem aun no es activada y no hay paso de fluido hacia el cilindro.

Paso siguiente, en la figura 5.7, se observa activado la contactora K2, para ello fue necesario pulsar el botón de marcha M1 quien da la señal y permite auto enclavarse con un contacto normalmente abierto, para de esta forma dar paso a un temporizador F, y energizar una de las bobinas de la válvula tándem de esta manera abriendo un paso al fluido para que este entre en el cilindro y se produzca el proceso de extrusión. El temporizador F tiene la función de controlar el tiempo de recorrido que tendrá el pistón, una vez agotado el tiempo este corta el suministro de fluido y le da paso al proceso de retorno.

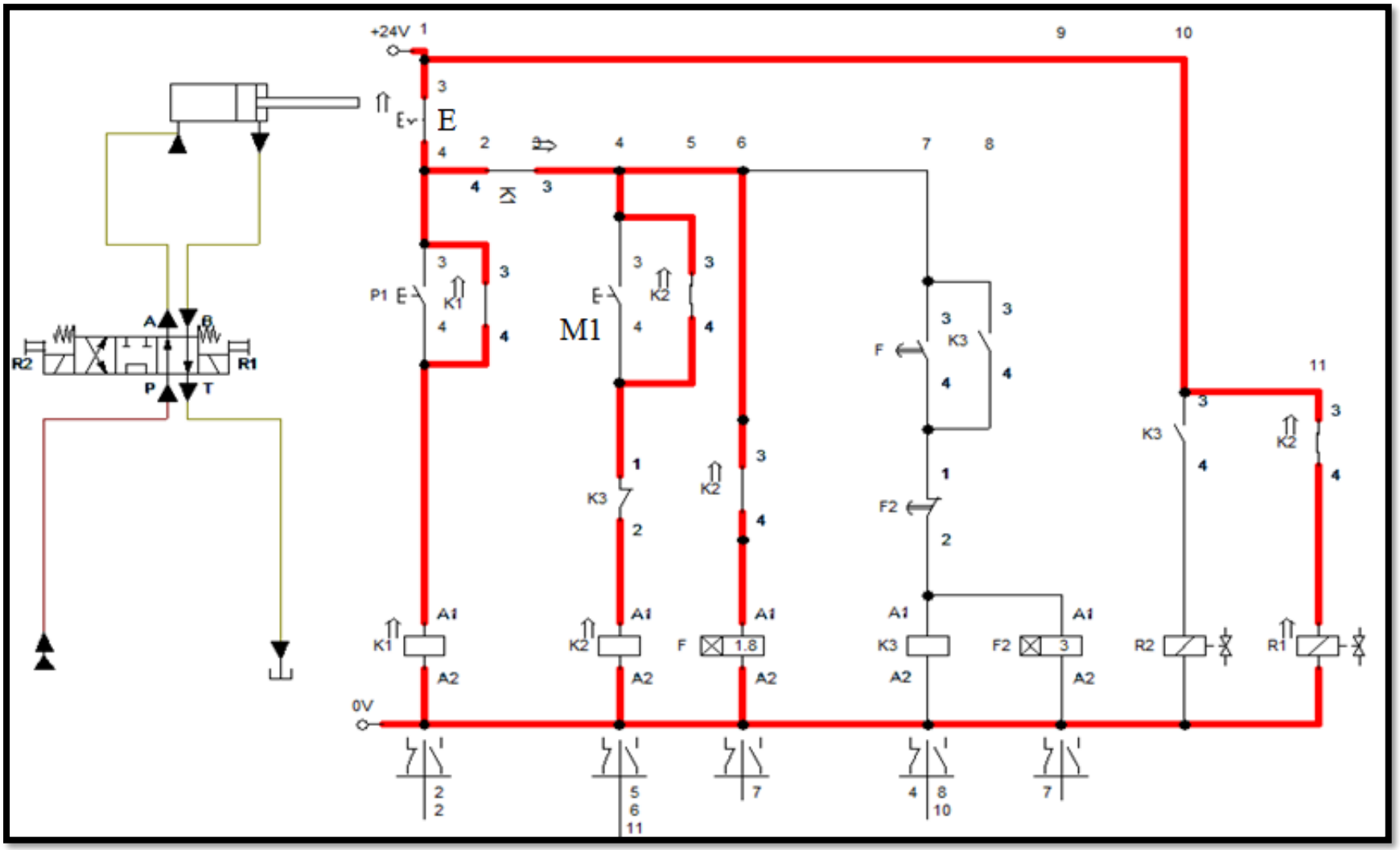
Para terminar el proceso, en la figura 5.8, se observa el proceso de retorno del pistón, este proceso es también controlado por un temporizador, quien se activa automáticamente una vez que recibe la señal de haber terminado el proceso de extrusión, cuando el pistón haya regresado al estado inicial la máquina se desactiva automáticamente, quedando prendido el motor eléctrico pero sin realizar ningún tipo de trabajo, es en este momento donde se carga de material a la cámara de extrusión y para empezar el proceso solo hay que pulsar el botón de marcha M1 y se repetirá todo el ciclo las veces que sea necesario.

Figura 5.6 Arranque de motor en vacío.



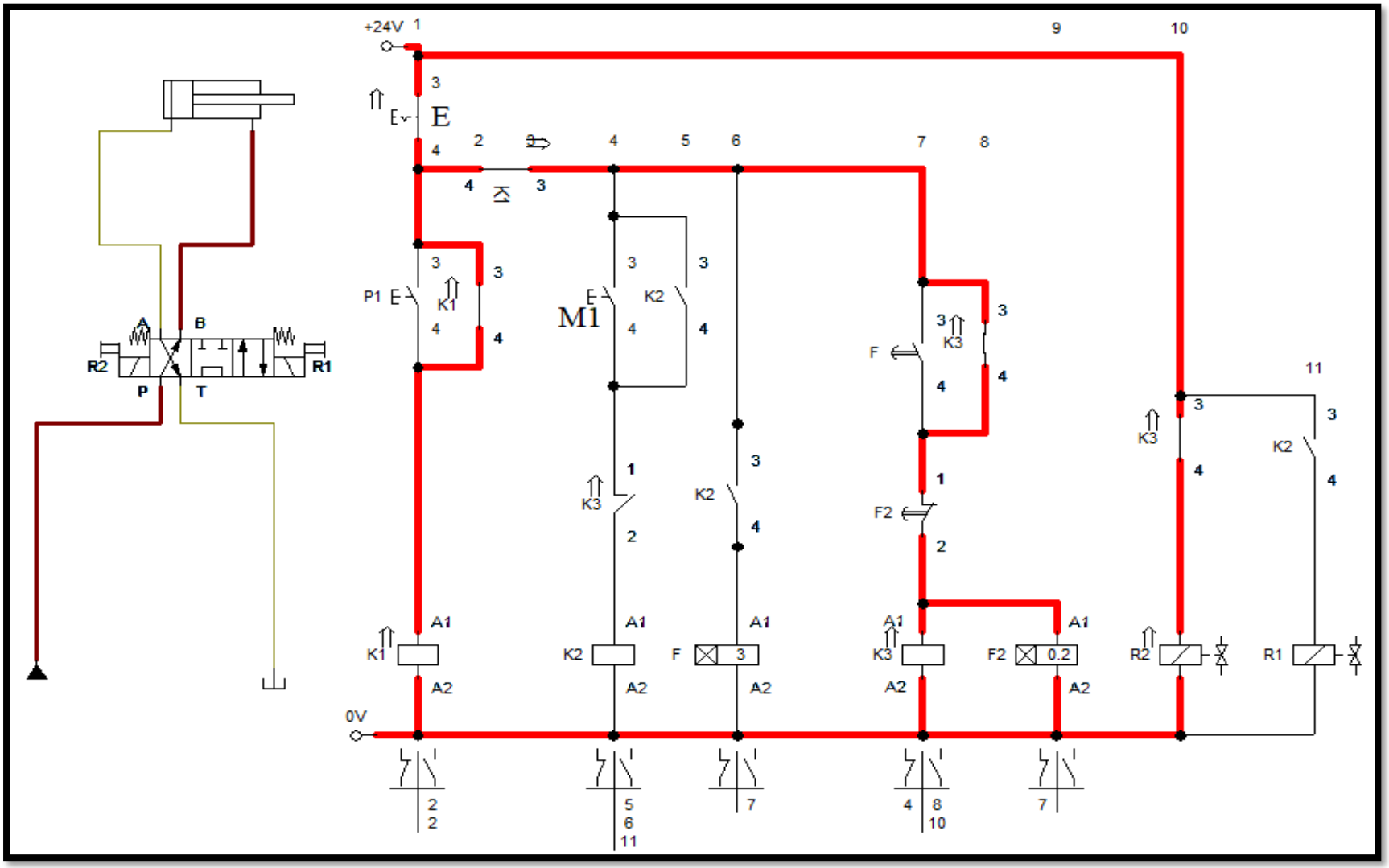
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.7 Proceso de extruido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.8 Proceso de retorno.



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

COSTOS PARA LA ELABORACION DE UN PROTOTIPO

En este capítulo analizaremos el valor económico que significará construir un prototipo físico, hasta ahora hemos reconocido el problema, hemos visto máquinas que hacen trabajos similares, hemos descrito y calculado los materiales con los cuales se construirán las partes de la máquina, hemos nombrado los accesorios hidráulicos y componentes eléctricos, a continuación, detallaremos cantidades y precios de acuerdo a las cotizaciones realizadas dentro del mercado local.

6.1 Elementos hidráulicos.

Tabla 6.1 Elementos hidráulicos para la máquina extrusora.

N	Descripción del sistema hidráulico.	Material	Cant.	Medida	Precio C/U	Hoja 1 /1 Sub total
1	Grupo hidráulico PE55 Power Team, capacidad 13 l/min, potencia de 1.9 KW trifásico tensión 380v, incluye válvula 4/3 tándem con bobina de 220v		1	und	3500.00	3500.00
2	Cilindro hidráulico vástago 3.4 cm de diámetro, 6.25 cm de diámetro para el embolo y 50cm de carrera, presión referencial 2.5 MPa	SAE 1045	1	cm	2180.00	2180.00
3	Manguera de alta presión con terminales prensado de ½ pulgada, longitud 1.50 m	Polyester y acero	2	m	70.00	140.00
Total, sistema hidráulico						5820.00

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Elementos eléctricos.

Se describen los costos de cada elemento eléctrico que compone la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros.

Tabla 6.2 Descripción de elementos eléctricos existentes en el mercado.

N	Descripción del sistema eléctrico.	Marca	Cantidad	Medida	Precio	Hoja 1/2
					C/U	Sub total
1	Llave termomagnética Schneider Acti 9 IC60N bipolar	Schneider	1	Unidad	23.00	23.00
2	Guarda motor magnético térmico Schneider tipo GV2ME	Schneider	1	Unidad	120.00	120.00
3	Contactor tripolar serie D + contacto auxiliar CAD50M7	Schneider	1	Unidad	54.00	54.00
4	Temporizador a la conexión NA + NC digital max. 30s	Schneider	2	Unidad	70.00	140.00
5	Pulsador de marcha Schneider serie 9001K color verde contacto NA	Schneider	2	Unidad	25.00	50.00
6	Pulsador de marcha Schneider serie 9001K color rojo contacto NC	Schneider	1	Unidad	25.00	25.00
7	Pulsador de emergencia cabeza hongo Schneider serie 9001K contacto NC	Schneider	1	Unidad	38.00	38.00

N	Descripción del sistema eléctrico.	Marca	Cantidad	Medida	Precio C/U	Hoja 2/2 Sub total
8	Cable GPT N° 16 AWG indeco flexible color rojo.	Indeco	15	Metros	1.20	18.00
9	Cable NLT 3x14 AWG indeco flexible	Indeco	12	Metros	2.80	33.60
10	Prensa estopa de ½ pulgada para cable	Stronger	2	unidad	3.40	6.80
11	Prensa estopa de ½ pulgada para tubo flexible	Stronger	2	unidad	3.80	7.60
12	Luces piloto	Stronger	3	unidad	8.00	24.00
13	Gabinete metálico de 40 x 30 x 15 cm hermético	Stronger	1	Unidad	95.00	95.00
Costo total						635.00

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Elementos metal mecánicos.

Consideraremos como metales mecánicos todos aquellos elementos metálicos que intervienen en el diseño de la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros, en la tabla 6.3 se hace una descripción detallada de estos materiales considerando el tipo de material, cantidad necesaria, una medida aproximada, costos y un total de costos.

Tabla 6.3 Descripción de elementos metal mecánicos existentes en el mercado.

N	Descripción de los elementos de metal mecánica.	Material	Cantidad	Medida	Precio	
					C/U	Sub total
1	Plancha metálica RAEX 500 – 19mm espesor, 1200mm x 2400mm	RAEX 500 BHW ASTM A6	1	Plancha	980.00	980.00
2	Plancha metálica de 6mm de espesor x 1200mm de ancho y 2400mm de largo	ASTM A - 36	1	Plancha	340.00	340.00
3	Pernos con tuercas de M8 x 1.5 x 50	SAE 1030	30	unidad	0.60	32.00
4	Arandelas de 10mm x 20mm	SAE 1030	40	unidad	0.20	8.00
5	Soldadura E6011x3/16		3	kilos	13.00	39.00
6	Soldadura E7018x1/4		3	kilos	18.00	54.00
7	Disco de corte 3M 7” x2mm		1	unidad	9.00	9.00
8	Disco de desgaste 3M 7” x 6mm		1	unidad	15.00	15.00
	Total, gasto en material					1,477.00

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Análisis costo mano de obra.

6.4.1 Costo de diseño.

Tabla 6.4 Descripción de costo de diseño.

N°	Descripción	Cantidad	Precio unitario S/	Tiempo (meses)	Precio parcial S/
1	Ingeniero Junior	1	1500.00	1	1500.00

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Costo de fabricación de elementos diseñados

Tabla 6.5 Descripción de costos para la fabricación de elementos diseñados.

N°	Elemento	Proceso de manufactura	Material	Observaciones	Cantidad	Precio
1	Molde formador de ladrillos pasteleros	Corte, pulido, soldadura.	Acero ASTM A6 (RAEX 500)	Corte con proceso de plasma. Pulido medio, soldadura proceso SMAW	1	200.00

Fuente: Elaboración propia.

N°	Elemento	Proceso de manufactura	Material	Observaciones	Cantidad	Precio
2	Brida cuadrada unión entre el molde y la reducción (cuadrado a circulo).	Corte, pulido, soldadura, taladrado	Acero ASTM A6 (RAEX 500)	Corte con proceso de plasma, pulido medio, soldadura proceso SMAW, arranque de viruta.	2	320.00
3	Brida circular unión entre el molde y la cámara de extrusión (circulo a circulo).	Corte, pulido, soldadura, taladrado	Acero ASTM A6 (RAEX 500)	Corte con proceso de plasma, pulido medio, soldadura proceso SMAW, arranque de viruta.	2	320.00
4	Cámara de extrusión	Corte, pulido, rolado de plancha soldadura	Acero ASTM A6 (RAEX 500)	Corte con proceso de plasma. Pulido medio, rodado con proceso térmico, soldadura proceso SMAW	1	500
5	Base soporte de la máquina y tolva	Corte, pulido, soldadura, doblado	Acero ASTM A-36	Corte con proceso de plasma. Pulido medio, soldadura proceso SMAW	1	540.00
	Total, costo de fabricación					1880.00

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Costo de instalación eléctrica y ensamblaje.

Tabla 6.6 Detalle de costos de instalación eléctrica y ensamblaje.

N°	Descripción	Costo
1	Instalación eléctrica para maquina extrusora hidráulica semiautomática	380.00
2	Ensamblaje de elementos de la maquina extrusora hidráulica semiautomática	300.00

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Resumen de costos.

Tabla 6.7 Resumen de costos.

N°	Denominación	Precio parcial
1	Costo de sistema hidráulico	5820.00
2	Costo de sistema eléctrico	635.00
3	Costo metal mecánico	1477.00
4	Costo de diseño	1500.00
5	Costo de la mano de obra fabricación de elementos diseñados	1880.00
6	Costo de instalación eléctrica	380.00
7	Costo de ensamblaje	300.00
	Total, costos	11,992.00 soles

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1 El diseño de la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio, cumple con las solicitudes de producir 700 ladrillos pasteleros en una hora, es semiautomática, reduce la cantidad de mano de obra y procesa un producto mejor que la elaborada de forma artesanal, su costo aproximado es de 11,992.00 soles.

2 Se presenta una lista de exigencias acorde a los requerimientos del cliente, normas de seguridad, ergonomía y medio ambiente, garantizando un diseño óptimo, amigable en un entorno donde personas e industria pueden convivir.

3 Conocer a detalle el estado de la tecnología de la empresa Ladrillos Imperio fue importante en la toma de decisiones para considerar medidas y formas de partes, lo que permitió la inclusión de elementos hidráulicos y eléctricos que cumplen con las condiciones de hacer un proceso semiautomático, igualmente saber el estado de la tecnología del fabricante fue crucial para entender cuál era la capacidad de respuesta tecnológica frente a un requerimiento de fabricación de un elemento mecanizado.

4 Con la matriz morfológica se pudo conocer las múltiples opciones de solución, alternativas que a su vez se someten a un análisis técnico económico riguroso de donde surge una solución óptima ideal.

5 Se realizaron los cálculos para encontrar las características del material para el molde formador de ladrillos pasteleros, para la cámara de extrusión, para la tolva, para la selección de componentes eléctricos e hidráulicos.

6 Con el conocimiento y dominio del software CAD, se hallaron ventajas enormes frente al deseo de diseñar máquinas y circuitos eléctricos y/o hidráulicos, reduciendo tiempos

y costos de construcción, facilitando la modificación de piezas, aumento y disminución de medidas, posicionamiento y simulación de funciones.

7 El análisis detallado, sustentado con cotizaciones de costo real, tanto de fabricación, mano de obra, transporte e instalación, permitió costear en términos monetarios el diseño, cuyo importe asciende a 11,992.00 soles.

8 Finalmente, la metodología VDI 2221 que engloba lo anteriormente mencionado es un método fácil de emplear compatible en cualquier entorno de diseño, didáctico y completo, utilizarlo ha simplificado la presente investigación.

TRABAJOS EN EL FUTURO.

1 Construcción del prototipo de la máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio.

2 Una vez construido el prototipo se evaluará el tiempo y cantidad de producción de ladrillos pasteleros en tiempo real.

3 Valorar la calidad del producto obtenido, sometiendo a pruebas de fuerza de compresión de unidad de albañilería, carga de rotura, resistencia al ataque de la sal, contenido de humedad y densidad en seco.

4 Evaluar posibles riesgos de accidentes producto de la manipulación, operación y mantenimiento.

5 Implementar un sistema de seguridad acorde al lugar, uso y personal encargado.

6 Teniendo como base los estudios realizados en la presente tesis se podrá realizar máquinas mucho más grandes en tamaño que satisfagan necesidades de la industria ladrillera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **PORTO, julian y GARDEY, ana.** Definición de ladrillo. *Definición de.* [En línea] 16 de Enero de 2011. [Citado el: Miercoles de Julio de 2021.] https://definicion.de/ladrillo/.

2. *Materiales y sus Propiedades.* **DIAZ DEL CASTILLO, Felipe.** 30, Catalán : Cuautitlán Izcalli, 2008, Vol. V.

3. **SUICE, Ramiro.** Revista Mecánica. *Diseño de tolvas.* [En línea] 2 de septiembre de 2016. [Citado el: 23 de Julio de 2021.] https://es.slideshare.net/RamiroSIUCEBONIFACIO1/diseo-de-tolvas-63586969. 63586969.

4. **HORI, Juan José.** *Diseño de elementos de máquinas.* Lima : Universidad Nacional de Ingenieria, 2014. 978-612-4072-63-5.

5. **PIÑERO, Pedro.** Proyecto Básico del Grupo Hidráulico. *Proyecto Básico del Grupo Hidráulico principal del remolcador polivalente de salvamento y lucha contra la contaminación.* Cantabria : Universidad de Cantrabria, 2014. Vol. I, 1.

6. **VALLEJO, Vanessa.** SUMATEC S.A.S. *Mangueras Hidraulicas.* [En línea] 20 de Octubre de 2017. [Citado el: 2 de agosto de 2021.] https://sumatec.co/mangueras-hidraulicas-que-tipos-existen/.

7. **EMERSON, Automátion Solutions.** *Guía de válvulas de control.* [Catálogo] Sorocaba : Emerson Automation Solutions, 2019. D101881X0ES.

8. **CREUS, Antonio.** *Neumática e hidráulica.* Catalán : Marcombo S.A., 2007. 84-267-1420-X.

9. **RODRIGUEZ, Miguel Angel.** *Instalaciones Electrias en Edificios.* Cantabria : Creative Comons, 2009.

10. **JUAREZ, José Dolores.** *Sistema de Distribucion de Energia Eléctrica.* México : Sans Serlf Editores, 1995. 9706207341.

11. **CASTILLO, Juan Carlos Martín y GARCIA, María Pilar.** *Automatismos Industriales.* Madrid : Editex S.A., 2009. 978-84-9771-534-8.

12. **MELI, Flavio.** Informes construccion.com. *Manual de electricidad para principiantes.* [En línea] 26 de Enero de 2000. [Citado el: 6 de Agosto de 2021.] https://www.informeconstruccion.com/nota/actualidad/manual-electricidad. 155-602-5810.

13. **VÁSQUEZ, Pedro Francisco.** Repotenciación y guía del módulo de prácticas de Controles Eléctricos de la universidad catoloca de santiago de Guayaquil facultad tecnica para el desarrollo. *Tésis.* Guayaquil : Univerisdad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019. Vol. I, I.

14. **SALVADOR, Filomeno.** *TERMINOLOGÍA EMPLEADA EN SOLDADURA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CONSUMIBLES.* Madrid : Punto Rojo, 2021. 9788418430411.

15. **FLORES, Carlos Eliseo.** LANDYVAR. *SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SMAW.* [En línea] 5 de Marzo de 2017. [Citado el: 11 de Agosto de 2021.] https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin08/URL_08_MEC01.pdf.

16. **RIOS, Carlos Luis.** Scientia et Technica Año XIII. *ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE SELECCIÓN RÁPIDA DE FACTORES DE SEGURIDAD, PARA DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS.* [En línea] 8 de Agosto de 2007. [Citado el: 11 de Agosto de 2021.] file:///C:/Users/TOSHIBA/AppData/Local/Temp/Dialnet-AnalisisYDesarrolloDeUnProgramaDeSeleccionRapidaDe-4804105.pdf. 0122-1701.

17. **SILVA, Wilson José.** *Ingeniería y Procesos de Manufactura I.* Lima : Univerisdad Nacional de Ingenieria, 2012. 978-612-4072-33-8.

18. **ORTIZ, Jesus, HERNANDO , Ignacio y CERVERA, Jaime.** *Manual de uniones atornilladas laterales.* Madrid : EFCA, S. A, 2009. 978-84–691-8833-0.

19. **CEGARRA, José.** *Metodología de la investigacion Cientifica y Tecnológica.* Catalunya : Díaz de Santos S:A., 2011. 9788479786248.

20. **ESPINOZA, Ciro.** *Metodología de investigación tecnológica.* Huancayo : Imagen Grafica SAC, 2010. 978-612-00-0222-3.

ANEXOS.

ANEXO 1 Matriz de consistencia.

Definición del problema	Objetivos	Variables	Metodología
Problema general ¿Cómo solucionar el problema de producción de ladrillos pasteleros en la empresa Ladrillos Imperio Cusco 2021? **Problemas específicos.** - ¿Qué características técnicas y físicas, deberá tener una máquina para producir ladrillos pasteleros? - ¿De qué dependerá la compra, fabricación y/o selección de componentes de la máquina? - ¿Qué etapas de proceso tendrá la máquina productora de ladrillos pasteleros? - ¿Cómo se hará la elección más adecuada de un componente en un mercado lleno de alternativas? - ¿Cómo se puede garantizar la correcta elección de un material metal, componente eléctrico y componente hidráulico? - ¿De qué manera podemos contrastar los resultados obtenidos? - ¿Cómo analizar el costo de fabricación, mano de obra y costos de transporte e instalación?	**Objetivo general** Diseñar una máquina extrusora hidráulica semiautomática para la fabricación de ladrillos pasteleros para la empresa Ladrillos Imperio Cusco 2021 **Objetivos específicos.** - Realizar una lista de exigencias acorde a las normas vigentes y necesidades del cliente. - Conocer detalladamente el estado de la tecnología de la empresa Ladrillos Imperio y del fabricante. - Realizar una estructura de funciones compatibles al proceso de producción de ladrillos pasteleros. - Realizar una matriz morfológica detallada para fijar un concepto de solución óptimo. - Realizar cálculos matemáticos conociendo características, composiciones químicas, formas geométricas de cada material y componente. - Comprobar los resultados obtenidos utilizando softwares CAD, SolidWorks, y FluidSim, según sea el caso. - Analizar el costo de fabricación, mano de obra, transporte e instalación	**Variables independientes** Capacidad de producción. Capacidad de compresión. Material de extrusión **Variables dependientes** Capacidad de la cámara de extrusión. Fuerza del cilindro hidráulico Velocidad de producción.	**Metodología de investigación** **Tipo de investigación** Investigación tecnológica **Nivel de investigación**. Experimental **Metodología del diseño** Concepto de solución óptima aplicando la norma Alemana VDI 2221.

ANEXO 2 Catalogo plancha anti desgaste Raex 500 Aceros Arequipa.

Planchas Antidesgaste

RAEX® 500 HBW

DENOMINACIÓN:

PRAEX 500 BHN.

DESCRIPCIÓN:

Plancha de acero aleado de alta resistencia al desgaste, por abrasión, obtenido a través de un proceso de tratamiento térmico de temple y revenido con el fin de lograr la dureza ideal para un trabajo específico. Durezas de 500 BHN.

USOS:

Chutes, tolvas, canaletas, cribas, zarandas, tolvas de cangilones, elementos de máquinas trituradoras, cuchillas para motoniveladoras, cucharas/cargadores frontales, en la industria, ciclones, baldes para chatarra, contenedores, carros compactadores, rodillos, deslizaderas, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

CALIDAD RAEX® 500 BHW.

PRESENTACIÓN:

Pueden suministrarse sueltas como enzunchadas con forro.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

DUREZA NOMINAL BRINELL	RANGO DE DUREZA BRINELL	LÍMITE DE FLUENCIA MPa ≥	CARGA DE ROTURA MPa ≥	ELONGACIÓN % ≥
500	470 - 540	1,300	1,600	8

DIMENSIONES ESTÁNDAR:

DIMENSIONES (pulg.)	PESO TEÓRICO EN kg/plancha				
	4 x 8 pies	8 x 24 pies	1,500 x 6,000 (mm)	2,500 x 12,000 (mm)	3,000 x 12,000 (mm)
1/4"	148.19	889.15	448.63		
5/16"	185.24	1,111.44	560.78		2,243.14
3/8"	222.29	1,333.72	672.94		2,691.77
1/2"	296.38	1,778.30	897.26		3,589.02
5/8"	370.60	2,223.57	1,121.92		4,487.69
3/4"	444.57	2,667.45	1,345.88	4,486.28	5,383.53
1"	592.77	3,556.60	1,794.51		7,178.04
1 1/4"	740.96	4,445.74	2,243.14		
1 1/2"	889.15	5,334.89	2,691.77		10,767.06
2"		7,113.19	3,589.02		14,356.08
2 1/2"		8,891.49	4,486.28		
3"	1,778.30	10,669.79	5,383.53		
4"			7,178.04		

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B
0.30	0.80	1.70	0.025	0.015	1.50	1.00	0.50	0.005

MARCAS EQUIVALENTES Ó APROXIMADAS:

FORA, CREUSABRO, NKK, HARDOX, CHRONIT, etc.

COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES:

La dureza se mide en unidades BRINELL (BHW) según en ISO 6506-1 desde una profundidad de 0,8 a 2,0 mm desde la superficie del acero. La profundidad de medición se determina teniendo en cuenta la forma del producto y el espesor de la chapa.

Activar
Ve a Conf

ANEXO 3 Catálogo material acero ASTMA-36

DENOMINACIÓN:
BLAC A36, PLAC A36.

DESCRIPCIÓN:
Bobinas y Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación.

USOS:
Se usa en la fabricación de tubos, perfiles plegados, asimismo luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Estructural	ASTM A36 y Dimensiones según JIS G3193-2008

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%):

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	% P MÁX.	%S MÁX.	Si MÁX.
A36	0.25 máx.	-	0.040	0.050	0.40

DIMENSIONES NOMINALES:

BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE (BLAC A36)
1.5 x 1200 mm
1.8 x 1200 mm
1.9 x 1200 mm
2.0 x 1200 mm
2.2 x 1200 mm
2.3 x 1200 mm
2.4 x 1200 mm
2.5 x 1200 mm
2.9 x 1200 mm
4.4 x 1200 mm
5.9 x 1200 mm

PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE (PLAC A36):

DIMENSIONES (mm)	PESO TEÓRICO EN kg/plancha				TOLERANCIA EN EL ESPESOR (mm)	ESPESOR EQUIVALENTE Ó APROXIMADO
	1,200 x 2,400 (mm)	1,200 x 6,000 (mm)	1,500 x 6,000 (mm)	2,400 x 6,000 (mm)		
1.5*	33.91				±0.18	1/16"
1.8*	40.69				±0.19	9/128"
1.9*	42.96				±0.19	9/128"
2.0*	45.22	113.04			±0.20	5/64"
2.2*	49.74	124.34			±0.20	2/23"
2.3*	52	130			±0.20	1/11"
2.4*	54.26	135.65			±0.20	3/32"
2.5*	56.52	141.3			±0.22	3/32"
2.9*	65.56	163.91			±0.22	1/8"
3.0*			211.95		±0.22	1/8"
3.9*	88.17	220.43			±0.24	5/32"
4.0*			282.6		±0.45	5/32"
4.4*	99.48	248.69			±0.45	3/16"
4.5*			317.93		±0.45	3/16"
4.8*			339.12		±0.45	3/16"
5.0*				565.20	±0.50	3/16"
5.9*	133.39	333.47			±0.50	1/4"
6	135.65	339.12	423.9		0.8/0.3	1/4"
6.35	143.56	358.9			0.8/0.3	1/4"
6.4			452.16	723.46	0.8/0.3	1/4"
8	180.86	452.16	565.2	904.32	0.8/0.3	5/16"
9	203.47		635.85	1,017.36	0.8/0.3	3/8"
9.5			671.18	1,073.88	0.8/0.3	3/8"
12	271.3		847.8	1,356.48	0.8/0.3	1/2"
12.5			883.13	1,413.00	0.8/0.3	1/2"
16	361.73		1,130.40	1,808.64	0.8/0.3	5/8"
19			1,342.35	2,147.76	0.8/0.3	3/4"
20	452.16			2,260.80	0.9/0.3	3/4"
22			1,554.30	2,486.88	0.9/0.3	7/8"
25	565.2		1,766.25	2,826.00	1.0/0.3	1"
32	723.46		2,260.80	3,617.28	1.3/0.3	1 1/4"
38	859.1		2,684.70	4,295.52	1.5/0.3	1 1/2"
50	1,130.40		3,532.50	5,652.00	1.8/0.3	2"
63	1,424.30		4,450.95	7,121.52	2.4/0.3	2 1/2"
75	1,695.60		5,298.75	8,478.00	2.8/0.3	3"
100	2,260.80		7,065.00	11,304.00	3.5/0.3	4"
125			8,831.25	14,130.00	3.5/0.3	5"
150	3,391.20		10,597.50	16,956.00	3.5/0.3	6"

(*) Dimensiones bajo norma JIS G3193

QCQA01-F202/04/SEP 20 - QCQA01-F201/05/SEP 20

ANEXO 4 Ficha técnica acero hardox.

Propiedades de impacto

Calidad	Ensayo longitudinal, energía de impacto típica, probeta de ensayo Charpy V 10 x10 mm.
Chapa y chapa gruesa Hardox® 400	45 J / -40 °C

[1] La resistencia a impactos se mide según acuerdo. Para espesores de entre 3 - 11,9 mm, se usan probetas de Charpy V de tamaños inferiores. Ensayo de impacto de conformidad con ISO EN 148 por cada serie y grupo de espesor. Media de tres ensayos.

Composición química (análisis de colada)

Calidad	C *) (max %)	Si *) (max %)	Mn *) (max %)	P (max %)	S (max %)	Cr *) (max %)	Ni *) (max %)	Mo *) (max %)	B *) (max %)
Chapa y chapa gruesa	0.32	0.70	1.60	0.025	0.010	2.50	1.50	0.60	0.004

El acero es de grano refinado*) Sustancias de aleación intencionadas.

Contenido en carbono equivalente CET (CEV)

Espesor (mm)	chapa 2.0 - 8.0	chapa 4.0 - 7.9	chapa gruesa 8.0 - 20.0	chapa gruesa 20.1 - 32.0	chapa gruesa 32.1 - 45.0	chapa gruesa 45.1 - 51.0	chapa gruesa 51.1 - 80.0	chapa gruesa 80.1 - 130
Máx	0,28 (0,41)	0,26 (0,41)	0,31 (0,47)	0,32 (0,52)	0.33(0.67)	0.33(0.67)	0,43 (0,82)	0.43(0.92)
típ.	0,26 (0,39)	0,24 (0,39)	0,28 (0,44)	0,29 (0,48)	0.31(0.62)	0.31(0.62)	0,41 (0,65)	0.41(0.89)

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \qquad CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

ANEXO 5 Características técnicas del perno cabeza hexagonal Acero SAE grado 2.

Perno Cabeza Hexagonal

Elemento de sujeción de piezas en estructuras, que consta de una cabeza en forma de hexágono, que le permite que le impriman un giro mediante la utilización de alguna herramienta. Fabricada con aceros grado 2 mejor conocido como "Acero Dulce" o "Perno de Hierro".

Ventajas

- La calidad de su acero le da cualidades de ductilidad, que evitan fallas frágiles al momento de llegar a su carga máxima; esto se debe a la pureza del acero de su materia prima, que no proviene de chatarra, sino del alambrón de aceros especiales CHQ.
- Su contenido de carbono (Bajo o Medio) permite su uso en aplicaciones diversas en la construcción.
- La garantía de la fabricación de la rosca bajo norma tipo UNC gruesa, garantiza que el apriete y la instalación del elemento sea preciso.
- Su excelente acabado pavonado mejora su apariencia y le proporciona mejor duración a la corrosión.

IdealAlambres BEKAERT

DIAMETRO (Pulg)	LONGITUD (Pulg)	TUERCA HEXAGONAL (Pulg)	USOS FRECUENTES
1/4"	1/2"	1/4"	Metalmecánica, carrocerías livianas, estructuras cajones madera en camiones, carpintería puertas mixtas (Madera - Hierro), muebles metálicos, camilla, divisiones metálicas, artesanías.
	3/4"		
	1"		
	1 1/2"		
	2"		
	2 1/2"		
	3"		
5/16"	1/2"	5/16"	Mecánica automotriz, metalmecánica, carrocerías livianas, estructuras livianas
	1"		
	2"		
	2 1/2"		
	3"		
	3 1/2"		
	4"		
3/8"	3/4"	3/8"	Maquinaria agrícola, mecánica automotriz, metalmecánica, carrocerías livianas, instalación accesorios automotrices.
	1"		
	1 1/2"		
	3"		
	3 1/2"		
	4"		
1/2"	1"	1/2"	Maquinaria agrícola, mecánica automotriz, metalmecánica, carrocerías livianas, instalación accesorios automotrices.
	1 1/2"		

Características técnicas
Tipo de Rosca: UNC Gruesa
Material: Acero SAE grado 2
Carga de prueba: 23,25 Kg/mm2
Resistencia mínima a la tracción 42,27 Kg/mm2

Norma: ANSI B18.2.1

Tuerca Hexagonal

Características técnicas
Tipo de Rosca: UNC Rosca gruesa
Material: Acero SAE grado 2
Carga de prueba: 42,27 Kg/mm2

Norma :
ANSI B18.2.2;
ANSI B18.6.3

Activar Windo
Ve a configuración

IdealAlambres BEKAERT

ANEXO 6 Cotización de componentes hidráulicos realizada en la empresa Marco Soluciones Integrales.

MARCO
Soluciones integrales

PROPUESTA N° 2137002081

13 de May del2021

Señores:
TURPO CCOA SAMUEL
Asociacion-Pro vivienda Portada Del valle Sur. A. 8 Av Prolongación. San Jerónimo SAN JERONIMO CUSCO
Presente.-

Atención : SAMUEL TURPO
Referencia :
De acuerdo a su atenta solicitud le estamos cotizando lo siguiente:

- Grupo hidráulico PE55 Power Team capacidad de 13 L/min, potencia de motor 1.9 KW, 220/380 v, incluye valvula tandem 4/3	S/ 3500.00
- Cilindro Hidraulico doble efecto M-34/50 soporta presiónde 3MPa	S/ 2180.00
- Maguera de alta presión doble reforzado con terminales prensado 1/2 " de diametro x 1.5 met	S/ 140.00
Precio total	5820.00

Forma de pago: Contado
Validez de la oferta: 13-06-2021

Los valores consignados en moneda nacional son equivalentes a los importes en dolares presupuestados al TC del día. Cualquier variación en el Tipo de Cambio, hará variar el importe en Moneda Nacional señalado.
Los equipos y/o accesorios serán entregados al cliente en los almacenes de Marco Peruana S.A.
Agradecemos anotar el número de está propuesta en su Orden de Compra.

ANEXO 7 Cotización de componentes eléctricos en la empresa Melecsa EIRL.

STTITO

MELECSA

Tableros y Suministros Eléctricos

E. Av. Huayruropata N°. 1023-A CUSCO
I. Telefax : (84)-241430
R. Av. Argentina H-18 Parque Industrial
L. Telefax : (084)-255292
E-Mail: ventashuayruropata@melecsa.pe
ventasparqueindustrial@melecsa.pe
Web : www.melecsa.pe

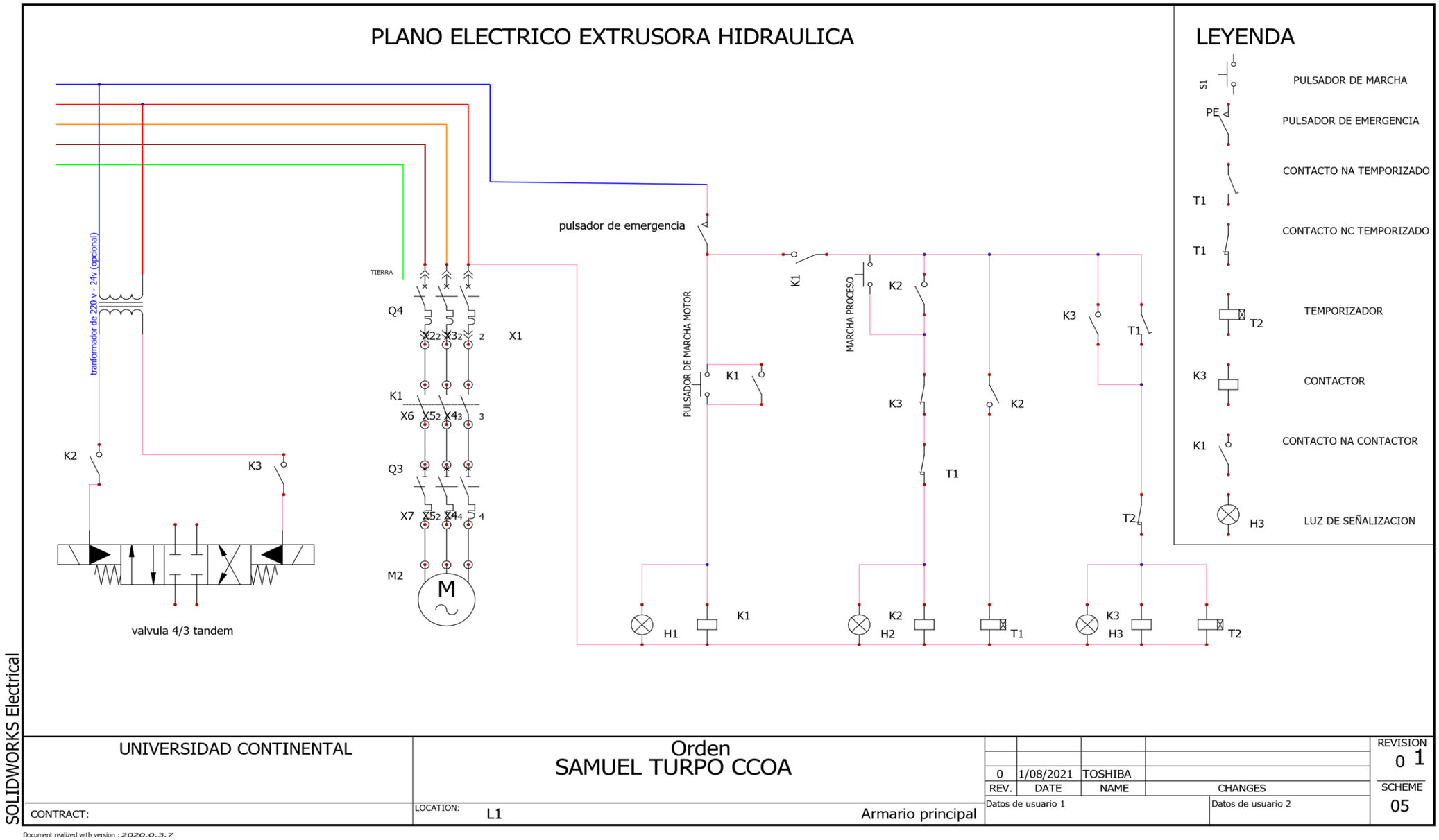
Page 1 of 1 DETALLE DE PEDIDO 2021-08-05 16:10

CODIGO : 14065 CLIENTE : MELECSA VENTAS
DIRECCION : CUSCO RUC/DNI : 03032010

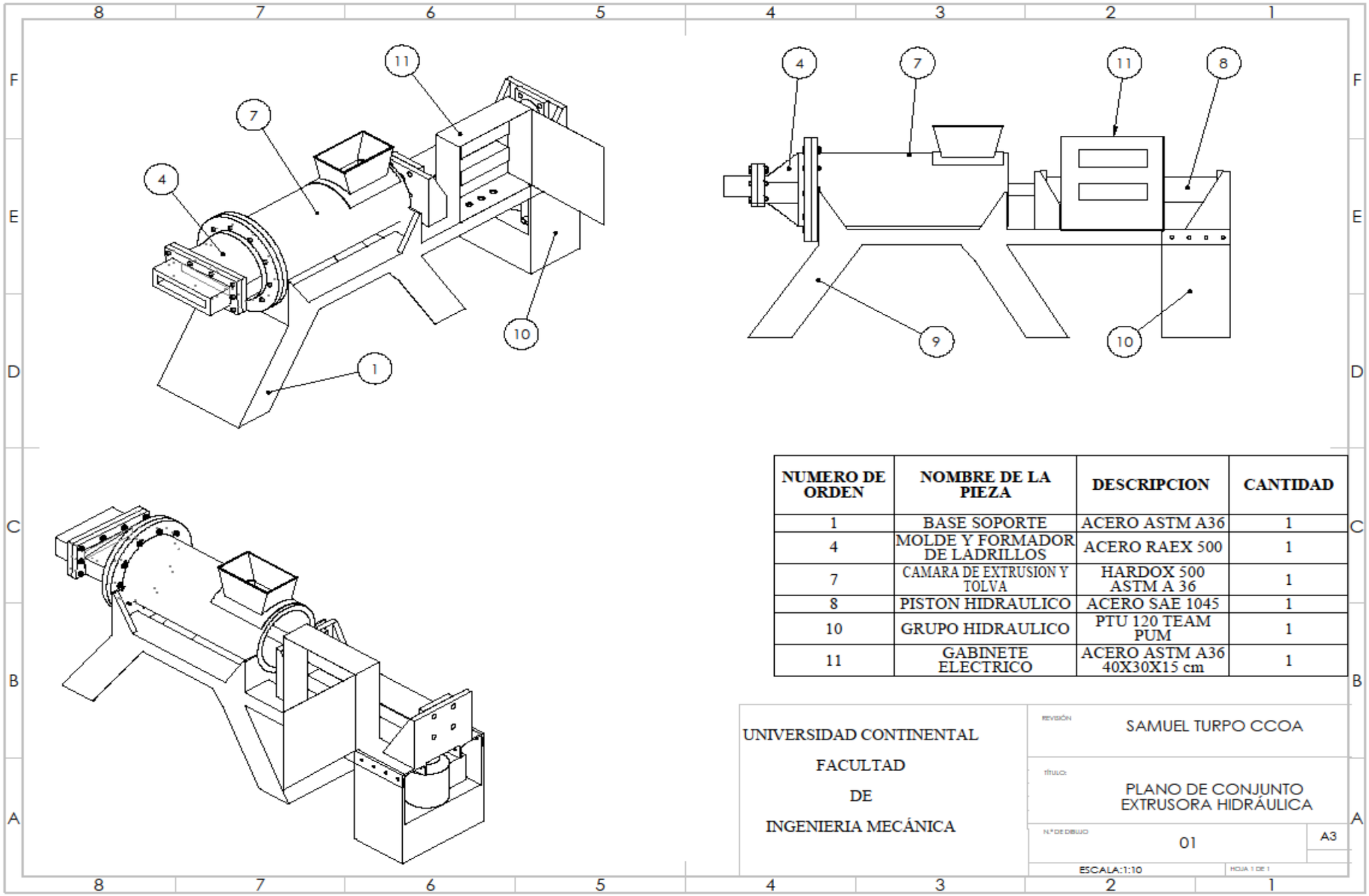
Fecha Pedido : 08/05/2021
Hora Pedido : 15:34
Cotizacion : 31012 BOL ABI

#	Cod. Prv	Nombre del Articulo	Cant.	Und S/D	Desc Unitario	Total
1		TABLERO METALICO PARA ADOSAR 400X300X200 MM + PLACA LEGRAND	1.00	209.50	209.50	209.50
2	MC9B-220V	CONTACTOR 3P 9AMP MC AC3 220V 50/60 HZ LS	1.00	44.10	44.10	44.10
3	MMS-32S 6A	GUARDA MOTOR 4-6AMP MMS-32S MC LS	1.00	152.30	152.30	152.30
4	UA-2(AU-2)	CONTACTO AUXILIAR MC BLOCK 1NO-1NC AU-2 LS	1.00	31.40	31.40	31.40
5	023701	PULSADOR RASS P/TABLERO ROJO LEGRAND 023701	1.00	30.90	30.90	30.90
6	023702	PULSADOR RASS P/TABLERO VERDE LEGRAND 023702	1.00	30.90	30.90	30.90
7	023725	PULSADOR T/HONGO ROJO EMERGENCIA 40MM 023725 LEGRAND	1.00	40.80	40.80	40.80
8	GPT 16 AWG	CABLE GPT 16 AWG ELCOPE	10.00	1.10	1.10	11.00
9		CORDON VULCANIZADO NLT 3X14 AWG GRIS CENTELSA	10.00	5.20	5.20	52.00
10		PRENSAESTOPA PG 13.5N STRONGER	1.00	2.00	2.00	2.00
11		PRENSAESTOPA P/TUBERIA CORRUGADA FLEXIBLE 1/2" BG22 KSS	1.00	2.50	2.50	2.50
12		LAMPARA DE SEÑAL P/TABLERO ROJO 22MM 1NC AD22-22DSR STRONGER	1.00	6.30	6.30	6.30
13		LAMPARA DE SEÑAL P/TABLERO VERDE 22MM 1NC AD22-22DSG STRONGER	1.00	6.30	6.30	6.30
						635.00

ANEXO 8 Plano hidráulico eléctrico.



ANEXO 9: Planos mecánicos.



NUMERO DE ORDEN	NOMBRE DE LA PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BASE SOPORTE	ACERO ASTM A36	1
4	MOLDE Y FORMADOR DE LADRILLOS	ACERO RAEX 500	1
7	CAMARA DE EXTRUSION Y TOLVA	HARDOX 500 ASTM A 36	1
8	PISTON HIDRAULICO	ACERO SAE 1045	1
10	GRUPO HIDRAULICO	PTU 120 TEAM PUM	1
11	GABINETE ELECTRICO	ACERO ASTM A36 40X30X15 cm	1

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD
DE
INGENIERIA MECÁNICA

REVISIÓN: SAMUEL TURPO CCOA

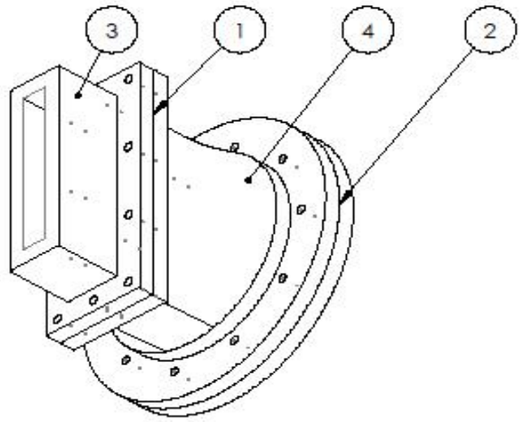
TÍTULO: PLANO DE CONJUNTO EXTRUSORA HIDRÁULICA

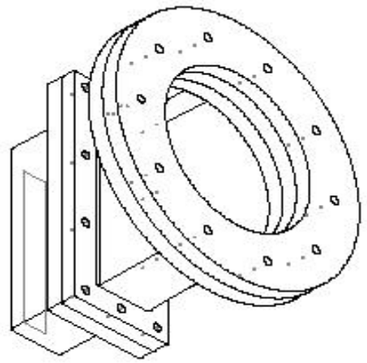
N.° DE DIBUJO: 01

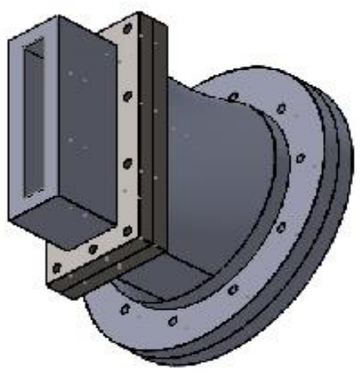
A3

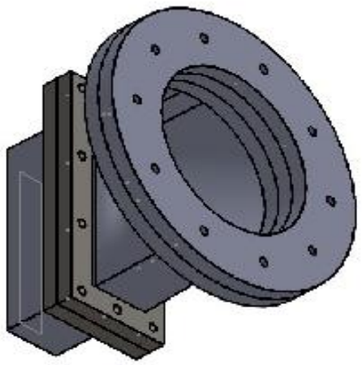
ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1









NUMERO DE ORDEN	NOMBRE DE LA PIEZA	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	BRIDA RECTANGULAR	ACERO RAEX 500	2
2	BRIDA CIRCULAR	ACERO RAEX 500	2
3	MOLDE PARA LADRILLO PASTELERO	ACERO RAEX 500	1
4	FORMADOR DE LADRILLOS PASTELEROS	ACERO RAEX 500	1

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

FACULTAD

DE

INGENIERIA MECÁNICA

REVISIÓN: SAMUEL TURPO CCOA

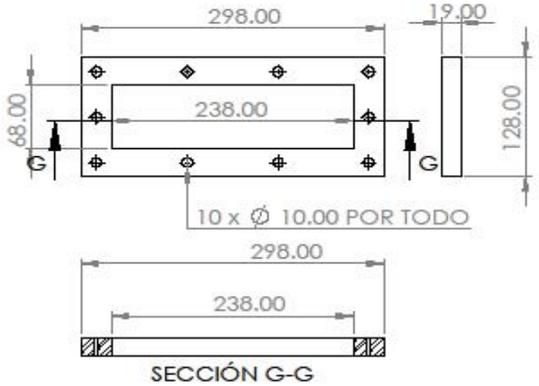
TÍTULO: PLANO DE CONJUNTO
MOLDE FORMADOR DE LADRILLOS PASTELEROS

N.º DE DIBUJO: 01

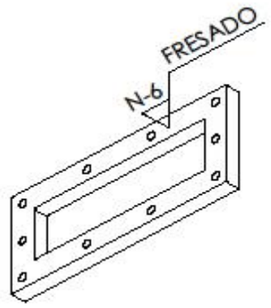
A3

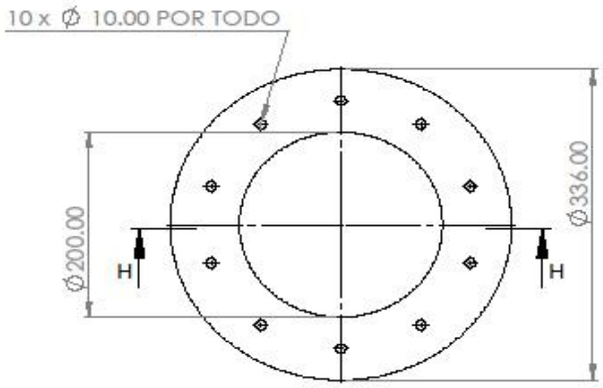
ESCALA:1:10

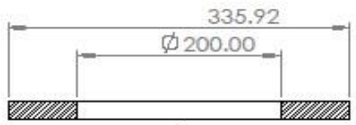
HOJA 1 DE 1



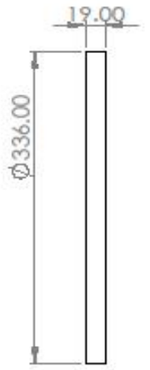
SECCIÓN G-G

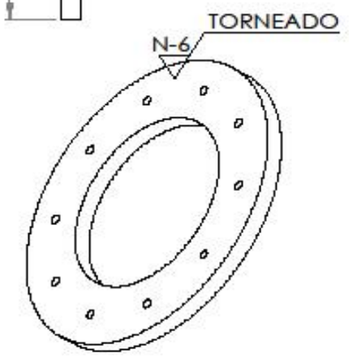


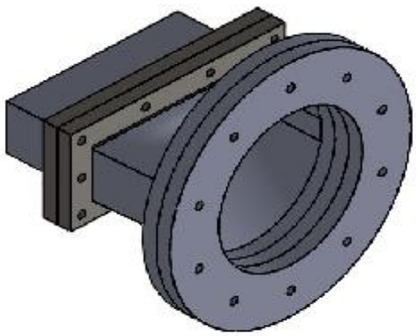




SECCIÓN H-H







N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	brida rectangular	RAEX 500 - 270X100X19mm	2
2	brida redonda	RAEX 500 - REDONDO DE 260mm	2
3	formador de ladrillos pasteleros	RAEX 500 - 100X700 X 19 mm	1
4	molde formador de ladrillos pasteleros	RAEX 500 - 100X500X19mm	1

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

FACULTAD

DE

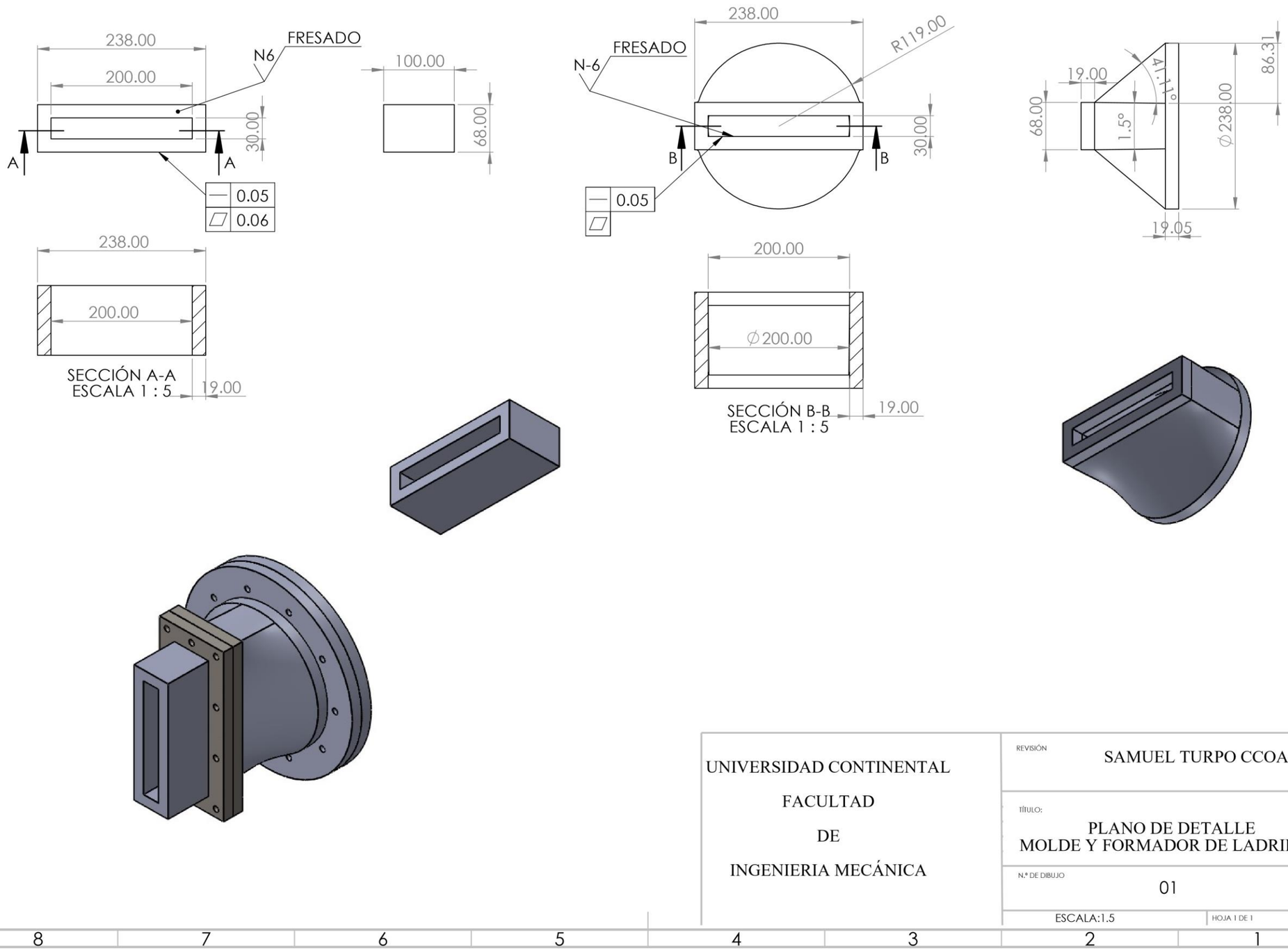
INGENIERIA MECÁNICA

REVISIÓN: SAMUEL TURPO CCOA

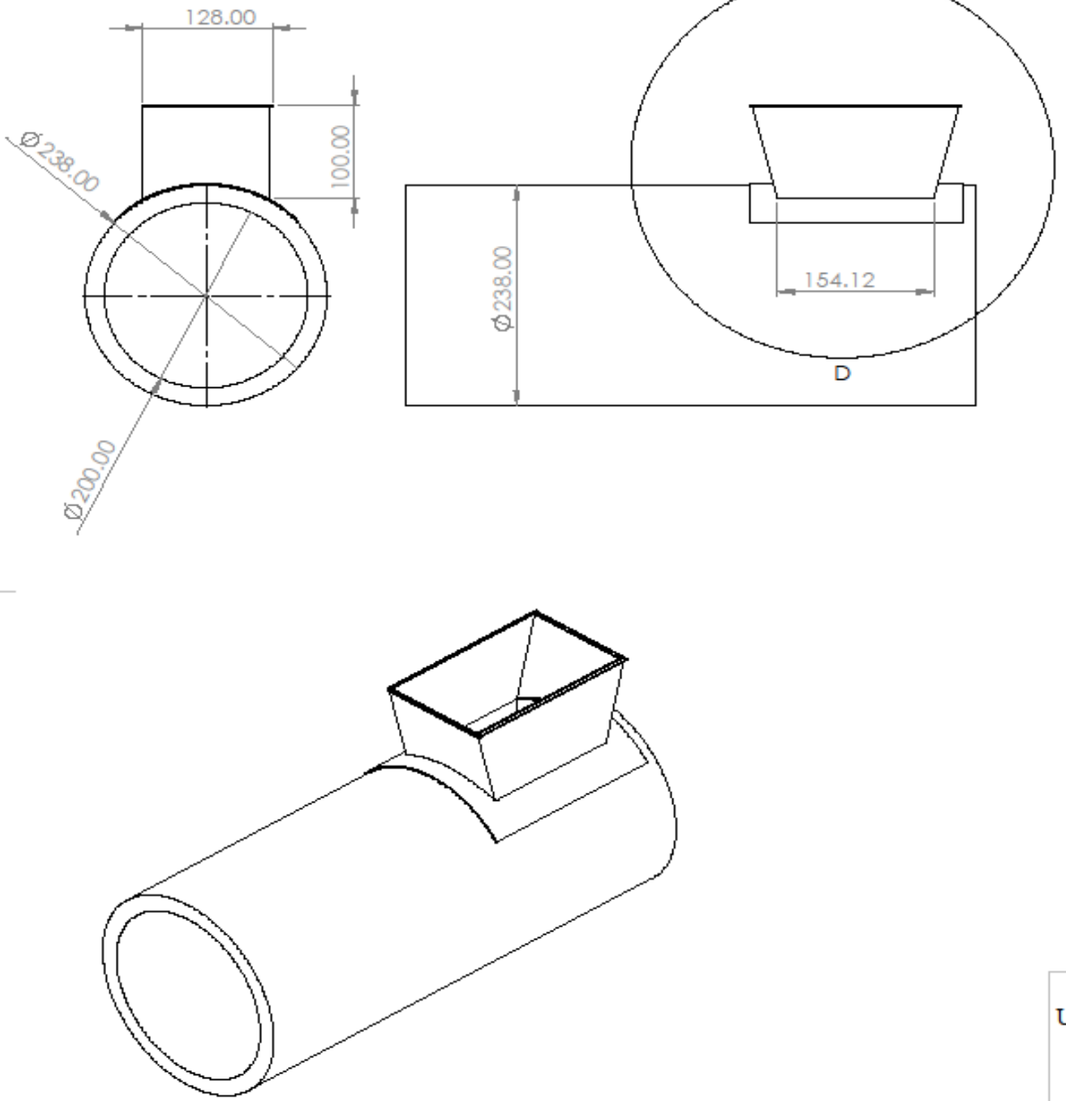
TÍTULO: PLANO DE DETALLE BRIDAS DE CONEXIÓN

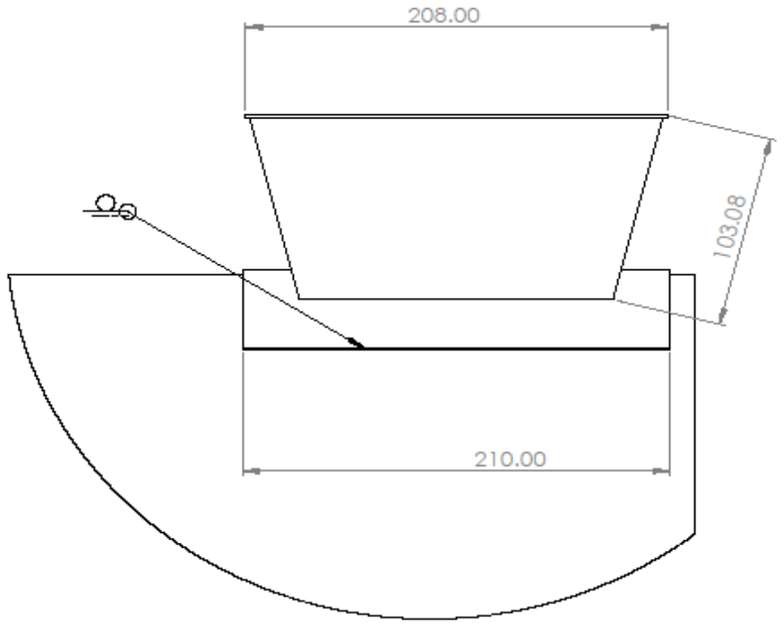
N.º DE DIBUJO: 01 | A3

ESCALA:1:5 | HOJA 1 DE 1



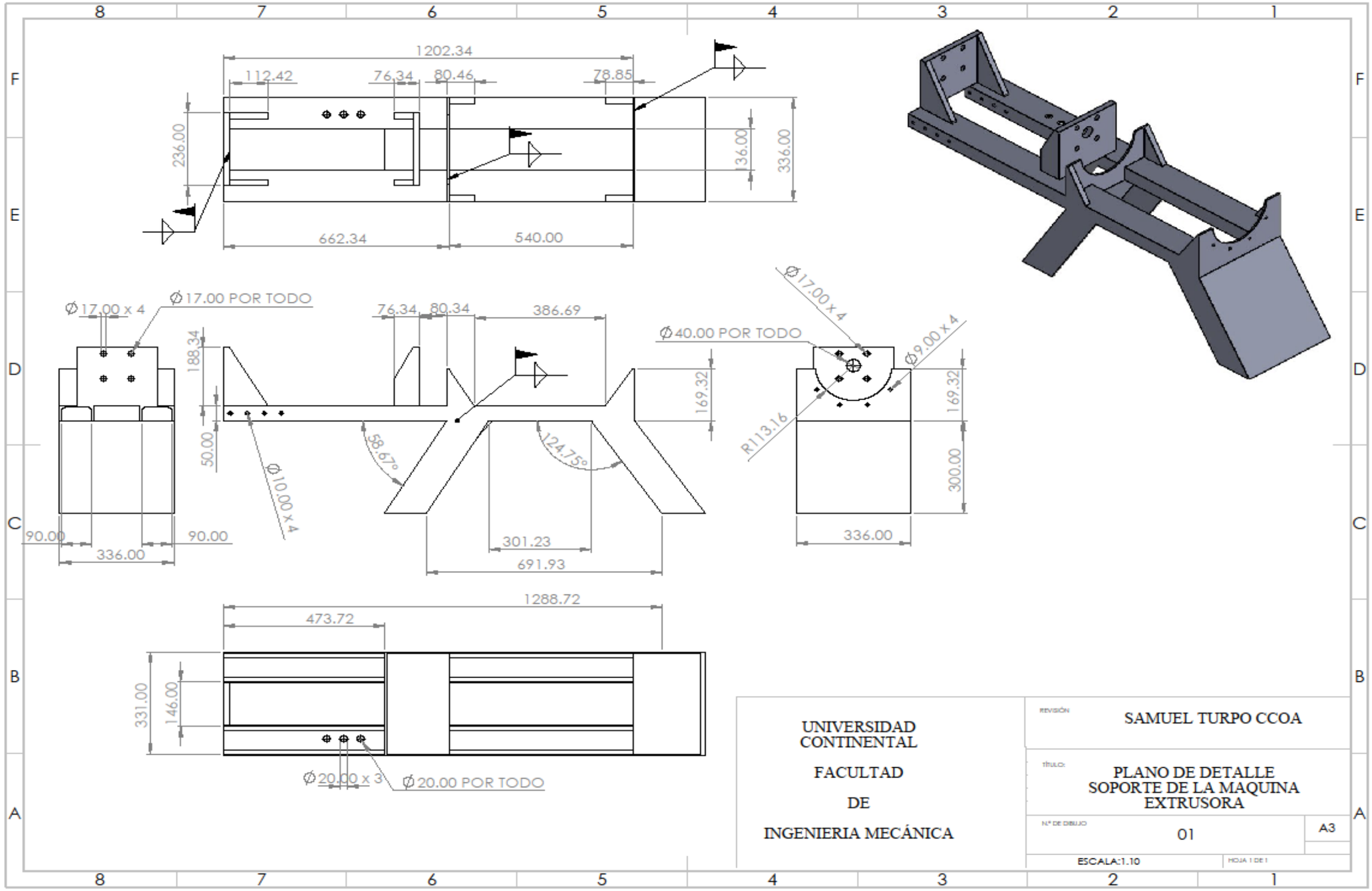
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA	REVISIÓN: SAMUEL TURPO CCOA TÍTULO: PLANO DE DETALLE MOLDE Y FORMADOR DE LADRILLOS N.º DE DIBUJO: 01 — A3 ESCALA:1.5 — HOJA 1 DE 1





DETALLE D
ESCALA 2 : 5

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA	REVISIÓN: SAMUEL TURPO CCOA
	TÍTULO: PLANO DE DETALLE TOLVA Y CAMARA DE EXTRUSIÓN
	N.º DE DIBUJO: 01 — A3
	ESCALA:1.5 — HOJA 1 DE 1


1202.34
112.42
76.34
80.46
78.85
236.00
136.00
336.00
662.34
540.00
Ø17.00 x 4
Ø17.00 POR TODO
76.34
80.34
386.69
188.34
50.00
Ø10.00 x 4
58.67°
124.75°
90.00
90.00
336.00
301.23
691.93
Ø40.00 POR TODO
Ø17.00 x 4
Ø9.00 x 4
169.32
169.32
R113.16
300.00
336.00
1288.72
473.72
331.00
146.00
Ø20.00 x 3
Ø20.00 POR TODO
UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD
DE
INGENIERIA MECÁNICA
REVISIÓN
SAMUEL TURPO CCOA
TÍTULO:
PLANO DE DETALLE
SOPORTE DE LA MAQUINA
EXTRUSORA
N.º DE DIBUJO
01
A3
ESCALA:1.10
HOJA 1 DE 1