



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES

TÍTULO:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA DE
LADRILLOS”

AUTOR:

Stalin Bladimir Jaramillo Mora

DIRECTOR:

Ing. Manuel Ignacio Ayala Chauvin Mg. Sc.

PREVIO A OPTAR POR EL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

Loja – Ecuador

2013

1859

CERTIFICACIÓN

Ing. Manuel Ignacio Ayala Chauvin

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en “**Diseño y construcción de una compactadora de ladrillos.**”, previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el señor egresado: **Stalin Bladimir Jaramillo Mora**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja 24 de Abril del 2013



Ing. Manuel Ignacio Ayala Chauvin
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Stalin Bladimir Jaramillo Mora, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Stalin Bladimir Jaramillo Mora

Firma

A handwritten signature in blue ink, reading "Stalin Jaramillo", written over a horizontal line.

Cédula: 1104454374-1

Fecha: 24 de Abril del 2013

PENSAMIENTO

Cuando la naturaleza agrava las dificultades, aumenta al mismo tiempo el ingenio.

Ralph W. Emerson

DEDICATORIA

A mi padre, Roberto Jaramillo Muñoz (+), quien a pesar de no estar con nosotros fue mi máxima inspiración, a mi querida madre, Deysi Mora, quien con su amor, comprensión y sacrificio, me ayudó durante toda mi carrera universitaria, a mi hermano Agustín Jaramillo Mora, por su apoyo incondicional estando presente cuando más lo necesitaba, sobre todo por ocupar el lugar dejado por mí entrañable padre.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios y a la Virgen Santísima del Cisne, por haberme guiado a lo largo de mi carrera estudiantil, a mi familia, la cual estuvo apoyándome en todo momento, al Ing. Manuel Ayala Chauvin, por su acertada dirección en la elaboración de la presente Tesis, a mis amigos y a la prestigiosa Universidad Nacional de Loja, por la formación académica que me ha brindado durante mi vida estudiantil.

TABLA DE CONTENIDOS

a. TÍTULO	17
b. RESUMEN	18
SUMMARY	19
c.- INTRODUCCIÓN	20
c.1 Situación Problemática	20
c.1.1 Antecedentes	20
c.1.2 Problemática.....	21
d. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS, DISEÑO MECÁNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA COMPACTADORA DE LADRILLOS	23
CAPÍTULO d.1: Procesos para la obtención del ladrillo	24
d.1.1 Introducción.	25
d.1.2 Proceso de elaboración de los ladrillos artesanales.....	25
d.1.3 Depósito de materia prima para los ladrillos.	26
d.1.4 Humedad del ladrillo.	26
d.1.5 Moldeado del ladrillo.	26
d.1.6 Secado del ladrillo.	26
d.1.7 Cocción del ladrillo.	27
d.1.8 Almacenaje del ladrillo.....	27
d.1.9 Arcillas para ladrillo.	27
d.1.9.1 Arcillas primarias o residuales.	27
d.1.9.2 Arcillas secundarias o sedimentarias.....	27
d.1.10 Propiedades Físicas de las arcillas.	28
d.1.11 Propiedades químicas de las arcillas.	28
d.1.12 Acción del calor sobre las arcillas.....	28
d.1.13 Geometría.....	29
d.1.14 Tipos de ladrillo.	29
d.1.14.1 Ladrillo perforado.....	30
d.1.14.2 Ladrillo tejar o manual.....	30

d.1.14.3 Ladrillo hueco.	30
d.1.14.4 Ladrillo cara vista.	30
d.1.14.5 Ladrillo refractario.....	30
d.1.15 Prueba de ruptura.	30
d.1.16 Utilidad.	31
d.1.17 Textura interna.	31
CAPÍTULO d.2: Fundamento Teórico para el diseño y construcción de la máquina compactadora de ladrillos	32
d.2.1 Introducción.	33
d.2.2 Cilindros Hidráulicos.	33
d.2.3 Tipos de líquidos de trabajo.....	35
d.2.4 Características que deben reunir los líquidos hidráulicos.	35
d.2.5 Cálculo de la Fuerza de Empuje.	36
d.2.6 Cálculo de presión en un hidráulico.	36
d.2.7 Velocidad del vástago.....	37
d.2.8 Cálculo de la presión de entrada.	37
d.2.9 Cálculo del caudal en los actuadores.....	38
d.2.10 Cálculo de potencia en un actuador.....	38
d.2.11 Área de la tubería.	39
d.2.12 Velocidad del líquido.	39
d.2.13 Número de reynold.	40
d.2.14 Coeficiente de rozamiento.	40
d.2.15 Pérdidas de presión.....	40
d.2.16 Cálculo de presión a la salida de la bomba.	41
d.2.17 Cálculo de potencia en la bomba.	41
d.2.18 Descripción de los elementos que conforman el circuito hidráulico.....	42
d.2.18.1 Bomba hidráulica.	42
d.2.18.2 Válvula distribuidora.	42
d.2.18.3 Cilindro hidráulico de doble efecto.	43
d.2.18.4 Filtro de Aceite o Filtro hidráulico.....	43

d.2.18.5 Válvula Antirretorno.....	43
d.2.18.6 Válvula de Sobrepresión.....	44
d.2.18.7 Depósito o tanque.....	44
d.2.18.8 Válvula limitadora de presión con pilotaje interno (seguridad).....	44
d.2.18.9 Manómetro.....	45
d.2.19 Desplazamiento angular.....	45
d.2.20 Velocidad angular.....	45
d.2.21 Aceleración angular.....	46
d.2.22 Longitud de arco.....	46
d.2.23 Cálculo de rozamiento entre dos superficies.....	46
d.2.24 Potencia de un cuerpo en rotación.....	47
d.2.25 Cálculo de la relación de transmisión.....	48
d.2.26 Cálculo del diámetro del eje.....	49
d.2.27 Cálculo de resistencia y rigidez en barras redondas.....	51
d.2.28 Cálculo de chavetas.....	51
d.2.29 Cálculo de vigas.....	53
d.2.29.1 Esfuerzos máximos en una viga (S).....	55
d.2.30 Cálculo del número de pernos.....	55
d.2.31 Cálculo de la soldadura.....	56
CAPÍTULO d.3: Cálculos para el diseño y construcción de la compactadora de ladrillos.....	58
d.3.1 Introducción.....	59
d.3.2 Cálculo de compactación de ladrillo.....	59
d.3.3 Cálculo de la Fuerza de compactación del ladrillo.....	60
d.3.3.1 Cálculo de la fuerza de compactación útil del ladrillo.....	60
d.3.4 Cálculo del diseño hidráulico.....	61
d.3.4.1 Cálculo de presión a la entrada del actuador.....	62
d.3.4.2 Cálculo de la velocidad de salida del vástago.....	62
d.3.4.3 Cálculo del caudal a la salida del actuador.....	63
d.3.4.4 Cálculo del caudal a la entrada del actuador.....	64
d.3.4.5 Cálculo de potencia a la salida del actuador.....	64

d.3.4.6 Cálculo de potencia de entrada del actuador.....	65
d.3.4.7 Cálculo de área de la tubería.	65
d.3.4.8 Cálculo de la velocidad de fluido en la tubería.	66
d.3.4.9 Cálculo del número de reynold.	66
d.3.4.10 Cálculo del coeficiente de rozamiento.....	67
d.3.4.11 Cálculo de pérdidas de presión.	67
d.3.4.12 Cálculo de presión a la salida de la bomba.	68
d.3.4.13 Cálculo de potencia a la salida de la bomba.	68
d.3.4.14 Cálculo de potencia a la entrada de la bomba.	69
d.3.5 Diseño del esquema hidráulico.	70
d.3.5.1 Funcionamiento del esquema hidráulico.	71
d.3.6 Diseño del tambor para los ladrillos.....	72
d.3.7 Cálculo de la velocidad angular del tambor.....	73
d.3.8 Cálculo de la longitud de arco de giro del tambor.	73
d.3.9 Cálculo de la aceleración angular del tambor.....	74
d.3.10 Cálculo de la masa total de giro del tambor.....	75
d.3.10.1 Cálculo de la masa del disco para los ladrillos.	75
d.3.10.2 Cálculo de la masa de llenado.	77
d.3.10.3 Cálculo de la masa de extracción.	79
d.3.10.4 Cálculo de la masa de los ladrillos.	81
d.3.10.5 Cálculo de la masa del separador de ladrillos.	82
d.3.10.6 Cálculo de la masa de las bridas.....	83
d.3.10.7 Cálculo de la masa del eje.....	85
d.3.11 Cálculo del momento rotacional del giro del tambor.	87
d.3.12 Cálculo de la potencia motriz necesaria para giro del tambor.	88
d.3.13 Cálculo de la relación de transmisión a la salida del tambor.....	89
d.3.14 Cálculo del diámetro del eje.	91
d.3.15 Cálculo de la máxima tensión a la torsión del eje.	91
d.3.16 Cálculo de la chaveta.....	92
d.3.17 Cálculo de la estructura.	94

d.3.17.1 Diagramas del momento cortante y flector.	96
d.3.17.2 Cálculo del esfuerzo en la estructura.	96
d.3.17.3 Cálculo del esfuerzo máximo en la estructura.	97
d.3.18 Cálculo del número de pernos que sujetan la tapa receptora.	98
d.3.19 Cálculo de la soldadura para unión de vigas (UPN).	99
d.3.19.1 Cálculo de Fatiga del cordón de la soldadura.	100
d.3.19.2 Cálculo del límite elástico del cordón.	101
d.3.20 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina.	102
d.3.20.1 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina, posición de filo.	102
d.3.20.2 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina, posición tendido.	103
e. MATERIALES Y MÉTODOS	105
e.1 Introducción.	105
e.2 Metodología para determinar el costo directo e indirecto.	105
e.2.1 Costos Directos	106
e.2.1.1 Costo de los materiales mecanizado.	106
e.2.1.2 Costo de elementos normalizados	107
e.2.1.3 Costo de materiales para el acabado superficial.	107
e.2.1.4 Costos mano de obra.	108
e.2.2 Costos indirectos.	108
e.3 Costo total de la máquina.	108
f.- RESULTADOS.	109
g.- DISCUSIÓN.	110
h.- CONCLUSIONES	113
i.- RECOMENDACIONES	114
j.- BIBLIOGRAFÍA	115
k. ANEXOS	116
k.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	117

k.2 PLANOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA COMPACTADORA DE LADRILLOS.....	131
k.3 FOTOS PROTOTIPO DE COMPACTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA COMPACTADORA DE LADRILLOS.	132

SIMBOLOGÍA

P = Presión medida por el manómetro \rightarrow Kgf

F_c = Fuerza de compactación del ladrillo

A_c = Área del actuador \rightarrow cm^2

F_{cu} = Fuerza de compactación útil de los ladrillos

F_s = Factor de seguridad para la compactación de los ladrillos

V = Velocidad de salida del vástago \rightarrow m/s

L = Carrera del vástago \rightarrow m

T = Tiempo de salida del vástago \rightarrow s

V = Velocidad de salida del vástago \rightarrow m/s

A_{cl} = Área del cilindro \rightarrow m^2

\emptyset = Diámetro \rightarrow m

η_v = Rendimiento volumétrico

η_h = Rendimiento hidráulico

η_T = Rendimiento total

A_{tub} = Área de la tubería \rightarrow m^2

Re = Número de reynold

V_{tub} = Velocidad del fluido que circula por la tubería \rightarrow m/s

\emptyset_{tb} = Diámetro de la tubería \rightarrow m

$\mu = \text{Viscosidad cinemática} \rightarrow m^2/s$

$\lambda l = \text{Coeficiente de rozamiento}$

$\rho = \text{Densidad del aceite} \rightarrow Kg/m^3$

$Q_{ea} = \text{Caudal de entrada en el actuador} \rightarrow m^3/s$

$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/s$

$P_{ea} = \text{Presión de entrada del actuador} \rightarrow Mpa$

$P_{sa} = \text{Presión de salida del actuador} \rightarrow MPa$

$\Delta P = \text{Pérdidas de presión} \rightarrow Mpa$

$N_{sa} = \text{Potencia de salida del actuador} \rightarrow \text{Watts}$

$N_{ea} = \text{Potencia de entrada del actuador} \rightarrow \text{Watts}$

$N_{eb} = \text{Potencia de entrada en la bomba} \rightarrow \text{Watts}$

$N_{sb} = \text{Potencia de salida en la bomba} \rightarrow \text{Watts}$

$d = \text{Diametro del tambor} \rightarrow m$

$t = \text{Tiempo} \rightarrow s$

$S = \text{Longitud de arco del tambor} \rightarrow m$

$\theta = \text{Ángulo de desplazamiento del tambor} \rightarrow rad$

$\alpha r = \text{Aceleración angular del tambor} \rightarrow \frac{rad}{s^2}$

$\rho = \text{Densidad} \rightarrow \text{Kg}/\text{m}^3$

$M_{\text{disco}} = \text{Masa del disco} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{llenado}} = \text{Masa de llenado para el material base} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{extraido}} = \text{Masa para extraer los ladrillos} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{ladrillo}} = \text{Masa de los ladrillos} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{separador}} = \text{Masa del separador de los ladrillos} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{bridas}} = \text{Masa de las bridas de sujeción del disco} \rightarrow \text{Kg}$

$M_{\text{eje}} = \text{Masa del eje rotacional del disco} \rightarrow \text{Kg}$

$MTG = \text{Masa total de giro del tambor} \rightarrow \text{Kg}$

$F_{\text{res}} = \text{Fuerza de resistencia que se opone al giro del Tambor} \rightarrow \text{N}$

$N = \text{Nómal del Tambor} \rightarrow \text{N}$

$r = \text{Radio del Tambor} \rightarrow \text{m}$

$N = \text{Nómal del Tambor} \rightarrow \text{N}$

$\mu_{\text{rosm}} = \text{Coeficiente de rozamiento de los materiales}$

$P_m = \text{Potencia necesaria para girar el Tambor de los Ladrillos} \rightarrow \text{Watts}$

$M_r = \text{Momento Motor} \rightarrow \text{N} * \text{m}$

$\eta_e = \text{Rendimiento eléctrico del Motor}$

$W_r = \text{r.p.m. a la salida del reductor} \rightarrow \text{rad}/\text{s}$

$d = \text{Diámetro del eje} \rightarrow \text{cm}$

$N = \text{Potencia (CV)}$

$n = \text{r.p.m}$

$M_r = \text{Momento resistente} \rightarrow \text{Kgf/cm}^2$

$W_p = \text{Momento polar de resistencia a la sección} \rightarrow \text{cm}^3$

$\tau_{adm\ tor} = \text{Tensión admisible a la torsión} \rightarrow \text{Kgf/cm}^2$

$\sigma_{aplastmax} = \text{Tensión permisible de aplastamiento} \rightarrow \text{Kgf/cm}^2$

$S = \text{Esfuerzo máximo en la estructura} \rightarrow \text{Kgf/cm}^2$

$h = \text{Altura del UPN} \rightarrow \text{mm}$

$b = \text{Base del UPN} \rightarrow \text{mm}$

$I = \text{Inercia del Upn} \rightarrow \text{cm}^4$

$S_1 = \text{Esfuerzo por partes desconocidas en la estructura} \rightarrow \text{Kgf/cm}^2$

$N = \text{Coeficiente de trabajo en los perfiles} \rightarrow \text{Choque fuerte}$

$A_p = \text{Área del perno} \rightarrow \text{cm}^2$

$\theta_p = \text{Diámetro interior del perno} \rightarrow \text{cm}$

$Gt = \text{Límite de trabajo} \rightarrow \text{Kg/cm}^2$

$Ge = \text{Límite de elástico de soldadura} \rightarrow \text{Kg/cm}^2$

$\eta =$ Coeficiente de seguridad en la soldadura

$\gamma =$ Fatiga del cordón de la soldadura

$F_{\text{máx}} =$ Fuerza máxima de trabajo $\rightarrow Kg$

$F_t =$ Fuerza de trabajo $\rightarrow Kg$

$Tr =$ Límite elástico del cordón en la soldadura $\rightarrow Kg/cm^2$

$\psi =$ Coeficiente de resistencia mecánica del electrodo $\rightarrow 0,6$

$A_{\text{sol}} =$ Área de soldadura $\rightarrow cm^2$

a. TÍTULO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA DE LADRILLOS

b. RESUMEN

Con el diseño y construcción de la máquina compactadora de ladrillos, en el cantón Catamayo, se pueden prevenir accidentes ocasionados por la compactación manual, incrementar la productividad de unidades por día; y, poder ofrecer al mercado un ladrillo de mejor calidad.

La máquina compactadora de ladrillos está conformada por tres partes fundamentales que son: tambor giratorio, unidad de compactación y sistema de mando.

La máquina compactadora permitió determinar un mecanismo apropiado para llenar de masa a los moldes; se instaló también un sistema electromecánico para compactar el ladrillo, compuesto de un sistema ole-hidráulico; además se construyó un mecanismo de leva cilíndrica para extraer los ladrillos del molde, después de ser lubricadas las paredes con agua y arena, para evitar deformaciones en el momento de extraerlos.

Los ladrillos obtenidos por la máquina construida, ofrece una resistencia a la compresión del 91% mayor que la del ladrillo elaborado artesanalmente en posición filo y 39% en posición tendido.

SUMMARY

With the design and the construction of the compacting machine brick, in Canton Catamayo can prevent accidents caused by manual compaction, increase the productivity of its units per day, and be able to offer to the market a better quality brick.

The brick compacting machine consists of three main parts which are: rotating drum compactor unit and control system.

The compacting machine allowed to determine an appropriate mechanism to fill the molds mass; also installed an electromechanical system for compacting the brick, a comprising ole-hydraulic system, also constructed a cylindrical cam mechanism to remove the bricks from the mold, after being lubricated with water and sand walls to prevent changes in the time of collection.

The Bricks that were obtained by the machine built provides a compressive strength of 91% higher than brick-crafted edge position and 39% in lying position.

c. INTRODUCCIÓN

c.1 Situación Problemática

c.1.1 Antecedentes

El ladrillo constituyó el principal material de la construcción desde hace 9000 años en la antigua Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los constructores de Mesopotamia y Babilonios levantaron templos, palacios y ciudades amuralladas, con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los imperios se construían con ladrillos, al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla.

En la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos. El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. Pero fue en España donde por influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobretodo en Castilla, Aragón y Andalucía.

El ladrillo industrial, fabricado en enormes cantidades, sigue siendo un material de construcción muy versátil. Existen tres clases: ladrillo de fachada o exteriores, de construcción y refractario, este último se emplea para fabricar hornos.

En Ecuador, la producción de ladrillos comenzó a forjarse y desarrollarse durante la época de la colonización española, en la parte oeste de éste bonito destino. Es una de las profesiones más antiguas, dando como resultado una variedad de modelos, en la Provincia de Loja, Cantón Catamayo, está es la segunda fuente de trabajo después del Ingenio Monterrey, donde varias familias han podido sobresalir gracias a su esfuerzo y perseverancia, generando así nuevos líderes para nuestra patria.

c.1.2 Problemática

El ladrillo en la actualidad es una pieza fundamental en todo tipo de construcción, a la vez genera muchas fuentes de trabajo. El proceso para obtener ladrillo es agotador y se requiere de experiencia, su elaboración empieza, por la obtención de la masa o llamada barro, se debe prepararla mezclando tierra, aserrín y agua, este proceso se lo realiza con los pies, cada uno de estos componentes tienen su volumen propio.

Luego la masa es llevada a los moldes para ser compactada manualmente, retiramos el molde una vez compactada la masa, después se le da un tiempo para que seque al sol y viento y se lo lleva a los hornos, para su cocción y de esta manera producir ladrillo morocho o ladrillo de barro.

En el Cantón Catamayo, provincia de Loja, la calidad del ladrillo varía, por más que los trabajadores pongan todo de parte, su variación es producida al momento de mezclar los materiales y en especial al momento de compactar o prensar ladrillo.

La obtención de las unidades por día es baja, debido que es un trabajo que exige mucho esfuerzo físico, al compactar la masa la mayoría de trabajadores sufren cortaduras por piedrillas, espinas, astillas, etc., en algunos casos la herida es de gravedad, provocando que el trabajador se retire de su actividad laboral y dando como resultado un retraso en la producción. Este es un problema que se venido acarreado durante muchos años, a todos los fabricantes de ladrillo y en especial a los señores empresarios: El Arts. Agustín Jaramillo y del Lic. Carlos Franco, generando inconformidad tanto para el fabricante como los señores compradores.

Por tal razón, mi propuesta de Tesis se basa en: Diseñar y construir una compactadora de ladrillo, con el propósito de conseguir compactación uniforme en todas las unidades prensada, mejorar la calidad, prevenir accidentes, aumentar la producción diaria y el más importante ofrecer un ladrillo fiable para los señores compradores Lojanos.

Con todos estos inconvenientes, el problema de investigación será **¿Cómo mejorar la compactación de los ladrillos y su nivel de productividad a un 50%, evitando riesgos laborales?**

**d.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS, DISEÑO MECÁNICO PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA COMPACTADORA DE
LADRILLOS**

CAPÍTULO d.1

Proceso para la obtención del ladrillo

d.1.1 Introducción.

En este capítulo se analizará los procesos técnicos para la obtención de los ladrillos, esto servirá como referencia para el desarrollo del proyecto que se basa en diseñar y construir una compactadora de ladrillos.

La información recopilada en bibliotecas, publicaciones de profesionales y catálogos, me permite documentar y fundamentar el tema, realizando el siguiente análisis de la fuente.

d.1.2 Proceso de elaboración de los ladrillos artesanales.



Fig1: Ladrillos Artesanales.

Su elaboración empieza, primero por el abastecimiento de la materia prima (tierra ligoza, arcillosa, aserrín y agua), cada uno de estos tiene su volumen propio, la mezcla de todos estos materiales, permite la obtención de la masa o llamada barro, este proceso se lo realiza con los pies.

Como podemos apreciar en la figura 1, la masa es llevada a los moldes para ser compactada manualmente, retiramos el molde una vez compactada, después se le da un tiempo para que seque al viento y sol, una vez que los ladrillos se encuentran secos, se los coloca en el horno unos sobre otros estilo colmena para su cocido y de esta manera producir ladrillo morocho o ladrillo de barro.

Durante la fase de endurecimiento, por secado, o por cocción, el material arcilloso adquiere características de notable solidez con una disminución de masa, por pérdida de agua, de entre un 5 a 15%, en proporción a su plasticidad inicial.

d.1.3 Depósito de materia prima para los ladrillos.

A la fase de pre-elaboración es necesario abastecerse de la materia prima como son: tierra arcillosa, tierra ligosa, agua, viruta o aserrín y para la fase de cocción necesitamos leña seca, todos y cada uno de estos materiales, son indispensables para la obtención de ladrillo.

d.1.4 Humedad del ladrillo.

Para conseguir humidificación, tenemos que llenar un pozo con agua y agregar tierra arcillosa, luego una capa de aserrín y esperar al día siguiente para que obtenga la humedad suficiente y proceder a la elaboración del material base, este proceso se lo realiza mezclándolo con los pies y pala.

d.1.5 Moldeado del ladrillo.

Una vez que se prepara el material base o barro, se procede a arreglar el terreno donde se va a moldear dejándolo limpio de obstáculos, luego llevamos el barro al molde para compactarlo en forma manual, hay que tener precaución al prensar, debido a que pueden existir piedrillas, espinas, etc., y de esa manera prevenir algún accidente.

d.1.6 Secado del ladrillo.

Para secar los ladrillos, tenemos que ponerlos en bases y apilarlos uno sobre otro, son secados al viento y sol, es una de las fases más delicadas del proceso de producción. De esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del material, más que nada en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado para de esta manera, poder pasar a la fase de cocción.

Si el ladrillo no se encuentra totalmente seco y al cocerlo así, se produce golpes térmicos generando deformación y pérdida de resistencia.

d.1.7 Cocción del ladrillo.

Se realiza en hornos cuadrados, miden 8 m de longitud, y 5 m de alto, donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900 °C y 1000 °C.

En el interior del horno, la temperatura varía de forma continua y uniforme, la cocción resulta una de las instancias cruciales del proceso para mejorar la resistencia del ladrillo, su proceso dura entre 25 y 30 horas para 10000 unidades.

d.1.8 Almacenaje del ladrillo.

Cuando el horno se enfría a temperatura ambiente (48 horas), se procede a extraerlos del mismo, y se los colocan de filo uno encima del otro, para luego ser trasladados en camión a las distintas partes que se los requiera.

d.1.9 Arcillas para ladrillo.

La arcilla no es una roca primitiva sino el producto de la descomposición de ciertas rocas ígneas antiguas, se presenta en terrenos llamados estratificados generalmente en capas muy regulares. La arcilla pura es el silicato de aluminio llamado caolín.

Pueden ser de dos clases, según su procedencia:

d.1.9.1 Arcillas primarias o residuales.

Formadas in situ, o sea, donde se desintegró la roca. Contienen partículas sin ninguna clasificación, desde caolinizadas, hasta fragmentos de roca y minerales duros e inalterados. Por su heterogeneidad no son de mucha aplicación en la industria cerámica.

d.1.9.2 Arcillas secundarias o sedimentarias.

Han sido transportadas y depositadas en pantanos, lagos, el océano, etc. Están clasificadas por tamaño debido al transporte. Tienen mejores condiciones para la industria cerámica.

d.1.10 Propiedades Físicas de las arcillas.

Elasticidad: Producida por la mezcla de la arcilla con una adecuada cantidad de agua.

Endurecimiento: Lo sufren a ser sometidas a la acción de calor.

Color: este se debe a la presencia de óxidos metálicos.

d.1.11 Propiedades químicas de las arcillas.

La arcilla pura es bastante resistente a la acción química de los reactivos; sin embargo, es atacada por algunos reactivos, sobre todo si se le aplican en condiciones apropiadas de presión, temperatura y concentración.

El ácido clorhídrico y el sulfúrico concentrados la descomponen a una temperatura de 250 a 300° C y actúan más lentamente sobre arcilla calcinada.

Algunos álcalis como sosa y potasa atacan el silicato aluminoso si hay calentamiento prolongado y la transforman en silicatos dobles de sodio o potasio y aluminio.

El anhídrido bórico la transforma en una masa vítrea (vitrificado) más atacable por los reactivos químicos.

Pero para la industria cerámica, las propiedades más importantes son las relacionadas con las reacciones efectuadas entre los diferentes silicatos de la arcilla para formar compuestos de ciertas características como resistencia, dureza, aumento de densidad, disminución de absorción, según la reacción que haya tenido lugar.

d.1.12 Acción del calor sobre las arcillas.

Con una temperatura entre 300 y 400° C el agua llamada de combinación es liberada, perdiendo la propiedad de dar masas plásticas.

Entre 600 y 700° C el agua en la arcilla es totalmente eliminada.

Por la acción del calor entre 700 y 800° C adquiere propiedades tales como dureza, contracción y sonoridad, la sílice y la alúmina comienzan a formar un silicato anhidro (Mullita: $Al_2O_3 \cdot SiO_2$).

Esta combinación se completa al parecer entre 1100 y 1200° C.

Hacia los 1500° C aparecen los primeros síntomas de vitrificación.

d.1.13 Geometría.

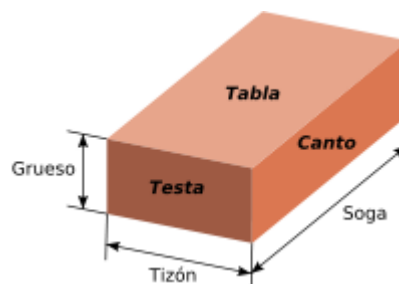


Fig2: Nomenclatura de las caras y lados de un ladrillo.

Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de soga, tizón y grueso, siendo la soga su dimensión mayor. Así mismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de tabla, canto y testa (la tabla es la mayor). Por lo general, la soga es del doble de longitud que el tizón, lo que permite combinarlos libremente.

Existen diferentes formatos de ladrillo, por lo general son de un tamaño que permita manejarlo con una mano. En particular, destacan el formato métrico, en el que las dimensiones son: 20x10x5 y 30 x 15 x 9 cm, en Catamayo su medida estándar es: 29x14x8,5 cm, este tipo de ladrillo es el más utilizado en la actualidad.

d.1.14 Tipos de ladrillo.

Según su forma, y utilidad los ladrillos se clasifican en:

d.1.14.1 Ladrillo perforado.

Son todos aquellos que tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Se utilizan en la ejecución de fachadas de ladrillo.

d.1.14.2 Ladrillo tejar o manual.

Simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.

d.1.14.3 Ladrillo hueco.

Son aquellos que poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo. Aquellos que poseen orificios horizontales son utilizados para tabiquería que no vaya a soportar grandes cargas. Pueden ser de varios tipos.

d.1.14.4 Ladrillo cara vista.

Este tipo de ladrillo se lo utiliza en exteriores con un acabado especial.

d.1.14.5 Ladrillo refractario.

Se coloca en lugares donde debe soportar altas temperaturas, como hornos o chimeneas.

d.1.15 Prueba de ruptura.

Esta prueba ayuda a encontrar la fuerza de deflexión y por extrapolación la fuerza de compresión. Se utiliza un aparato que rompe el bloque. El procedimiento consiste en colocar el bloque en su cara inferior, con la compresión hacia abajo, perpendicular entre dos tubos que se encuentra separados 20 cm. Un tercer tubo es puesto a través de la mitad de la cara superior del bloque, paralelo a los dos tubos anteriores, y una placa adjuntada es cargada con bloques o bolsas de cemento a una razón de aproximadamente 250 kg/minuto. La fuerza de deflexión se calcula como:

$$F = \frac{1.5 * D * L}{w * h^2}$$

D = distancia entre los dos tubos

w = ancho del bloque en cm

h = altura del bloque en cm

L = Carga en kg

La fuerza de compresión (C) puede ser deducida multiplicando F con un factor K que dependerá del tipo de suelo. Esta constante tiene valores entre 5 y 8 y puede ser determinada con mayor precisión en un laboratorio.

d.1.16 Utilidad.

Los ladrillos son utilizados en construcción en cerramientos, fachadas y particiones. Se utiliza principalmente para construir muros. La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como aparejo, existiendo gran variedad de ellos.

d.1.17 Textura interna.

Se observa el ladrillo quebrado. Las diferentes fracciones de suelo deben estar distribuidas en forma uniforme. Si esto no es así, significa que el proceso de mezcla fue deficiente.

CAPÍTULO d.2

Fundamento Teórico para el diseño y construcción de la compactadora de ladrillos

d.2.1 Introducción.

En este capítulo, se analizarán sistemas de compactación, sus respectivos componentes de control y los elementos fundamentales para el diseño y construcción de máquinas, como es el cálculo de ejes, estructura, pernos, cilindros hidráulicos, etc., fundamentando la metodología de cálculo de la compactadora de ladrillos.

d.2.2 Cilindros Hidráulicos.

En los sistemas hidráulicos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del aceite que circula en el sistema.

Una de las características destacables de los sistemas de potencia fluidos es que la fuerza, generada por la fuente fluida, controlada y dirigida por válvulas convenientes, y transportada por las líneas, puede ser convertida fácilmente a casi cualquier clase de movimiento mecánico deseado en el mismo lugar que sea necesario.

Sea tanto movimiento lineal (línea recta) como rotatorio, éste puede ser obtenido usando un dispositivo de impulsión conveniente. Un actuador es un dispositivo que convierte la potencia fluida en fuerza y movimiento mecánicos.

Los cilindros, los motores, y las turbinas son los tipos más comunes de dispositivos de impulsión usados en sistemas de potencia fluida.

Un cilindro actuador es un dispositivo que convierte la potencia fluida a lineal, o en línea recta, fuerza y movimiento. Puesto que el movimiento lineal es un movimiento hacia adelante y hacia atrás a lo largo de una línea recta, este tipo de actuadores se conoce a veces como motor recíproco, o lineal. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

El cilindro consiste en un émbolo o pistón operando dentro de un tubo cilíndrico. Los cilindros actuadores pueden ser instalados de manera que el cilindro esté anclado a una estructura inmóvil y el émbolo o pistón se fija al mecanismo que se accionará, o el pistón o émbolo se puede anclar a la estructura inmóvil y el cilindro fijado al mecanismo que se accionará. Los cilindros actuadores para los sistemas neumáticos e hidráulicos son similares en diseño y operación. Algunas de las variaciones de los cilindros tipo émbolo y tipo pistón de impulsión se describen en los párrafos siguientes.

El cilindro tipo pistón es el tipo más comúnmente usado en los sistemas de potencia fluida. Las partes esenciales de un cilindro tipo pistón son un barril cilíndrico o camisa, un pistón y un vástago, cabezales extremos, y guarniciones convenientes para mantener el sellado. Los cabezales se encuentran fijados en los extremos de la camisa. Estos cabezales extremos contienen generalmente los puertos fluidos. Un cabezal extremo del vástago contiene una perforación para que el vástago de pistón pase a través del mismo. Sellos convenientes llamados guarniciones se utilizan entre la perforación y el vástago del pistón para evitar que el líquido se escape hacia fuera y para evitar que la suciedad y otros contaminantes entren en la camisa. El cabezal del extremo contrario de la mayoría de los cilindros está provisto de un vínculo mecánico para asegurar el cilindro actuador a algún tipo de estructura. Este cabezal extremo se conoce como el cabezal de anclaje.

En la figura 3, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

Las partes de trabajo esenciales son: 1) La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales, 2) El pistón con sus guarniciones, y 3) El vástago con su buje y guarnición.

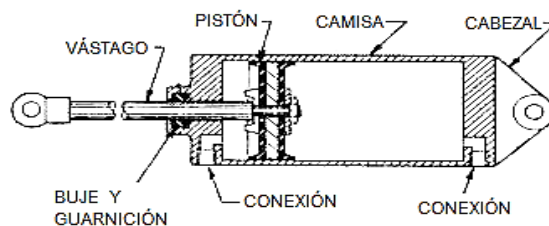


Fig.3 Cilindro de doble efecto.

El vástago del pistón se puede extender a través de cualquiera o de ambos extremos del cilindro. El extremo extendido del vástago es normalmente roscado para poder fijar algún tipo de vínculo mecánico, tal como un perno de argolla, una horquilla, o una tuerca de fijación. Esta conexión roscada del vástago y del vínculo mecánico proporciona un ajuste entre el vástago y la unidad sobre la que accionará. Después de que se haga el ajuste correcto, la tuerca de fijación se ajusta contra el vínculo mecánico para evitar que el mismo gire. El otro extremo del vínculo mecánico se fija, directamente o a través de un acoplamiento mecánico adicional, a la unidad que se accionará. De manera de satisfacer los variados requisitos en los sistemas de potencia fluidos, los cilindros tipo pistón están disponibles en variados diseños.

d.2.3 Tipos de líquidos de trabajo.

Aceites y minerales, (es el más importante y utilizado por su alto rendimiento de trabajo y bajo impacto ambiental), líquido de base acuosa y el líquido sintético.

d.2.4 Características que deben reunir los líquidos hidráulicos.

- Tener buen rendimiento en la transmisión de energía.
- Buen comportamiento con la temperatura.
- Poca compresibilidad.
- Ser un buen lubricante.
- No ser oxidante.
- No ser toxico.
- Inalterable con el tiempo.
- No ser inflamable.

d.2.5 Cálculo de la Fuerza de Empuje.

Las figuras 4 y 5 son vistas en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El fluido actuando sobre la cara anterior o posterior del pistón provoca el desplazamiento de este a largo de la camisa y transmite su movimiento hacia afuera a través del vástago.

El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama carrera.

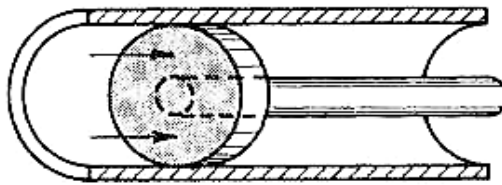


Fig.4 Salida del vástago.

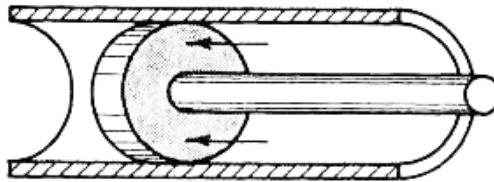


Fig.5 Entrada del vástago.

Si nuestro manómetro indica en Kg /cm², la regla para hallar la fuerza total de empuje de un determinado cilindro es: El empuje es igual a la presión manométrica multiplicada por la superficie total del pistón.

$$F (\text{Kg.}) = P (\text{Kg./cm}^2) \times A (\text{cm}^2) \quad (1)$$

d.2.6 Cálculo de presión en un hidráulico.

La presión ejercida en el fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo como se ilustra en la figura 6.

$$P(\text{Kg./cm}^2) = \frac{F (\text{Kg.})}{A (\text{cm}^2)} \quad (2)$$

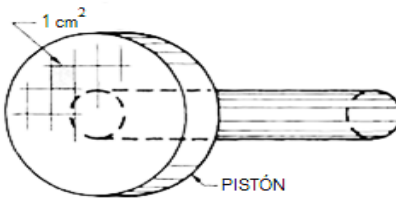


Fig.6 Pistón hidráulico.

d.2.7 Velocidad del vástago.

La velocidad de salida del vástago es igual a la carrera del vástago sobre el tiempo que demora en salir el vástago.

$$V = L/T \quad (3)$$

$V =$ Velocidad del vástago \rightarrow m/Seg

$L =$ Carrera del vástago \rightarrow m

$T =$ Tiempo de salida del vástago \rightarrow Seg

d.2.8 Cálculo de la presión de entrada.

La presión de entrada de un actuador es igual a la presión de salida ejercida por el actuador sobre el rendimiento hidráulico.

$$Pea = Psa/\eta \quad (4)$$

$Pea =$ Presión de entrada del actuador \rightarrow MPa

$Psa =$ Presión de salida del actuador \rightarrow MPa

$\eta =$ Rendimiento hidráulico \rightarrow 0,9

d.2.9 Cálculo del caudal en los actuadores.

El caudal de salida en un actuador es igual, a la velocidad del actuador multiplicada por la superficie total del pistón y el caudal de entrada es igual, al caudal de salida dividida sobre el rendimiento volumétrico.

$$Q_{sa} = V \times A \quad (5)$$

$$Q_{ea} = Q_{sa} / \eta_{vol} \quad (6)$$

$$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/Seg$$

$$Q_{ea} = \text{Caudal de entrada del actuador} \rightarrow m^3/Seg$$

$$V = \text{Velocidad del vástago} \rightarrow m/Seg$$

$$A = \text{Área del cilindro} \rightarrow m^2$$

$$\eta_{vol} = \text{Rendimiento volumétrico} \rightarrow 0,9 \text{ y } 0,95$$

$$A = \frac{\pi \times \Phi^2}{4}$$

d.2.10 Cálculo de potencia en un actuador.

La potencia de salida en un actuador, se la determina en base a la presión de salida del actuador multiplicada por el caudal de salida y de la misma manera sucede con la presión de entrada del actuador.

$$N_{sa} = P_{sa} \times Q_{sa} \quad (7)$$

$$N_{ea} = P_{ea} \times Q_{ea} \quad (8)$$

$$N_{sa} = \text{Potencia de salida del actuador} \rightarrow \text{Watts}$$

$Nea = \text{Potencia de entrada del actuador} \rightarrow \text{Watts}$

$Pea = \text{Presión de entrada del actuador} \rightarrow \text{MPa}$

$Psa = \text{Presión de salida del actuador} \rightarrow \text{MPa}$

$Qsa = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/Seg$

$Qea = \text{Caudal de entrada del actuador} \rightarrow m^3/Seg$

d.2.11 Área de la tubería.

Para determinar el área en una tubería se aplica la siguiente ecuación:

$$Atub = \pi \times \phi tb^2 / 4 \quad (9)$$

$\phi tb = \text{Diámetro de la tubería} \rightarrow m$

$Atub = \text{Área de la tubería} \rightarrow m^2$

d.2.12 Velocidad del líquido.

La velocidad del líquido que circula en una tubería, es igual al caudal de entrada que circula por la tubería sobre el área de la misma.

$$Vtub = Qea / Atub \quad (10)$$

$Vtub = \text{Velocidad del líquido} \rightarrow m/Seg$

$Qea = \text{Caudal de entrada del actuador} \rightarrow m^3/Seg$

$Atub = \text{Área de la tubería} \rightarrow m^2$

d.2.13 Número de reynold.

Al determinar el número de reynold, se puede definir su estado de régimen en el cual se encuentra ya sea laminar ($2000 \leq$ régimen laminar) o turbulento ($2000 \geq$ régimen turbulento) y para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$Re = V_{tub} \times \phi_{tb} / \mu \quad (11)$$

$$V_{tub} = \text{Velocidad del líquido} \rightarrow m/Seg$$

$$\phi_{tb} = \text{Diámetro de la tubería} \rightarrow m$$

$$\mu = \text{Viscosidad cinemática} \rightarrow m^2/Seg$$

$$Re = \text{Número de reynold}$$

d.2.14 Coeficiente de rozamiento.

Este rozamiento es producido por el mismo fluido y se lo determina de la siguiente manera:

$$\lambda_l = 64/Re \rightarrow \text{Régimen laminar} \quad (12)$$

$$\lambda_t = 0.316 / \sqrt[4]{Re} \rightarrow \text{Régimen turbulento} \quad (13)$$

d.2.15 Pérdidas de presión.

Las pérdidas de presión se producen a lo largo tubería, y está estrechamente relacionada con la densidad del aceite, coeficiente de rozamiento, velocidad del fluido y el diámetro de la tubería, pero hay que tener en cuenta que también existen pérdidas por fuga de presión ente otros.

$$\Delta P = \lambda \times \rho \times L_{tb} \times V_{tub}^2 / 2\phi_{tb} \quad (14)$$

$$\Delta P = \text{Pérdidas de presión} \rightarrow MPa$$

d.2.16 Cálculo de presión a la salida de la bomba.

La presión de salida de una bomba es igual a la presión de entrada de la bomba más las pérdidas de presión en la tubería.

$$P_{sb} = P_{ea} + \Delta P \quad (15)$$

P_{sb} = Presión de salida de la bomba → MPa

P_{ea} = Presión de entrada del actuador → MPa

ΔP = Pérdidas de presión → MPa

d.2.17 Cálculo de potencia en la bomba.

Para determinar la potencia de una bomba, primero debemos calcular la potencia de salida de la bomba, esta es igual a la presión de salida de la bomba, multiplicada por el caudal de salida de la bomba y luego se procede a calcular la potencia necesaria de entrada de la bomba, esta es igual a la potencia de salida de la bomba sobre el rendimiento total, el rendimiento total se lo obtiene al multiplicar el rendimiento volumétrico con el rendimiento hidráulico.

$$N_{sb} = P_{sb} \times Q_{sb} \quad (16)$$

$$N_{eb} = N_{sb} / \eta_T \quad (17)$$

P_{sb} = Presión de salida de la bomba → MPa

Q_{sa} = Caudal de salida del actuador → m^3/Seg

N_{sb} = Potencia de salida de la bomba → Watts

N_{eb} = Potencia de entrada de la bomba → Watts

η_T = Rendimiento total → 0,80 y 0,85

d.2.18 Descripción de los elementos que conforman el circuito hidráulico.

d.2.18.1 Bomba hidráulica.

En general una bomba cumple dos funciones: mover el líquido y obligarle a trabajar. La definiremos como un mecanismo capaz de convertir la fuerza mecánica en hidráulica.

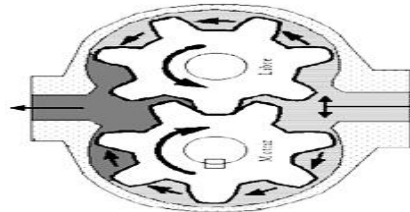


Fig.7.Bomba hidráulica.

d.2.18.2 Válvula distribuidora.

En estas válvulas un carrete cilíndrico con una serie de ranuras se desplaza axialmente dentro de un cuerpo con taladros convenientemente distribuidos. En el sistema encontramos una válvula distribuidora de 3p-4v.

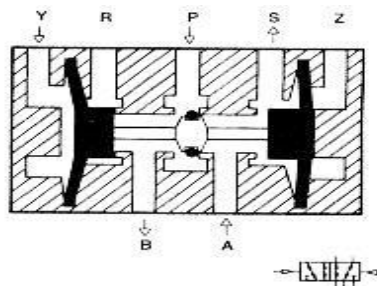


Fig.8.Válvula distriduidora.

d.2.18.3 Cilindro hidráulico de doble efecto.

Se caracterizan porque el aceite actúa sobre las dos caras del pistón: por una actúa y por otra vuelve al depósito. Debe hacerse casi hermeticidad completa entre el vástago pistón y la tapa.

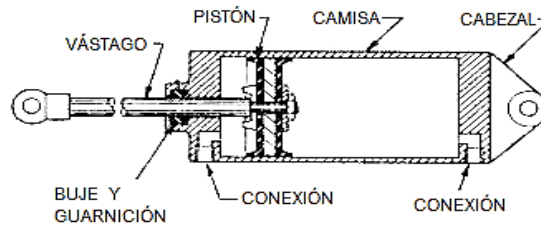


Fig.9.Cilindro de doble efecto.

d.2.18.4 Filtro de Aceite o Filtro hidráulico.

Es el componente principal del sistema de filtración de una Máquina Hidráulica, de lubricación o de engrase. Se utiliza para retener las impurezas que podrían deteriorar el normal funcionamiento de la bomba u otros elementos del circuito. Son muy importantes para la duración de los aparatos hidráulicos. Su tamiz no debe ser inferior a 150 micras.

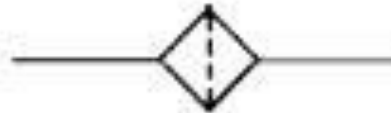


Fig.10.Filtro de aceite hidráulico.

d.2.18.5 Válvula Antirretorno.

Cuando se aplica presión de aceite al lado izquierdo de la bola, ésta es empujada hacia el asiento en V que obstruye el paso del aceite. Cuando se aplica presión de aceite al lado derecho de la bola, ésta se aleja del asiento y permite el paso del aceite. Una válvula de chequeo de derivación es una válvula unidireccional con un resorte en el extremo de la bola del símbolo.

Esto indica que el aceite presurizado debe superar la presión del resorte antes de sacar la bola del asiento.

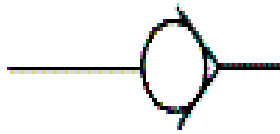


Fig.11. Válvula antirretorno.

d.2.18.6 Válvula de Sobrepresión.

La válvula de alivio se muestra como una válvula con una salida conectada a la línea de presión y la otra línea conectada al depósito. La flecha de dirección del flujo apunta en dirección opuesta a la línea de presión y hacia el depósito.

Cuando la presión del sistema supera el resorte de la válvula, la presión se dirige a través de la válvula hacia el depósito.

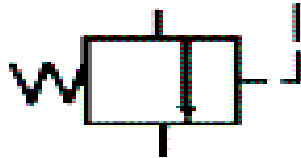


Fig.12. Válvula de sobrepresión.

d.2.18.7 Depósito o tanque.

El depósito de aceite o tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite del aire, evacúa el calor, lleva dentro la bomba, soporta al motor hidráulico y montajes modulares. Es muy importante que el aire salga y entre libremente. El depósito además de enfriar el aceite tiene que permitir que la bomba aspire el suficiente caudal.

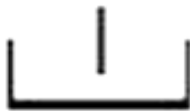


Fig.13. Depósito de aceite.

d.2.18.8 Válvula limitadora de presión con pilotaje interno (seguridad).

Son válvulas que se accionan cuando la presión alcanza un cierto valor, normalmente se suelen colocar en derivación en el circuito. Suelen limitar la presión a cilindros y motores.

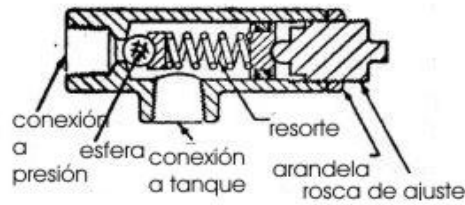


Fig.14. Válvula limitadora de presión.

d.2.18.9 Manómetro

Es un instrumento para medir la presión en las líneas del fluido.



Fig.15. Manómetro.

d.2.19 Desplazamiento angular.

El desplazamiento angular (θ) se expresa, normalmente, en grados ($^\circ$), vueltas o revoluciones (rev) y radianes (rad). Un radián es el ángulo subtenido en el centro de un círculo por un arco cuya longitud es igual al radio. Como la longitud de la circunferencia $= 2\pi \cdot \text{radio}$, el desplazamiento angular corresponde a 1 revolución es de 2π radianes.

$$1 \text{ revolución} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}, \quad 1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{360^\circ}{2 \times 3,14} = 57,3^\circ \quad (18)$$

d.2.20 Velocidad angular.

La velocidad angular (ω) de un cuerpo en movimiento de rotación en torno a un eje se define como la variación del desplazamiento angular que experimenta en la unidad del tiempo. Se expresa en rad/seg, en grados/seg, rev/seg (rps) o en rev/min (rpm).

Si un cuerpo se desplaza en un ángulo θ radianes en un tiempo de t segundos, su velocidad angular se define por la relación:

$$W(\text{rad}/\text{seg}) = \frac{\text{desplazamiento angular (rad)}}{\text{tiempo (seg)}}$$

$$W = \theta/t \tag{19}$$

d.2.21 Aceleración angular.

La aceleración angular (α) de un cuerpo en movimiento de rotación en torno a un eje es la variación que experimenta su velocidad angular en la unidad del tiempo. Se expresa en radianes por segundo cada segundo (rad/seg^2).

$$\alpha(\text{rad}/\text{seg}^2) = \frac{\text{variación de la velocidad angular (rad/seg)}}{\text{tiempo (seg)}}$$

$$\alpha = W/\Delta t \tag{20}$$

d.2.22 Longitud de arco.

La longitud de arco (s) de un cuerpo en movimiento de rotación en torno a un eje es igual al desplazamiento angular en radianes multiplicado por el radio.

$$S(m) = \text{Desplazamiento angular (rad)} \times \text{radio}(m)$$

$$S = \theta \times r \tag{21}$$

d.2.23 Cálculo de rozamiento entre dos superficies.

El rozamiento cumple las siguientes leyes:

- El valor de la resistencia de rozamiento es proporcional a la fuerza aplicada perpendicularmente a las superficies en contacto.

- El valor de la resistencia de rozamiento es independiente de la extensión de las superficies en contacto.

- El rozamiento, durante el movimiento, es independiente de la velocidad.

La razón entre la resistencia de rozamiento W_{roz} y la fuerza aplicada P es constante, cualquiera que sea la fuerza, y siempre, naturalmente, que se trate de superficies de igual calidad de acabado y de los mismos materiales.

Al valor de esta razón se le da el nombre de coeficiente de rozamiento μ_{roz} .

$$\mu_{roz} = W_{roz} / P \quad (22)$$

En la práctica, el problema que se suele plantear es calcular la resistencia por rozamiento que se produce entre dos superficies determinadas, conociendo la fuerza aplicada perpendicularmente a dichas superficies. En tal caso, se debe emplear la fórmula:

$$W_{roz} = \mu_{roz} \times P, (Kgf) \quad (23)$$

Para diferenciar el coeficiente de rozamiento en movimiento del coeficiente de rozamiento en reposo, se representa el primero por la letra μ_{roz} , y el segundo por μ_0 .

d.2.24 Potencia de un cuerpo en rotación.

Si un cuerpo (árbol, polea, etc.) realiza un movimiento de rotación, su potencia es:

$$N = P \times w \times r / 75 (CV) \quad (24)$$

$$N = T \times w (Watts) \quad (25)$$

De donde:

$$P = \text{Fuerza periférica (Kgf)}$$

$$w = \text{Velocidad angular (rad/s)}$$

$$r = \text{Radio de rotación(m)}$$

$$T = \text{Momento de rotación (Kgf * m)}$$

$$T = P \times r (Kgf * m) \quad (26)$$

d.2.25 Cálculo de la relación de transmisión.

La relación de transmisión (r_t) es una relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes conectados entre sí. Esta relación se debe a la diferencia de diámetros de las dos ruedas, que implica una diferencia entre las velocidades de rotación de ambos ejes, esto se puede verificar mediante el concepto de velocidad angular.

Otro punto que se debe considerar es que al cambiar la relación de transmisión se cambia el par de fuerza aplicado, por lo que debe realizarse un análisis para saber si este nuevo par será capaz de vencer la inercia del engranaje y otras fuerzas externas y comenzar el movimiento o por otro lado si el engranaje será capaz de soportar un par muy grande sin fallar.

Matemáticamente, la relación de transmisión entre dos engranajes circulares con un determinado número de dientes Z se puede expresar de la siguiente manera:

$$I = \frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (27)$$

Dónde:

$W_1 =$ *Velocidad angular de entrada*

$W_2 =$ *Velocidad angular de salida transmitida*

$Z_1 =$ *Número de dientes del engrane de entrada*

$Z_2 =$ *Número de dientes del engrane de salida*

El signo menos indica que se invierte el sentido del giro.

Según la expresión anterior, la velocidad angular transmitida es inversamente proporcional al número de dientes del engranaje al que se transmite la velocidad. Si no existe disipación de calor en la transmisión del movimiento entonces podemos expresar la relación de velocidades angulares equivalente a la relación inversa de momentos:

$M_1 =$ *Momento transmitido a W_1*

$M_2 =$ *Momento que sale del engrane W_2*

Si uno de los engranajes es helicoidal y si se pone como entrada en la conversión de la velocidad angular, entonces la velocidad de salida del engranaje circular es Z_2 veces más pequeña que la velocidad del engranaje helicoidal.

Existen trenes epicicloides donde las relaciones de transmisión se obtienen mediante la fórmula de Willis y en la que intervienen engranajes intercalados en el tren y que tienen un movimiento relativo entre el engranaje conductor y el engranaje conducido. Estos mecanismos son muy comunes en los sistemas de transmisión automática de automóviles.

d.2.26 Cálculo del diámetro del eje.

Si el eje es de sección continua, el cálculo se hace de acuerdo con la sección peligrosa en términos de la fórmula.

$$W_x = 0,1d^3 \times M_{max} / \sigma_{adm.flex} \quad (28)$$

Dónde:

M_{max} = Momento máximo en Kgfc m (se determina de acuerdo con el diagrama);

$\sigma_{adm.flex}$ = es la tensión admisible a la flexión en Kg f/cm^2 ;

W_x = Es el momento axial de resistencia de la sección, en cm^3 .

Los árboles se calculan a la resistencia compleja, puesto que, además de las cargas de flexión, transmiten momento de torsión.

Las dimensiones de la sección a calcular del árbol se definen de acuerdo con la fórmula:

$$W_x = 0,1d^3 \times M_{eq} / \sigma_{adm.flex} \quad (29)$$

Siendo M_{eq} el momento equivalente en la sección que se calcula de árbol.

$$M_{eq} = \sqrt{M_{flex}^2 + M_{tor}^2} \quad (30)$$

Donde M_{flex} y M_{tor} son los momentos de flexión y de torsión respectivamente que actúan en la sección que se calcula y que se determinan de acuerdo con los diagramas.

El diámetro del árbol d de acuerdo con el momento equivalente M_{eq} se determina mediante el cálculo de la flexión en términos de la fórmula:

$$d = \sqrt[3]{32 \times M_{eq} / \pi \times \sigma_{adm}} \quad (31)$$

El cálculo previo de un árbol se puede hacer sólo a la torsión, en tanto que la influencia de la flexión se puede tener en consideración reduciendo la tensión admisible a la torsión. Habitualmente, en este cálculo para los aceros al carbono se toma $\tau_{adm.tor} = 200 \text{ kgf/cm}^2$,

Valiéndose de la fórmula de resistencia a la tracción

$$W_{trac} = M_{tor} / \sigma_{adm.tor} \text{ y sustituyendo } M_{tor} \text{ por la expresión } 71620 \frac{N}{n} \text{ (N es la potencia}$$

transmitida por el árbol, en CV; n es el número de revoluciones del árbol por minuto) y W_{trac} en cm^3 por la magnitud $0,2d^3$, tendremos:

$$0,2d^3 = \frac{71620 \times N}{200 \times n}$$

De donde obtenemos:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}, \text{ cm} \quad (32)$$

d.2.27 Cálculo de resistencia y rigidez en barras redondas.

El cálculo de resistencia a la torsión de barras y árboles redondos se realiza por las tensiones tangenciales máximas τ , que actúan en la sección, en términos de la fórmula:

$$\tau_{tor} = \frac{M_r}{W_p} \leq \tau_{adm\ tor} \quad (33)$$

Dónde:

M_{tor} = el momento de torsión que actúa en la sección a calcular en Kgf.cm,

(M_{tor} se determina mediante el diagrama);

W_p = el momento polar de resistencia de la sección en cm^3 .

$$W_p = 0,2d^3 \quad (34)$$

τ_{adm} = la tensión admisible en Kgf/cm^2 , cuya magnitud depende del material y las condiciones de trabajo de la pieza a calcular.

La fórmula anterior se utiliza para comprobar la resistencia, en el caso de que sean conocidos M_{tor} y el diámetro de la barra d , mediante la comparación de las tensiones reales τ con las tensiones admisibles a la torsión.

$$\tau_{adm\ tor} = \rightarrow 550 \text{ Kgf/cm}^2$$

d.2.28 Cálculo de chavetas.

Las chavetas se fabrican de acero al carbono con un límite de resistencia no inferior a 5000 kgf/cm^2 , pocas veces se hacen de acero aleado.

Las dimensiones de las chavetas se eligen de la tabla 4 anexo k.1.6, de acuerdo con el diámetro del árbol. Las dimensiones elegidas de las chavetas (b = ancho, a = altura, l = longitud) se ensayan al aplastamiento:

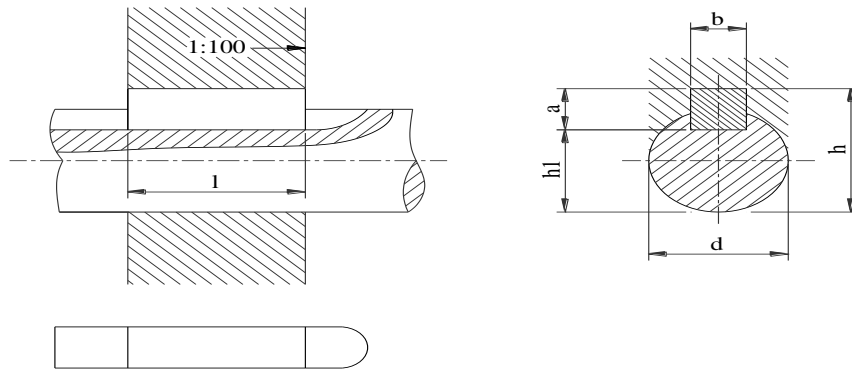


Fig. 16. Dimensiones de chaveta (embutida).

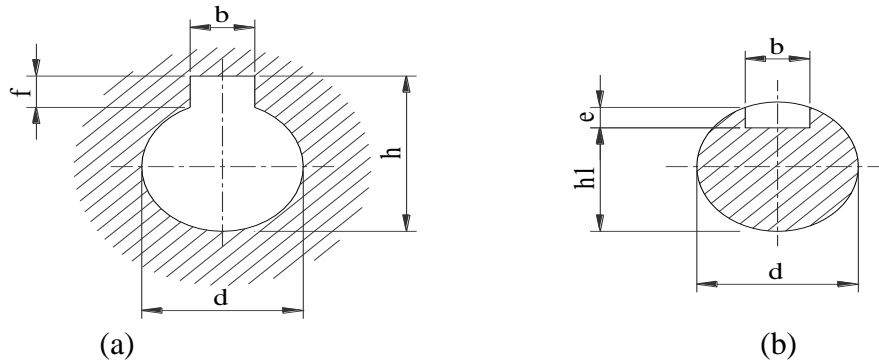


Fig. 17. Dimensiones de la chaveta. a) En el cubo, b) en el eje.

Para las chavetas de cuña encajadas de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\sigma_{apl} = \frac{12M_{tor}}{b l b d} \leq \sigma_{adm,apl} \quad (35)$$

Para las prismáticas de acuerdo con la fórmula:

$$\sigma_{apl} = \frac{4M_{tor}}{d a l} \leq \sigma_{adm,apl} \quad (36)$$

Siendo M_{tor} el momento de torsión en el árbol, en kgf.cm y $\sigma_{adm,apl}$ la tensión admisible al aplastamiento. Los valores admisibles de aplastamiento se los dimensionan por medio de tablas, ver tabla 5, anexo k.1.7

d.2.29 Cálculo de vigas.

Para calcular una viga, primero debemos determinar el tipo de empotramiento y las fuerzas que actúan en ella, para de esa manera realizar el diagrama de cuerpo libre y encontrar las reacciones que se generan en la viga.

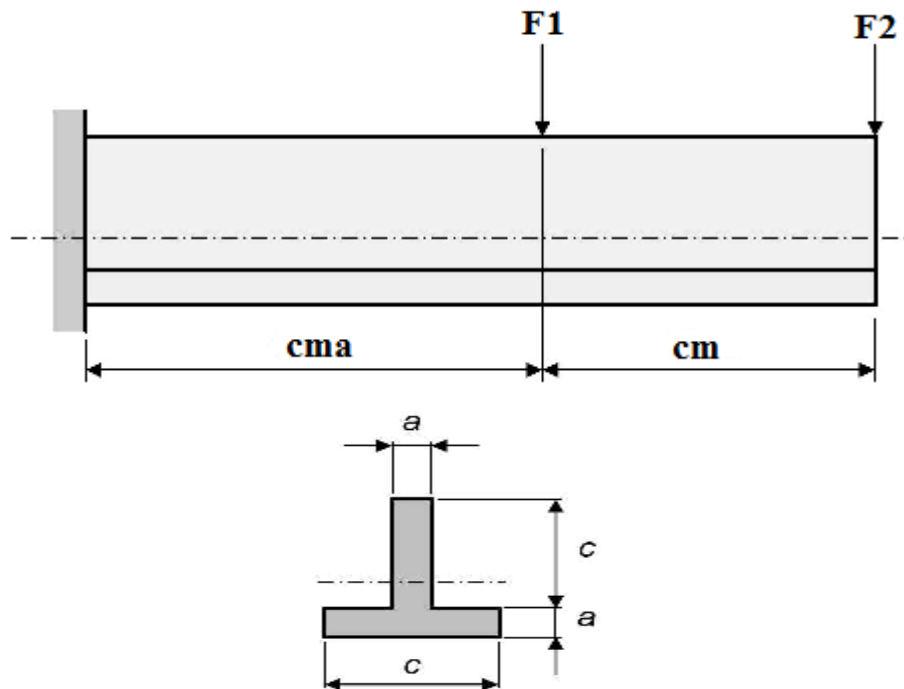


Fig.18. Perfil empotrado en la parte izquierda.

En la figura muestra el diagrama del cuerpo libre, el empotramiento en la sección A, y ha sido reemplazado por la reacciones V_A y M_A .

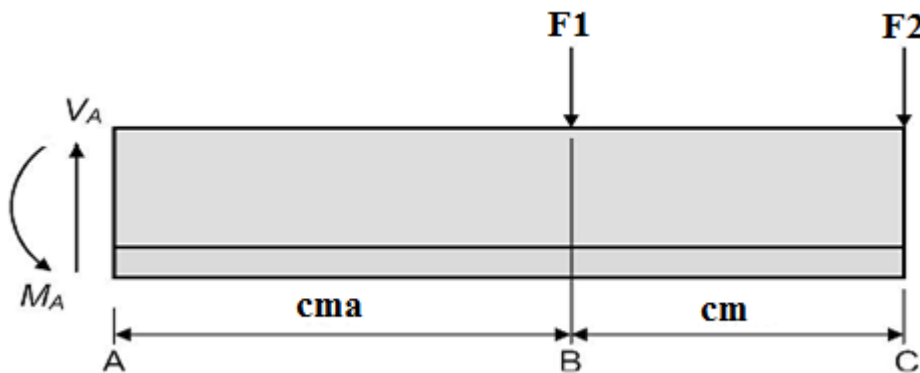


Fig.19. Diagrama de cuerpo libre

Donde las ecuaciones de equilibrio de cálculo quedan expresadas así:

$$\sum_{F_y} = 0 \quad (37)$$

$$-F_1 - F_2 + V_A = 0$$

$$V_A = F_1 + F_2 \rightarrow Kg$$

$$+\circlearrowleft \sum_{M_A} = 0 \quad (38)$$

$$F_1(cma) + F_2(cm + cma) - M_A = 0$$

$$M_A = F_1(cma) + F_2(cm + cma) \rightarrow Kg * cm$$

Diagramas de momento cortante y momento flector.

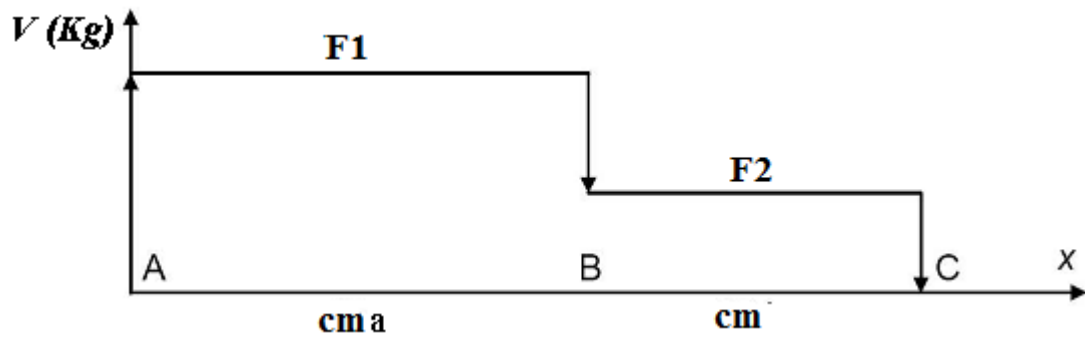


Fig.20. Diagrama de momento cortante.

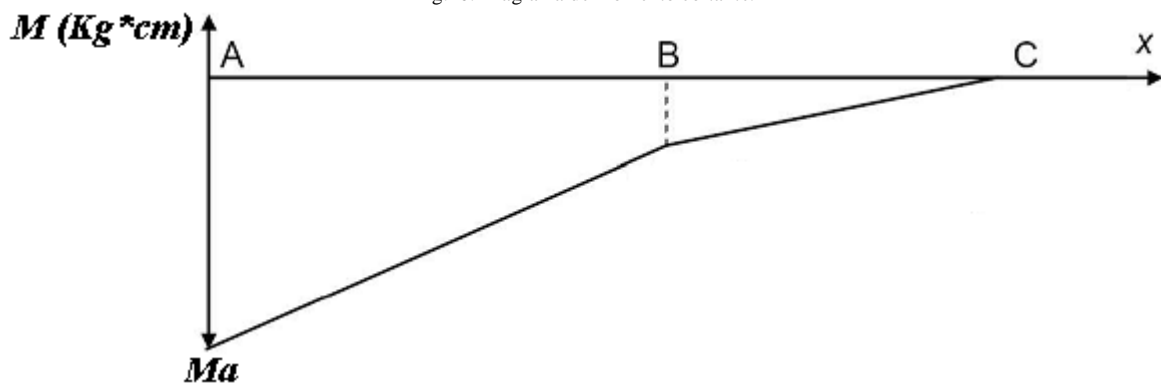


Fig.21. Diagrama de momento flector.

d.2.29.1 Esfuerzos máximos en una viga (S).

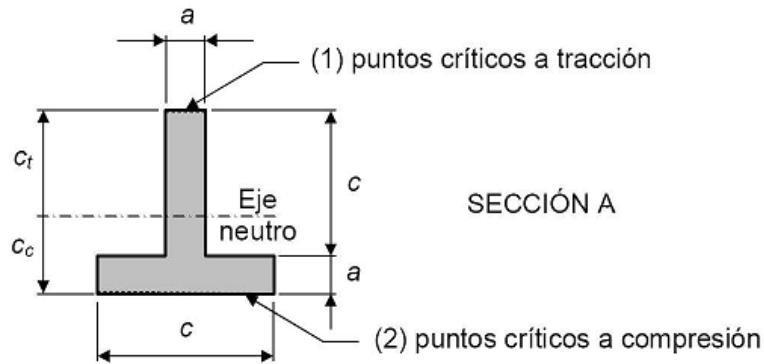


Fig.22. Esfuerzo máximo en un perfil.

$$S_1 = \frac{M_A \cdot C_t}{I} \quad (39)$$

$$S_2 = \frac{M_A \cdot C_c}{I} \quad (40)$$

$I =$ Inercia de la viga

Esfuerzo por partes desconocidas de la viga.

$$S_a = \frac{S_1}{N} \quad (41)$$

$N =$ Coeficiente de tipo o clase de carga \rightarrow Tabla 6, Anexo k. 1.8

d.2.30 Cálculo del número de pernos.

Las tensiones admisibles a la tracción de los pernos se eligen de acuerdo con la fórmula:

$$\sigma_{adm\ trac} = 0,8 \frac{\sigma_{flu}}{n} \quad (42)$$

Siendo n el grado de seguridad que se toma en los límites de 1,5 a 3,0.

$$\frac{F}{nA} \leq \sigma_{adm\ trac} \quad (43)$$

Dónde:

$A_{\text{per.}}$ = área del perno (cm^2).

$$A = \frac{\pi \theta^2}{4}$$

n = número de pernos.

F = fuerza aplicada (kg).

$\sigma_{\text{adm. trac.}}$ = tensión admisible a la tracción (Kgf/cm^2).

d.2.31 Cálculo de la soldadura.

Las uniones soldadas se emplean universalmente en la fabricación de estructuras metálicas, en las reparaciones y en la construcción de maquinaria, casos en los que las construcciones soldadas sustituyen con frecuencia las piezas de fundición de distintas formas geométricas.

El proceso de soldadura reside en el empleo de un calentamiento local y en utilizar las fuerzas del enlace molecular para obtener una unión inseparable de los elementos metálicos.

Las clases fundamentales de soldadura son la soldadura por contacto y por fusión. En el primer caso, el metal se calienta hasta la temperatura de soldar y se comprime. En el caso de soldadura por fusión, las piezas a soldar se calientan hasta la temperatura debida y después se unen por medio del metal adicional de una varilla de acero fundida (electrodo).

La soldadura más difundida en la construcción de maquinaria es la eléctrica al arco, por primera vez aplicada por los ingenieros rusos.

Para calcular el cordón de soldadura se emplea las siguientes ecuaciones:

$$Gt = \frac{Ge}{\eta} \tag{44}$$

Dónde:

G_t = límite de trabajo.

G_e = límite elástico de la soldadura.

n = coeficiente de seguridad.

Determinación del coeficiente de resistencia a la fatiga del cordón.

$$\gamma = \frac{1}{1,3 - 0,3 \times \frac{F_t}{F_{m\acute{a}x}}} \quad (45)$$

Límite elástico originado por el cordón (Tr)

$$Tr = \gamma \times \psi \times G_t \quad (46)$$

Dónde:

Ψ = Coeficiente de resistencia mecánica, (0,6 para electrodos 7018).

γ = coeficiente de resistencia a la fatiga.

CAPÍTULO d.3

Cálculos para el diseño y construcción de la compactadora de ladrillos

d.3.1 Introducción.

El diseño y cálculo de los distintos componentes de la máquina compactadora de ladrillos, tienen gran relevancia, porque se determinan las condiciones de resistencia y dimensiones, para de esta manera permitir, que las piezas cumplan su función correspondiente de una manera óptima de trabajo.

El diseño está constituido en lo siguiente: prueba de compactación, cálculo de compactación, cálculo del eje y cálculo de la estructura.

d.3.2 Cálculo de compactación de ladrillo.

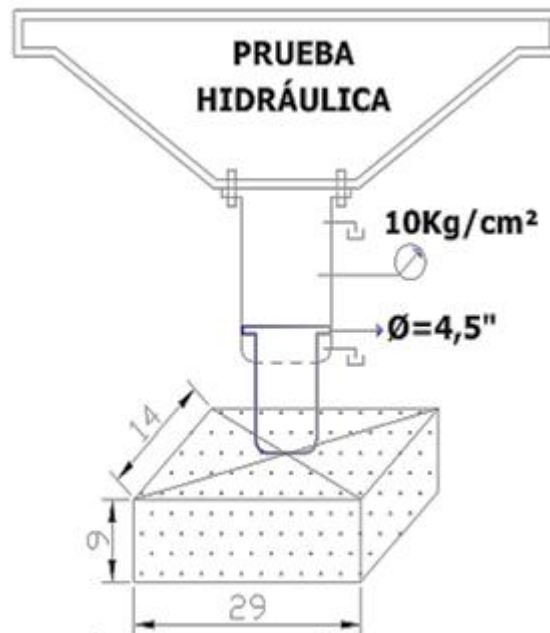


Fig.23. Prueba Hidráulica para determinar la presión de compactación del ladrillo.

Datos obtenidos mediante la prueba hidráulica:

$$P = 10 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow \text{Anexo k. 3.5}$$

$$\emptyset = 4,5" \Rightarrow 11,43\text{cm} \Rightarrow \text{Anexo k. 3.4}$$

d.3.3 Cálculo de la Fuerza de compactación del ladrillo.

Para calcular la fuerza utilizamos la ecuación 1.

$$F_c = P \times A_c$$

P = Presión medida por el manómetro \rightarrow Kgf

F_c = Fuerza de compactación del ladrillo

A_c = Área del actuador \rightarrow cm²

$$A_c = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}$$

$$A_c = \frac{\pi \times (11,43)^2}{4}$$

$$A_c = 102,61\text{cm}^2$$

$$F_c = 10 \times 102,61$$

$$F_c = 1026,1\text{Kg}$$

d.3.3.1 Cálculo de la fuerza de compactación útil del ladrillo.

$$F_{cu} = F_c \times F_s$$

F_{cu} = Fuerza de compactación útil de los ladrillos

F_s = Factor de seguridad para la compactación de los ladrillos

$$F_{cu} = 1026,1\text{Kg} \times 1,1$$

$$Fcu = 1128,71Kgf \times \#2$$

$$Fcu = 2257,42Kgf$$

$$Fcu = 2257,42Kgf \times 1T/1000Kgf$$

$$Fcu = 2,257T$$

d.3.4 Cálculo del diseño hidráulico.

Para realizar el diseño Hidráulico, nos guiamos en la tabla 1, Anexo k.1.2, para ello utilizamos la Fcu (Fuerza de compactación del ladrillo a utilizar), donde se concluyó lo siguiente:

Datos:

$$Fcu = 2257,42Kgf$$

$$Psa = 50 \text{ Kgf/cm}^2 \rightarrow 4.9MPa \rightarrow \text{Anexo k.1.2}$$

$$\emptyset = 3" \rightarrow 0,0762m$$

$$\emptyset tb = 5/8" \rightarrow 0,0158m$$

$$Ltb = 1,80 m$$

$$\text{Aceite ISO 2; } \rho = 880 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Viscosidad cinemática } \mu = 46 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{Seg}$$

d.3.4.1 Cálculo de presión a la entrada del actuador.

Para calcular la presión de entrada del actuador utilizamos la ecuación 4.

$$P_{ea} = \frac{P_{sa}}{\eta_h}$$

P_{sa} = Presión de salida del actuador \rightarrow MPa

P_{ea} = Presión de entrada del actuador \rightarrow MPa

η_h = Rendimiento hidráulico

$$P_{sa} = 50 \frac{Kgf}{cm^2} \times \frac{9,8N}{Kgf} \times \frac{(100cm)^2}{(m)^2} = 4.9MPa$$

$$P_{ea} = \frac{4.9}{0,9}$$

$P_{ea} = 5,44MPa$

d.3.4.2 Cálculo de la velocidad de salida del vástago.

Para calcular la velocidad de salida del actuador utilizamos la ecuación 3.

$$V = \frac{L}{T}$$

V = Velocidad de salida del vástago \rightarrow m/Seg

L = Carrera del vástago \rightarrow 0,3m

T = Tiempo de salida del vástago \rightarrow 4s

$$V = \frac{0,3}{4}$$

$V = 0,075 m/s$

d.3.4.3 Cálculo del caudal a la salida del actuador.

Para calcular el caudal a la salida del actuador utilizamos la ecuación 5.

$$Q_{sa} = V \times A$$

$$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/s$$

$$V = \text{Velocidad de salida del vástago} \rightarrow m/s$$

$$A_{cl} = \text{Área del cilindro} \rightarrow m^2$$

$$\emptyset = \text{Diámetro del cilindro 3"} \rightarrow 0,0762m$$

$$A_{cl} = \frac{\pi \times (0,0762)^2}{4}$$

$$A_{cl} = 4,560 \times 10^{-3}m^2$$

$$Q_{sa} = 0,075 \times 4,560 \times 10^{-3}$$

$$Q_{sa} = 3,420 \times 10^{-4} \frac{m^3}{Seg}$$

$$Q_{sa} = 3,420 \times 10^{-4} \frac{m^3}{Seg} \times \frac{1000Litrs}{m^3} \times \frac{60Seg}{1min}$$

$$Q_{sa} = 20,52 \text{Litrs}/min$$

d.3.4.4 Cálculo del caudal a la entrada del actuador.

Para calcular el caudal a entrada del actuador utilizamos la ecuación 6.

$$Q_{ea} = \frac{Q_{sa}}{\eta_v}$$

$$Q_{ea} = \text{Caudal de entrada en el actuador} \rightarrow m^3/s$$

$$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/s$$

$$\eta_v = \text{Rendimiento volumétrico}$$

$$Q_{ea} = \frac{3,420 \times 10^{-4}}{0,95}$$

$$Q_{ea} = 3,6 \times 10^{-4} \frac{m^3}{Seg}$$

d.3.4.5 Cálculo de potencia a la salida del actuador.

Para calcular la potencia de salida del actuador utilizamos la ecuación 7.

$$N_{sa} = P_{sa} \times Q_{sa}$$

$$N_{sa} = \text{Potencia de salida del actuador} \rightarrow \text{Watts}$$

$$P_{sa} = \text{Presión de salida del actuador} \rightarrow \text{MPa}$$

$$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow m^3/s$$

$$N_{sa} = 4,9 \times 10^6 \times 3,420 \times 10^{-4}$$

$$N_{sa} = 1675,8 \text{Watts}$$

d.3.4.6 Cálculo de potencia de entrada del actuador.

Para calcular la potencia de entrada del actuador utilizamos la ecuación 8.

$$Nea = Pea \times Qea$$

$$Nea = \text{Potencia de entrada del actuador} \rightarrow \text{Watts}$$

$$Pea = \text{Presión de entrada del actuador} \rightarrow \text{MPa}$$

$$Qea = \text{Caudal de entrada en el actuador} \rightarrow m^3/s$$

$$Nea = 5,44 \times 10^6 \times 3,6 \times 10^{-4}$$

$$Nea = 1958,4 \text{Watts}$$

d.3.4.7 Cálculo de área de la tubería.

Para calcular el área de la tubería utilizamos la ecuación 9.

$$Atub = \frac{\pi \times \emptyset tb^2}{4}$$

$$Atub = \text{Área de la tubería} \rightarrow m^2$$

$$\emptyset tb = \text{Diámetro de la tubería} \rightarrow m$$

$$Atub = \frac{\pi \times (0,0158)^2}{4}$$

$$Atub = 1,960 \times 10^{-4} m^2$$

d.3.4.8 Cálculo de la velocidad de fluido en la tubería.

Para calcular la velocidad del líquido que circula por la tubería utilizamos la ecuación 10.

$$V_{tub} = \frac{Q_{ea}}{A_{tub}}$$

V_{tub} = Velocidad del fluido que circula por la tubería $\rightarrow m/s$

Q_{ea} = Caudal de entrada en el actuador $\rightarrow m^3/s$

A_{tub} = Área de la tubería $\rightarrow m^2$

$$V_{tub} = \frac{3,6 \times 10^{-4}}{1,960 \times 10^{-4}}$$

$$V_{tub} = 1,836 m/s$$

d.3.4.9 Cálculo del número de reynold.

Para calcular el número de reynold aplicamos la ecuación 11.

$$Re = \frac{V_{tub} \times \phi_{tb}}{\mu}$$

Re = Número de reynold

V_{tub} = Velocidad del fluido que circula por la tubería $\rightarrow m/s$

ϕ_{tb} = Diámetro de la tubería $\rightarrow m$

μ = Viscosidad cinemática $\rightarrow 46 \times 10^{-6} m^2/s$

$$Re = \frac{1,836 \times 0,0158}{46 \times 10^{-6}}$$

$Re = 630,62 \Rightarrow$ Régimen Laminar

d.3.4.10 Cálculo del coeficiente de rozamiento.

Para calcular el coeficiente de rozamiento aplicamos la ecuación 12.

$$\lambda l = \frac{64}{Re}$$

λl = Coeficiente de rozamiento

Re = Número de reynold

$$\lambda l = \frac{64}{630,62}$$

$$\lambda l = 0,101$$

d.3.4.11 Cálculo de pérdidas de presión.

Para calcular las pérdidas de presión aplicamos la ecuación 14.

$$\Delta P = \frac{\lambda \times \rho \times L_{tb} \times V_{tub}^2}{2\phi_{tb}}$$

ΔP = Pérdidas de presión $\rightarrow MPa$

λl = Coeficiente de rozamiento

ρ = Densidad del aceite ISO 2 $\rightarrow 880 \text{ Kg}/\text{m}^3$

V_{tub} = Velocidad del fluido que circula por la tubería $\rightarrow \text{m}/\text{s}$

ϕ_{tb} = Diámetro de la tubería $\rightarrow \text{m}$

$$\Delta P = \frac{0,101 \times 880 \times 1,80 \times (1,836)^2}{2 \times 0,0158}$$

$$\Delta P = 0,017 MPa$$

d.3.4.12 Cálculo de presión a la salida de la bomba.

Para el cálculo de la presión de salida aplicamos la ecuación 15.

$$P_{sb} = P_{ea} + \Delta P$$

$$P_{sb} = \text{Presión de salida de la bomba} \rightarrow \text{MPa}$$

$$P_{ea} = \text{Presión de entrada del actuador} \rightarrow \text{MPa}$$

$$\Delta P = \text{Pérdidas de presión} \rightarrow \text{Mpa}$$

$$P_{sb} = 5,44 + 0,017$$

$$P_{sb} = 5,457 \text{MPa}$$

d.3.4.13 Cálculo de potencia a la salida de la bomba.

Para el cálculo de potencia de salida aplicamos la ecuación 16.

$$N_{sb} = P_{sb} \times Q_{sb}$$

$$N_{sb} = \text{Potencia de salida en la bomba} \rightarrow \text{Watts}$$

$$P_{sb} = \text{Presión de salida de la bomba} \rightarrow \text{Mpa}$$

$$Q_{sa} = \text{Caudal de salida del actuador} \rightarrow \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_{sb} = Q_{ea} = 3,6 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{Seg}}$$

$$N_{sb} = 5,457 \times 10^6 \times 3,6 \times 10^{-4}$$

$$N_{sb} = 1964,52 \text{Watts}$$

d.3.4.14 Cálculo de potencia a la entrada de la bomba.

Para el cálculo de potencia de entrada aplicamos la ecuación 17.

$$N_{eb} = \frac{N_{sb}}{\eta_T}$$

N_{eb} = Potencia de entrada en la bomba → Watts

N_{sb} = Potencia de salida en la bomba → Watts

η_T = Rendimiento total → 0,85

$$N_{eb} = \frac{1964,52}{0,85}$$

$N_{eb} = 2311,2 \text{ Watts}$

$$N_{eb} = 2311,2 \text{ Watts} \times \frac{\text{Hp}}{746 \text{ Watts}}$$

$N_{eb} = 3,098 \text{ Hp} \approx 3 \text{ Hp}$

d.3.5 Diseño del esquema hidráulico.

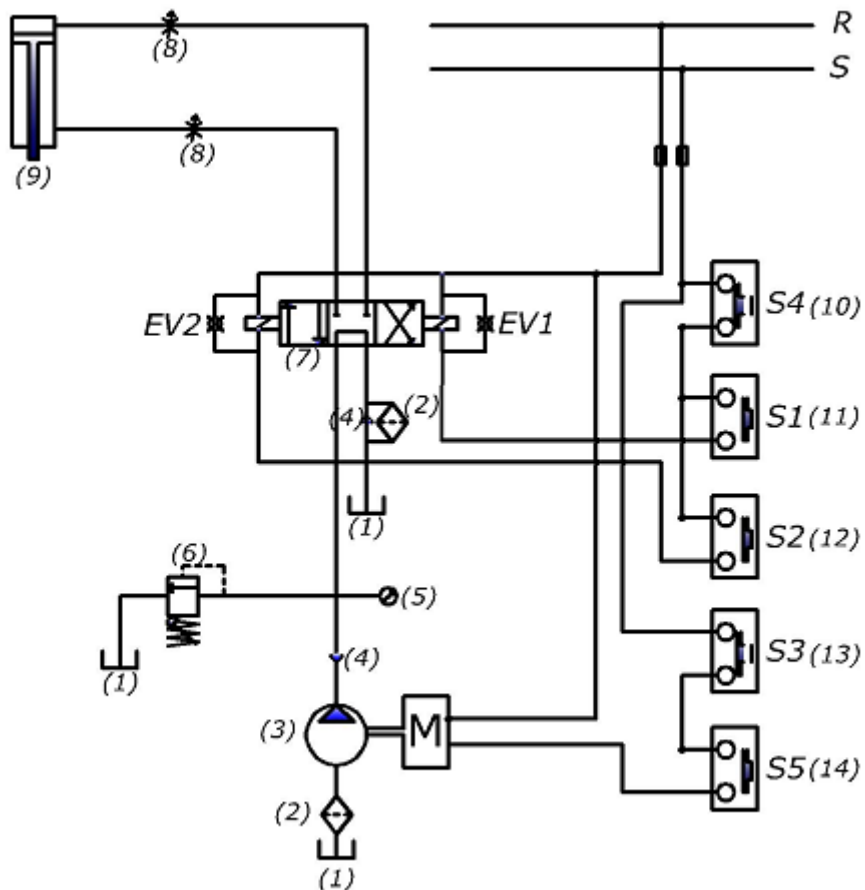


Fig.24. Esquema del cilindro compactador.

- 1.- Deposito, se establece como norma general que el depósito tendrá un volumen de 3 veces el caudal suministrado por la bomba. Deposito

$$V = 3Q_{eb}$$

$V = \text{Volumen en litros}$

$Q_{eb} = \text{Caudal de la bomba por minuto}$

- 2.- Filtro, para limpiar las impurezas del sistema, por lo general a la salida del depósito se recomienda utilizar 160μ (micras) y a la llegada del depósito $1,500 - 2,000\mu$ (micras).

- 3.- Grupo Motor-Bomba, transmite la energía a través de tuberías, esta energía está en función del caudal y presión del aceite que circula en el sistema.
- 4.- Anti-retorno, para evitar que la contrapresión incida sobre la bomba.
- 5.- Manómetro, para medir la presión de trabajo del sistema.
- 6.- Válvula limitadora de presión, al sobrepasar la presión de reglaje, abre el circuito, enviando el fluido hidráulico al depósito.
- 7.- Solenoide 3P-4V, para cerrar o permitir el paso del fluido una vez cuando se energiza o se des energiza la bobina.
- 8.- Regulador de caudal.
- 9.- Cilindro hidráulico de doble efecto, recibe la energía de la tubería y la transforma en potencia lineal.
- 10.- Pulsador de parada del solenoide.
- 11.- Pulsador de enclavamiento para la salida del vástago.
- 12.- Pulsador de enclavamiento para el retorno del vástago.
- 13.- Pulsador de parada del grupo Motor-Bomba.
- 14.- Pulsador de arranque del grupo Motor-Bomba.

d.3.5.1 Funcionamiento del esquema hidráulico.

Al pulsar S5, el grupo Motor-bomba entra en marcha, pulsando S1, se energiza la bobina de la solenoide EV1, permitiendo la salida del vástago para la compactación del ladrillo, al pulsar S4, la deja sin alimentación a EV1, pulsando S2, se energiza la bobina de la solenoide EV2, dando paso al retorno del vástago, al pulsar S4, la deja sin alimentación a EV2, de esa manera podemos volver a repetir el proceso, y al pulsar S3, realiza la parada del grupo Motor-bomba.

d.3.6 Diseño del tambor para los ladrillos.

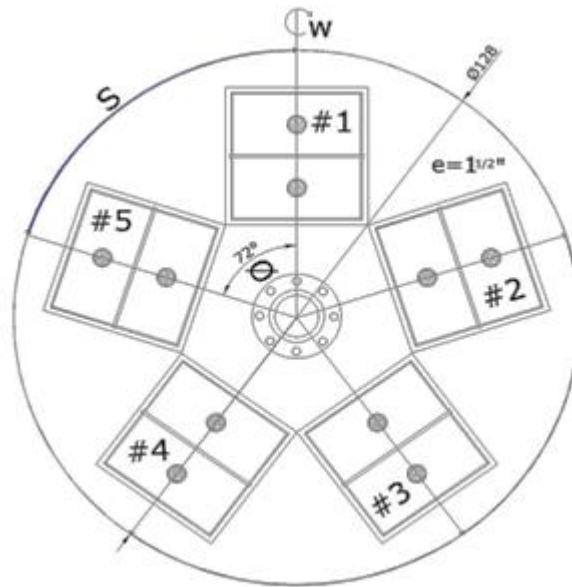


Fig.25. Diseño General del Tambor para los ladrillos a compactar.

Datos de diseño y construcción:

$$d = 1,28m$$

$$r = 0,64m$$

$$t = 3,5s$$

$$\theta = 72^\circ$$

$d =$ Diámetro del tambor $\rightarrow m$

$r =$ Radio del tambor $\rightarrow m$

$t =$ Tiempo de posición del tambor $\rightarrow s$

$\theta =$ Ángulo de desplazamiento del tambor $\rightarrow rad$

$$\theta = 72^\circ \times \frac{1rev}{360^\circ} \times \frac{2\pi rad}{1rev}$$

$$\theta = 1,256rad$$

Nota: Cada 3,5seg el tambor de los ladrillos realiza giros alternativos y su posicionamiento se produce a los 72°.

d.3.7 Cálculo de la velocidad angular del tambor.

Para calcular la velocidad angular utilizamos la ecuación 19.

$$W = \frac{\theta}{t}$$

$$W = \text{Velocidad angular del tambor} \rightarrow \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\theta = \text{Angulo de desplazamiento del tambor} \rightarrow \text{rad}$$

$$t = \text{Tiempo de giro del tambor} \rightarrow \text{s}$$

$$W = \frac{1,256}{3,5}$$

$$W = 0,358 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$W = 0,358 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{\text{rev}}{2\pi\text{rad}} \times \frac{60\text{s}}{\text{min}}$$

$$W = 3,4\text{rpm} \approx 3,5\text{rpm}$$

d.3.8 Cálculo de la longitud de arco de giro del tambor.

Para calcular la longitud de arco utilizamos la ecuación 21.

$$S = \theta \cdot r$$

$$S = \text{Longitud de arco del tambor} \rightarrow \text{m}$$

$$\theta = \text{Angulo de desplazamiento del tambor} \rightarrow \text{rad}$$

$$r = \text{Radio del tambor}$$

$$S = 1.256 \times 0,64$$

$$S = 0,8038m$$

d.3.9 Cálculo de la aceleración angular del tambor.

Para calcular la aceleración angular utilizamos la ecuación 20.

$$\alpha r = \frac{W}{t}$$

$$\alpha r = \text{Aceleración angular del tambor} \rightarrow \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$W = \text{Velocidad angular del tambor} \rightarrow \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$t = \text{Tiempo de giro del tambor} \rightarrow \text{s}$$

$$\alpha r = \frac{0,358}{3,5}$$

$$\alpha r = 0,102 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

d.3.10 Cálculo de la masa total de giro del tambor.

$$MTG = M_{\text{disco}} + M_{\text{llenado}} + M_{\text{extraido}} + M_{\text{ladrillo}} + M_{\text{separador}} + M_{\text{meje}} + M_{\text{bridas}}$$

d.3.10.1 Cálculo de la masa del disco para los ladrillos.

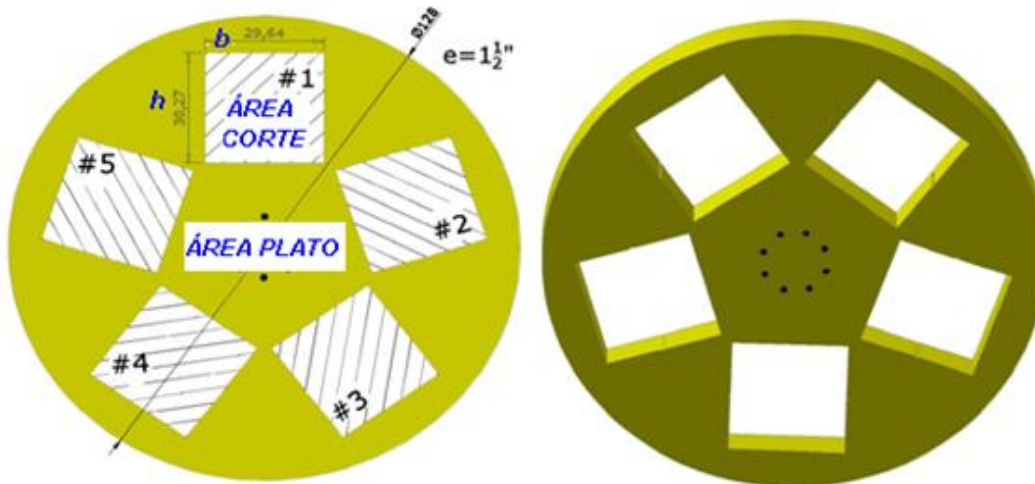


Fig.26. Disco giratorio de los ladrillos.

Datos de diseño y construcción:

$$d = 1,28m \quad \text{moldes } \# 5$$

$$r = 0,64m$$

$$e = 1 \frac{1}{2}'' = 0,0381m$$

$$b = 0,2964m$$

$$h = 0,3027m$$

$$\rho = \text{Densidad del Hierro} = 7860 \frac{Kg}{m^3} \rightarrow \text{Anexo k. 1.1} \rightarrow \text{Tabla 8}$$

Para determinar el área del disco, primero calculamos el área del plato y el área del corte, luego procedemos a restar las áreas y la resultante la multiplicamos con la densidad del

material, para encontrar la masa total del plato, repetimos el mismo procedimiento para calcular las distintas masas del giro de los ladrillos, teniendo en cuenta su diseño.

$$A_{disco} = A_{plato} - A_{corte}$$

$$A_{plato} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(1,28)^2}{4}$$

$$A_{plato} = 1,286m^2$$

$$A_{corte} = b \times h$$

$$A_{corte} = 0,2964 \times 0,3027$$

$$A_{corte} = 0,0897m^2 \times \#5$$

$$A_{corte} = 0,4486m^2$$

$$A_{disco} = A_{plato} - A_{corte}$$

$$A_{disco} = 1,286 - 0,4486$$

$$A_{disco} = 0,8374m^2$$

$$V_{disco} = A_{disco} \times e_{disco}$$

$$V_{disco} = 0,8374 \times 0,0381$$

$$V_{disco} = 0,0319m^3$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$M_{disco} = \rho_{hierro} \times V_{disco}$$

$$M_{disco} = 7860 \times 0,0319$$

$$M_{disco} = 250.73Kg$$

d.3.10.2 Cálculo de la masa de llenado.

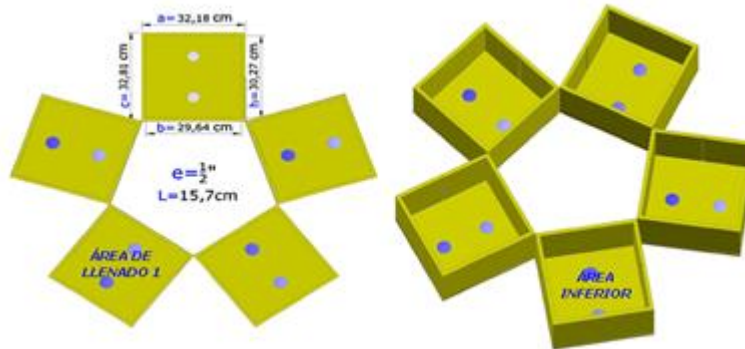


Fig.27.Bases para el llenado del material.

Datos de diseño y construcción:

$$e = 1/2" = 0,0127m$$

$$b = 0,2964m$$

$$h = 0,3027m$$

$$a = 0,3218m$$

$$c = 0,3281m$$

$$l = 0,157m$$

$$\rho = \text{Densidad del Hierro} = 7860 \text{ Kg}/m^3$$

$$\text{Allenado} = \text{Allenado 1} + \text{Ainferior}$$

$$\text{Allenado 1} = \text{Arecepción} - \text{Acajón}$$

$$\text{Arecepción} = a \times c$$

$$\text{Arecepción} = 0,3218 \times 0,3281$$

$$\text{Arecepción} = 0,1055m^2$$

$$Acajón = b \times h$$

$$Acajón = 0,2964 \times 0,3027$$

$$Acajón = 0,0897m^2$$

$$Allenado 1 = Arecepción - Acajón$$

$$Allenado 1 = 0,105 - 0,0897$$

$$Allenado 1 = 0,0158m^2 \times \#5$$

$$Allenado 1 = 0,079m^2$$

$$Vllenado 1 = Allenado 1 \times L$$

$$Vllenado 1 = 0,079 \times 0,157$$

$$Vllenado 1 = 0,0124m^3$$

$$Ainferior = Arecepción = 0,1055m^2 \times \#5$$

$$Ainferior = 0,5275m^2$$

$$Vinferior = Ainferior \times e$$

$$Vinferior = 0,105 \times 0,0127$$

$$Vinferior = 6,699 \times 10^{-3}m^3$$

$$Vllenado = Vllenado 1 + Vinferior$$

$$Vllenado = 0,0124 + 6,699 \times 10^{-3}$$

$$Vllenado = 0,0191m^3$$

$$Mllenado = \rho_{hierro} \times Vllenado$$

$$Mllenado = 7860 \times 0,0191$$

Mllenado = 150,12Kg

d.3.10.3 Cálculo de la masa de extracción.

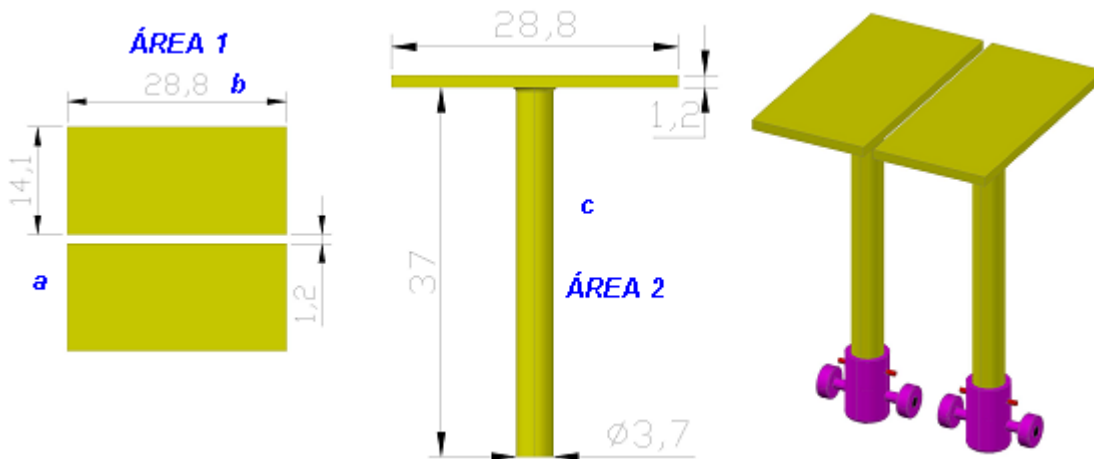


Fig.28.Extracción de los ladrillos de sus moldes.

Datos de diseño y construcción:

Área 1

$$e_1 = 1/2" = 1,27 \times 10^{-3}m$$

$$a = 0,141m$$

$$b = 0,288m$$

Área 2

$$c = 0,37m$$

$$\varnothing = 37 \times 10^{-3}m$$

$$\rho = \text{Densidad del Hierro} = 7780 \text{ Kg}/\text{m}^3 \rightarrow \text{Anexo k.1.1} \rightarrow \text{Tabla 8}$$

$$A_{ext} = A_1 + A_2$$

$$A_1 = a \times b = 0,141 \times 0,288$$

$$A_1 = 0,040m^2$$

$$V_1 = A_1 \times e_1$$

$$V_1 = 0,040 \times (1,27 \times 10^{-3})$$

$$V_1 = 5,08 \times 10^{-5}m^3$$

$$A_2 = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{\pi(37 \times 10^{-3})^2}{4}$$

$$A_2 = 1,075 \times 10^{-3}m^2$$

$$V_2 = A_2 \times c$$

$$V_2 = 1,075 \times 10^{-3} \times 0,37$$

$$V_2 = 3,978 \times 10^{-4}m^3$$

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 5,08 \times 10^{-5} + 3,978 \times 10^{-4}$$

$$V_T = 4,486 \times 10^{-4}m^3$$

$$M_{extraido} = 7780 \times 4,486 \times 10^{-4}$$

$$M_{extraido} = 3,49Kg \times \#10$$

$$M_{extraido} = 34,9Kg$$

Nota: Para extraer los ladrillos del molde, se utilizó una base tipo bota, con sus respectivos rodamientos (62-04) a cada extremo, el mismo que se desliza por un sistema de leva geométrico a la máquina, permitiendo el ascenso de los ladrillos y de esta manera retirarlos, sin que se genere deformaciones.

d.3.10.4 Cálculo de la masa de los ladrillos.

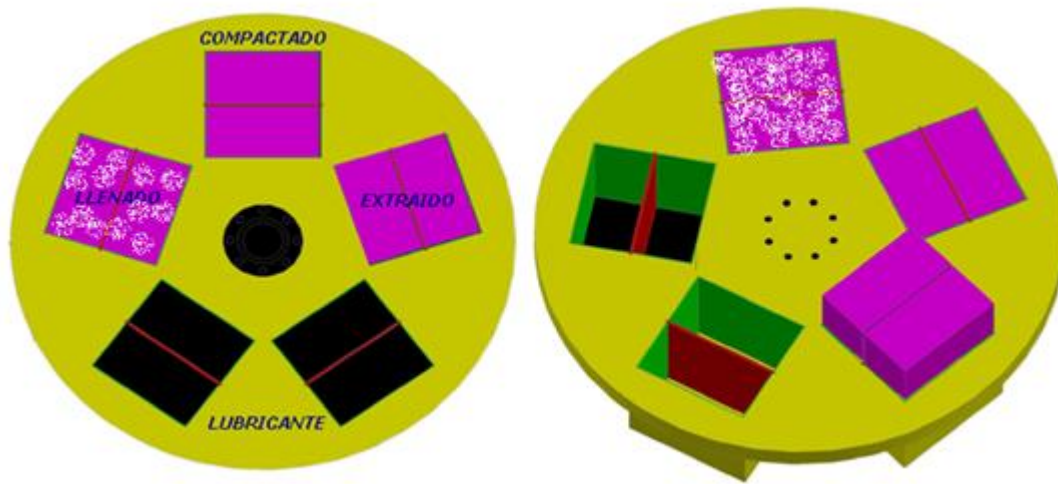


Fig.29. Ciclo para la obtención de los ladrillos.

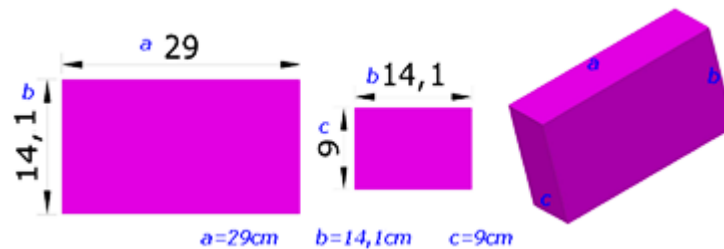


Fig.30. Medidas estándar de los ladrillos.

Datos:

$$a = 0,29m$$

$$b = 0,141m$$

$$c = 0,09m$$

$$\rho = \text{Densidad del Ladrillo} = 1620 \text{ Kg}/m^3$$

$$V_{\text{ladrillo}} = a \times b \times c$$

$$V_{\text{ladrillo}} = 0,29 \times 0,141 \times 0,09$$

$$V_{\text{ladrillo}} = 3,680 \times 10^{-3} m^3$$

$$M_{\text{ladrillo}} = V_{\text{ladrillo}} \times \rho_{\text{ladrillo}}$$

$$M_{\text{ladrillo}} = 3,680 \times 10^{-3} \times 1620$$

$$M_{\text{ladrillo}} = 5,961 \text{Kg} \times \#6$$

$$M_{\text{ladrillos}} = 35,766 \text{Kg}$$

d.3.10.5 Cálculo de la masa del separador de ladrillos.

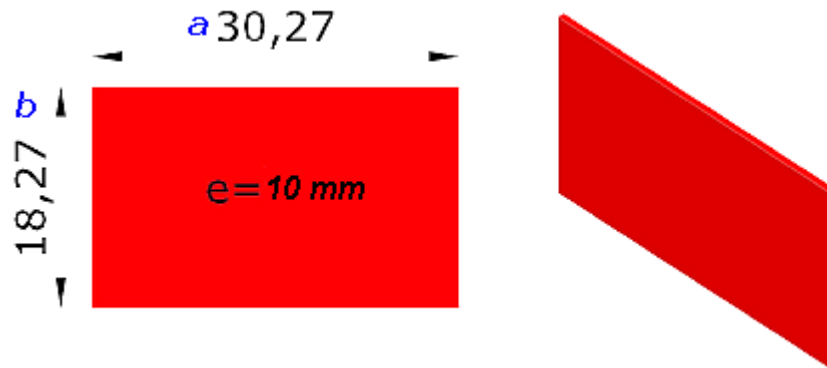


Fig.31. Separador de los ladrillos.

Datos de diseño y construcción:

$$e = 10 \text{mm} = 10 \times 10^{-3} m$$

$$a = 0,3027 m$$

$$b = 0,1827 m$$

$$\rho = \text{Densidad del Hierro} = 7860 \text{Kg}/m^3$$

$$V_{\text{separador}} = a \times b \times e$$

$$V_{\text{separador}} = 0,3027 \times 0,1827 \times 10 \times 10^{-3}$$

$$V_{\text{separador}} = 5,530 \times 10^{-4} m^3 \times \# 5$$

$$V_{\text{separador}} = 2,765 \times 10^{-3} \text{m}^3$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$M_{\text{separador}} = \rho_{\text{hierro}} \times V_{\text{separador}}$$

$$M_{\text{separador}} = 7860 \times 2,765 \times 10^{-3}$$

$$M_{\text{separador}} = 21,734 \text{Kg}$$

d.3.10.6 Cálculo de la masa de las bridas.

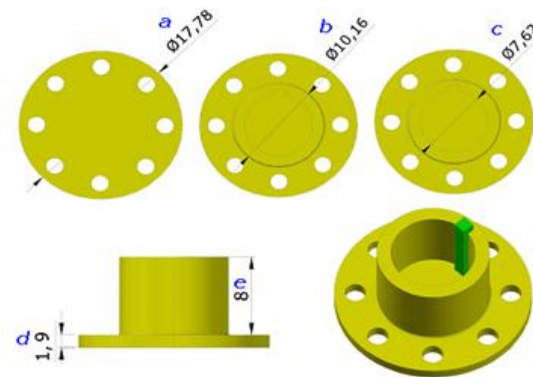


Fig.32. Bridas de acople para el giro del tambor.

Datos de diseño y construcción:

$$\phi_A = 0,1778 \text{m}$$

$$\phi_B = 0,1016 \text{m}$$

$$\phi_C = 0,0762 \text{m}$$

$$d = 0,019 \text{m}$$

$$c = 0,08 \text{m}$$

$$\rho = 7860 \text{Kg}/\text{m}^3$$

Área de la brida:

$$A_A = \frac{\pi \phi_A^2}{4}$$

$$A_A = \frac{\pi(0,1778)^2}{4}$$

$$A_A = 24,828 \times 10^{-3} m^2$$

$$A_B = \frac{\pi \phi_B^2}{4}$$

$$A_B = \frac{\pi(0,1016)^2}{4}$$

$$A_B = 8,107 \times 10^{-3} m^2$$

$$A_C = \frac{\pi \phi_C^2}{4}$$

$$A_C = \frac{\pi(0,0762)^2}{4}$$

$$A_C = 4,560 \times 10^{-3} m^2$$

$$V_{brida} = (A_A \times d) + (A_B - A_C) \times c$$

$$V_{brida} = (24,828 \times 10^{-3} \times 0,019) + (8,107 \times 10^{-3} - 4,560 \times 10^{-3}) \times 0,08$$

$$V_{brida} = 4,717 \times 10^{-4} + (3,547 \times 10^{-3}) \times 0,08$$

$$V_{brida} = 7,554 \times 10^{-4} m^3$$

$$M_{brida} = 7,554 \times 10^{-4} \times 7860$$

$$M_{bridas} = 5,937 Kg \times \#2$$

$$M_{bridas} = 11,875 Kg$$

d.3.10.7 Cálculo de la masa del eje.

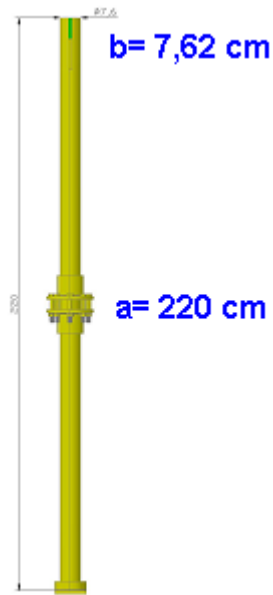


Fig.33.Eje de giro del tambor.

Datos de diseño y construcción:

$$b = \phi = 0,0762m$$

$$a = 2,2m$$

$$\rho = \text{Densidad del eje} = 7780 \text{ Kg}/\text{m}^3 \rightarrow \text{Anexo 5}$$

$$A_{eje} = \frac{\pi (\phi)^2}{4}$$

$$A_{eje} = \frac{\pi (0,0762)^2}{4}$$

$$A_{eje} = 4,560 \times 10^{-3}m^2$$

$$V_{eje} = A_{eje} \times a$$

$$V_{eje} = 4,560 \times 10^{-3} \times 2,2$$

$$V_{eje} = 10,032 \times 10^{-3} m^3$$

$$M_{eje} = V_{eje} \times \rho_{eje}$$

$$M_{eje} = 10,032 \times 10^{-3} \times 7780$$

$$M_{eje} = 78,048 Kg$$

Nota: En la parte inferior del eje, se aloja un rodamiento cónico (3" de diámetro), con su respectiva base, su función, consiste en soportar el peso del cuerpo giratorio y facilitar el giro secuencial de la máquina, para de esta manera evitar el choque brusco del tambor giratorio con la estructura de la máquina.

Masa total de giro del tambor.

$$MTG = M_{disco} + M_{llenado} + M_{extraido} + M_{ladrillo} + M_{separador} + M_{eje} \\ + M_{bridas}$$

Datos:

$$M_{disco} = \text{Masa del disco} \rightarrow 250,73 Kg$$

$$M_{llenado} = \text{Masa de llenado para el material base} \rightarrow 150,12 Kg$$

$$M_{extraido} = \text{Masa para extraer los ladrillos} \rightarrow 34,90 Kg$$

$$M_{ladrillo} = \text{Masa de los ladrillos} \rightarrow 35,766 Kg$$

$$M_{separador} = \text{Masa del separador de los ladrillos} \rightarrow 21,734 Kg$$

$$M_{bridas} = \text{Masa de las bridas de sujeción del disco} \rightarrow 11,875 Kg$$

$$M_{eje} = \text{Masa del eje rotacional del disco} \rightarrow 78,048 Kg$$

$$MTG = 250,73 + 150,12 + 34,90 + 35,766 + 21,734 + 11,875 + 78,048$$

$$MTG = 583,169 Kg$$

d.3.11 Cálculo del momento rotacional del giro del tambor.

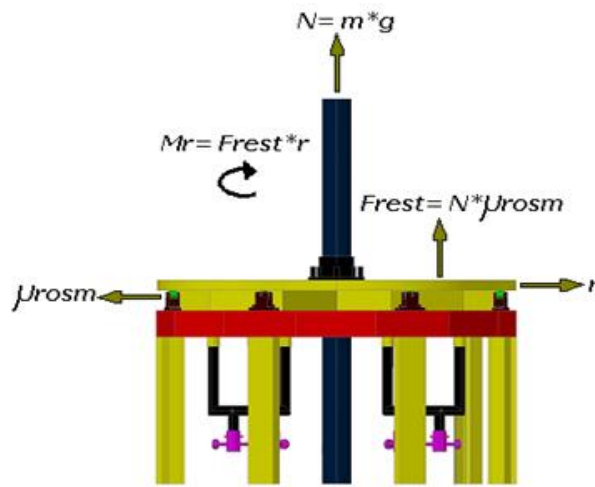


Fig.34.Rotación de los ladrillos.

$$M_r = F_{res} \times r$$

F_{res} = Fuerza de resistencia que se opone al giro del Tambor $\rightarrow N$

N = Normal del Tambor $\rightarrow N$

r = Radio del Tambor $\rightarrow m$

μ_{roz} = Coeficiente de Rosamiento = 0.1 \rightarrow Anexo k.1.5 \rightarrow Tabla 3

$$N = MTG \times g$$

$$N = 583,169Kg \times 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$N = 5720,88N$$

Para determinar la fuerza de resistencia aplicamos la ecuación 23.

$$F_{res} = N \times \mu_{rosm}$$

N = Normal del Tambor $\rightarrow N$

μ_{rosm} = Coeficiente de rosamiento de los materiales

$$F_{res} = 5720,88 \times 0,1$$

$$F_{res} = 572,08N$$

Para determinar el momento de rotacional de giro aplicamos la ecuación 26.

$$Mr = F_{res} \times r$$

$$Mr = 572,08 \times 0,64$$

$$Mr = 366,13N * m$$

d.3.12 Cálculo de la potencia motriz necesaria para giro del tambor.

Para el cálculo de potencia de salida aplicamos la ecuación 25.

$$P_m = \frac{Mr \times Wt}{\eta_e}$$

$P_m =$ Potencia motriz necesaria para girar el Tambor de los Ladrillos \rightarrow Watts

$Mr =$ Momento Motor $\rightarrow 366,13 N * m$

$\eta_e =$ Rendimiento eléctrico del Motor $\rightarrow 0,85$

$Wt =$ r.p.m. a la salida del tambor $\rightarrow 0,358 \text{ rad/s}$

$$P_m = \frac{366,13 \times 0,358}{0,85}$$

$P_m = 154,2 \text{ Watts}$

$$P_m = 154,2 \text{ Watts} \times \frac{1Hp}{746Watts}$$

$P_m = 0,206 \text{ Hp} \cong 1/3HP$

$$1/3Hp \cong 1/2Hp$$

d.3.13 Cálculo de la relación de transmisión a la salida del tambor.

Una vez que obtenemos la potencia motriz necesaria para girar el tambor de los ladrillos ($P_m = 1/2Hp$), se procede a la adquisición del motor-reductor, piñones normalizados, ver Anexo k.1.4, teniendo como resultado lo siguiente:

Datos de adquisición:

$$P_m = 1/2Hp$$

$W_{mr} = 31,5 \text{ r.p.m. a la salida del motor - reductor}$

$W_t = ? \text{ r.p.m. a la salida del tambor}$

$I_t = \text{Relación de transmisión en el tambor} \rightarrow ?$

$I_r = \text{Relación de transmisión reducida} \rightarrow ?$

$I_T = \text{Relación de transmisión total} \rightarrow ?$

$Z_1 = 16 \text{ dientes} \rightarrow \text{Tabla 2}$

$Z_2 = 48 \text{ dientes}$

$Z_3 = 16 \text{ dientes}$

$Z_4 = 48 \text{ dientes}$

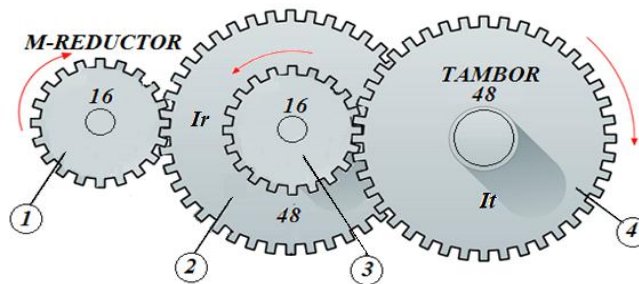


Fig.35.Tren de piñones.

Para el cálculo de potencia de salida aplicamos la ecuación 27 y el principio del tren de piñones.

$$I_r = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$I_r = \frac{48}{16}$$

$$I_r = 3$$

$$I_t = \frac{Z_4}{Z_3}$$

$$I_t = \frac{48}{16}$$

$$I_t = 3$$

$$IT = I_r \times I_t$$

$$IT = 3 \times 3$$

$$IT = 9$$

$$Wt = \frac{Wmr}{IT}$$

$$Wt = \frac{31,5 \text{ r.p.m}}{9}$$

$$Wt = 3,5 \text{ r.p.m}$$

La elección de los piñones estandarizados es la correcta para el giro del tambor de los ladrillos.

d.3.14 Cálculo del diámetro del eje.

Para el cálculo del eje aplicamos la ecuación 32.

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (cm) d = \text{Diámetro del eje} \rightarrow cm$$

$N = \text{Potencia (CV)}$

$n = 3,5 r.p.m$

$$N = 154,2 \text{Watts} \times \frac{1CV}{735,5 \text{Watts}}$$

$N = 0,209 CV$

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{0,209}{3,5}}$$

$$d = 12 \sqrt[3]{0,0597}$$

$$d = 4,68 cm \cong 2''$$

d.3.15 Cálculo de la máxima tensión a la torsión del eje.

$$\tau_{tor} = \frac{M_r}{W_p} \leq \tau_{adm tor}$$

$M_r = \text{Momento resistente} \rightarrow Kgf/cm^2$

$W_p = \text{Momento polar de resistencia a la sección} \rightarrow cm^3$

$\tau_{adm tor} = \text{Tensión admisible a la torsión}$

$$\tau_{adm tor} = \rightarrow 550 Kgf/cm^2$$

Con la ecuación 34 calculamos el momento polar resistente del eje.

$$W_p = 0,2d^3$$

$$W_p = 0,2(4,68)^3$$

$$W_p = 20,5\text{cm}^3$$

Según la ecuación 33 calculamos la tensión máxima a la torsión.

$$\tau_{tor} = \frac{3736,02}{20,5}$$

$$\tau_{tor} = 182,24 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$182,24 \text{ Kgf/cm}^2 \leq 550 \text{ Kgf/cm}^2$$

La tensión máxima producida es menor a la admisible, por lo tanto, cumple con la condición de resistencia de los materiales.

d.3.16 Cálculo de la chaveta.

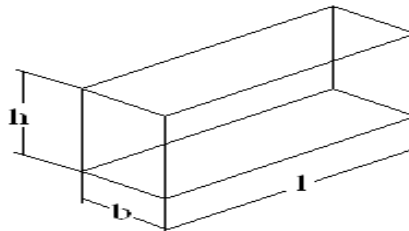


Fig.36.Chaveta.

Con el diámetro del eje nos valimos para encontrar por medio de la tabla el tipo de chaveta.

$$h = 0,9\text{cm.} \rightarrow (\text{altura}) \rightarrow \text{Anexo k. 1.6} \rightarrow \text{Tabla 4}$$

$$b = 1,4\text{cm.} \rightarrow (\text{ancho})$$

$$l = 5,5\text{cm.} \rightarrow (\text{largo})$$

$$\sigma_{aplastmax} = 1500 \text{ Kgf/cm}^2 \text{ (Tensión permisible de aplastamiento)} \rightarrow \text{Tabla 5}$$

Para el cálculo de la chaveta aplicamos la ecuación 36.

$$\sigma_{aplast} = \frac{4 \times Mr_{eje}}{d \times h \times l}$$

$$Mr = 366,13N * m \times \frac{Kgf}{9,8N} \times \frac{100cm}{m}$$

$$Mr = 3736,02 \text{ Kgf} * cm$$

$$\sigma_{aplast} = \frac{4 \times 3736,02}{4,68 \times 0,9 \times 5,5}$$

$$\sigma_{aplast} = \frac{14944,08}{23,166}$$

$$\sigma_{aplast} = 645,08 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{aplast} \leq \delta_{aplastmax}$$

$$645,08 \text{ Kgf/cm}^2 \leq 1500 \text{ Kgf/cm}^2$$

d.3.17 Cálculo de la estructura.

Para calcular la estructura analizamos el punto más crítico de la misma, este punto se ubica en el actuador, al momento de compactar los ladrillos se genera una F_{cu} (Fuerza de compactación útil de los ladrillos), esta fuerza F_{cu} es receptada por un eje con su respectiva tapa, por lo tanto la fuerza de compactación, es soportada por la estructura. En la figura siguiente se puede apreciar el diseño el cual permite realizar los respectivos cálculos de resistencia.

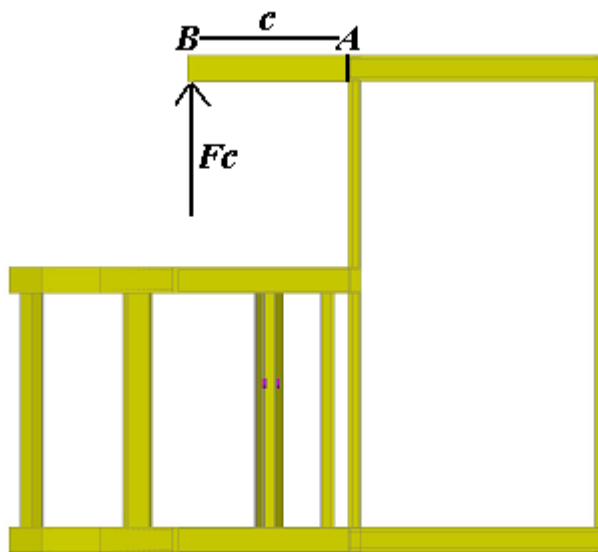


Fig.37.Estructura y su análisis del punto más crítico.

$$F_{cu} = \text{Fuerza de compactacion util de los ladrillos} \rightarrow 2257,42Kg$$

$$c = \text{Distancia entre A y B} \rightarrow 50cm$$

Para calcular la estructura y determinar las fuerzas que se generan en el perfil UPN, procedemos a realizar el diagrama del cuerpo libre del punto más crítico de la estructura y de esa manera aplicamos las ecuaciones 37 y 38.

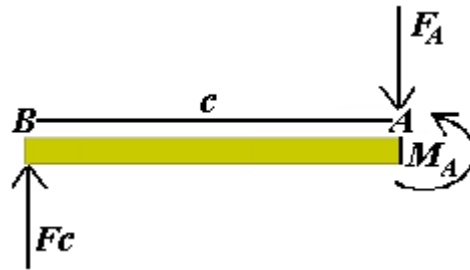


Fig.38.Cuerpo libre del punto más crítico de la estructura.

$$\sum_{F_y} = 0$$

$$F_c - F_A = 0$$

$$2257,42 - F_A = 0$$

$$F_A = 2257,42 \text{ Kg}$$

$$+\circlearrowleft \sum_{M_A} = 0$$

$$F_c \times c - M_A = 0$$

$$2257,4 (50) - M_A = 0$$

$$M_A = 112871 / n$$

$$n = \text{Número de apoyos} \rightarrow 2$$

$$M_A = 112871 / 2$$

$$M_A = 56435,5 \text{ Kg} * \text{cm}$$

d.3.17.1 Diagramas del momento cortante y flector.

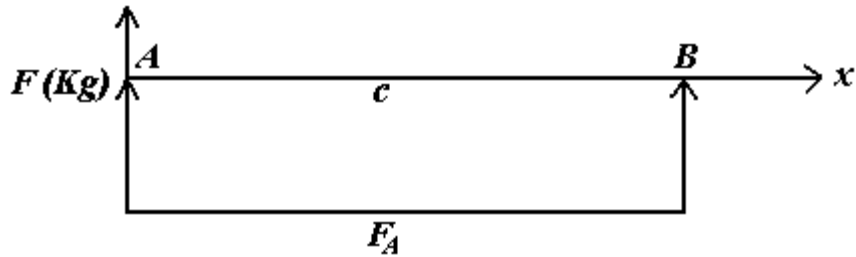


Fig.39.Momento cortante del UPN.

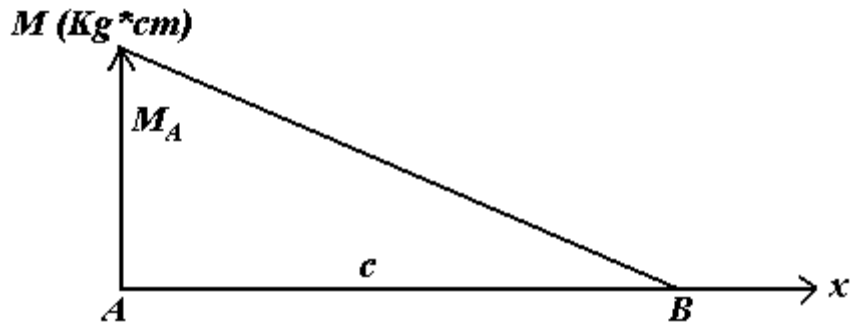


Fig.40.Momento flector del UPN.

d.3.17.2 Cálculo del esfuerzo en la estructura.

$$S = \frac{M_A \times h/2}{I}$$

$$S = \text{Esfuerzo en la estructura} \rightarrow \text{Kg}f/\text{cm}^2$$

Para calcular el esfuerzo en la estructura, aplicamos la ecuación 39 y en la construcción utilizamos perfil UPN, con las siguientes características normalizadas:

$$h = \text{Altura del UPN} \rightarrow 100\text{mm} \rightarrow \text{Anexo k. 1.12} \rightarrow \text{Tabla 9}$$

$$b = \text{Base del UPN} \rightarrow 50\text{mm}$$

$$I = \text{Inercia del UPN} \rightarrow 206\text{cm}^4$$

$$S_{rot} = 4100 \text{ Kgf/cm}^2 \rightarrow A36 \rightarrow \text{Anexo k. 1.9}$$

$$S = \frac{56435,5 \times 10/2}{206}$$

$$S = 1369,79 \text{ Kgf/cm}^2$$

d.3.17.3 Cálculo del esfuerzo máximo en la estructura.

Aplicamos la ecuación 41.

$$S_1 = \frac{S_{rot}}{N}$$

$$S_1 = \text{Esfuerzo máximo en la estructura} \rightarrow \text{Kg f/cm}^2$$

$N = \text{Coeficiente de trabajo} \rightarrow \text{Carga variable} = 2 \rightarrow \text{Anexo k. 1.8} \rightarrow \text{Tabla 6}$

$$S_1 = \frac{4100}{2}$$

$$S_1 = 2050 \text{ Kg f/cm}^2$$

De donde:

$$S \leq S_1$$

$$1369,79 \text{ Kg f/cm}^2 \leq 2050 \text{ Kg f/cm}^2$$

El perfil UPN 100mm cumple con las condiciones de resistencia de materiales.

d.3.18 Cálculo del número de pernos que sujetan la tapa receptora.

Para calcular el número de pernos necesarios, designamos el diámetro interior de 12mm, y determinamos su área que es igual a:

$$A_p = \frac{\pi \theta_p^2}{4}$$

$$A_p = \text{Área del perno} \rightarrow \text{cm}^2$$

$$\theta_p = \text{Diámetro interior del perno} \rightarrow 1,2\text{cm} \rightarrow \text{Anexo k.1.13} \rightarrow \text{Tabla 10}$$

$$A_p = \frac{\pi(1,2)^2}{4}$$

$$A_p = 1,1309\text{cm}^2$$

La fuerza que se aplicara en los pernos, es la fuerza de compactación útil de los ladrillos.

$$F_{cu} = \text{Fuerza de compactacion util de los ladrillos} \rightarrow 2257,42\text{Kg}$$

Siendo el límite de fluencia del careo C_{T3} de $2000 \text{Kg}/\text{cm}^2$, procedemos a calcular la tensión admisible. Las tensiones admisibles a la tracción de los pernos, se la calcula con la ecuación 42.

$$\sigma_{adm \text{ trac}} = 0,8 \frac{\sigma_{flu}}{n}$$

$$n = \text{Coeficiente de seguridad en los pernos} \rightarrow 3$$

$$\sigma_{adm \text{ trac}} = 0,8 \frac{2000}{3}$$

$$\sigma_{adm \text{ trac}} = 533,33 \text{Kg}/\text{cm}^2$$

Al obtener todos los valores, calculamos el número de pernos con la ecuación 42.

$$\frac{F_{cu}}{nA_p} \leq \sigma_{adm\ trac}$$

$$\frac{2247,52}{n \times 1,1309} \leq 533,33$$

$$\frac{2247,52}{533,33 \times 1,1309} \leq n$$

$$n = 4 \text{ pernos}$$

Luego procedemos a comprobar, si el número de pernos cumple a cabalidad su trabajo.

$$\frac{2247,52}{4 \times 1,1309} \leq 533,33$$

$$496,84 \text{ Kg}/\text{cm}^2 \leq 533,33 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

La elección de los 4 pernos de 12mm es correcta.

d.3.19 Cálculo de la soldadura para unión de vigas (UPN).

Para calcular el límite de trabajo de la soldadura, aplicamos fórmula 44.

$$Gt = \frac{Ge}{\eta}$$

$$Gt = \text{Límite de trabajo} \rightarrow \text{Kg}/\text{cm}^2$$

$$Ge = \text{Límite de elástico de soldadura} \rightarrow 4200 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

$\eta = \text{Coeficiente de seguridad}$

$$Gt = \frac{4200 \text{ Kg/cm}^2}{2}$$

$$Gt = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

d.3.19.1 Cálculo de Fatiga del cordón de la soldadura.

Utilizamos la ecuación 45.

$$\gamma = \frac{1}{1,3 - 0,3 \times \frac{Ft}{Fmáx}}$$

γ = Fatiga del cordón de la soldadura

$$Fmáx = \text{Fuerza máxima de trabajo} = F_{cu} = 2257,42 \text{Kg}$$

$$Fmáx = 2257,42 \text{Kg}$$

Ft = Fuerza de trabajo

$$Ft = \frac{Fmáx}{n}$$

n = Número de partes soldadas $\rightarrow 2$

$$Ft = \frac{2257,42 \text{Kg}}{2}$$

$$Ft = 1128,71 \text{Kg}$$

$$\gamma = \frac{1}{1,3 - 0,3 \times \frac{1128,71}{2257,42}}$$

$$\gamma = \frac{1}{1,3 - 0,5}$$

$$\gamma = \frac{1}{0,8}$$

$$\gamma = 1,25$$

d.3.19.2 Cálculo del límite elástico del cordón.

Empleamos la ecuación 46.

$$Tr = \gamma \times \psi \times Gt$$

$$Tr = \text{Límite elástico del cordón en la soldadura} \rightarrow Kg/cm^2$$

ψ = Coeficiente de resistencia mecánica del electrodo B – 10 (7018) $\rightarrow 0,6$
 \rightarrow Anexo k. 1.10

$$Tr = 1,25 \times 0,6 \times 2100$$

$$Tr = 1575 Kg/cm^2$$

$$1575 Kg/cm^2 \leq 4200 Kg/cm^2$$

Para cumplir las condiciones de resistencia del cordón, tiene que cumplir las siguientes características. (Lanburu, 1995).

Ancho del cordón $b=0,8$ cm

Altura del cordón $h= 10$ cm

$$Asol = b \times h$$

$Asol$ = Área de soldadura $\rightarrow cm^2$

$$Asol = 0,8cm \times 10cm$$

$$Asol = 8cm^2$$

d.3.20 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina.

Para determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos, utilizamos una prensa hidráulica, concluyendo lo siguiente:

Datos obtenidos mediante la prueba hidráulica a la compresión de ladrillo:

$$P = ? \text{ Kg/cm}^2$$

$$\emptyset = 4,5'' \Rightarrow 11,43\text{cm} \Rightarrow \text{Anexo k. 3.4}$$

d.3.20.1 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina, posición de filo.

Para calcular la fuerza a la compresión, utilizamos la ecuación 1.

$$F_c = P \times A_c$$

$$P_a = \text{Presión medida por el manómetro en ladrillo artesanal} \rightarrow 12 \text{ Kg/cm}^2 =$$

> Anexo k. 3.9

$$P_m = \text{Presión medida por el manómetro en ladrillo Máquina} \rightarrow 23 \text{ Kg/cm}^2 =$$

> Anexo k. 3.10

F_{cfa} = Fuerza de compresión del ladrillo posición filo artesanal

F_{cfm} = Fuerza de compresión del ladrillo posición filo máquina

A_c = Área del actuador → cm²

$$A_c = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}$$

$$A_c = \frac{\pi \times (11,43)^2}{4}$$

$$A_c = 102,61 \text{ cm}^2$$

$$F_{cfa} = 12 \times 102,61$$

$$F_{cfa} = 1231,32 \text{ Kgf}$$

$$F_{cfm} = 23 \times 102,61$$

$$F_{cfm} = 2360,03 \text{ Kgf}$$

$$F_{cfa}(1231,32 \text{ Kgf}) \ll F_{cfm}(2360,03 \text{ Kgf})$$

Podemos apreciar la gran diferencia de resistencia a la compresión, el ladrillo compactado por la máquina es 91% más resistente que el ladrillo realizado artesanalmente en posición de filo, con su medida estándar de (14*28*8)cm.

d.3.20.2 Cálculo de resistencia a la compresión del ladrillo artesanal vs. máquina, posición tendido.

Para calcular la fuerza a la compresión, utilizamos la ecuación 1.

$$F_c = P \times A_c$$

$$P_a = \text{Presión medida por el manómetro en ladrillo artesanal} \rightarrow 32 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$= > \text{Anexo k. 3.11}$$

$$P_m = \text{Presión medida por el manómetro en ladrillo Máquina} \rightarrow 43 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$= > \text{Anexo k. 3.12}$$

F_{cta} = Fuerza de compresión del ladrillo posición tendido artesanal

F_{ctm} = Fuerza de compresión del ladrillo posición tendido máquina

$$F_{cta} = 32 \times 102,61$$

$$F_{cta} = 3283,52 \text{ Kgf}$$

$$Fctm = 43 \times 102,61$$

$$Fctm = 4412,23 \text{ Kgf}$$

$$Fcta(3283,52 \text{ Kgf}) \ll Fctm(4412,23 \text{ Kgf})$$

De la misma manera, se puede apreciar la gran diferencia de resistencia a la compresión, el ladrillo compactado por la máquina es 34% más resistente que el ladrillo realizado artesanalmente en posición tendido, con su medida estándar de (14*28*8)cm.

e. MATERIALES Y MÉTODOS

e.1 Introducción.

Tener conocimiento económico, es muy importante para el desenvolvimiento profesional, ya que están estrechamente relacionados con la mayoría de trabajos que uno realiza durante la vida cotidiana.

Por esta razón, se hace un análisis económico, para determinar en sí, el presupuesto del proyecto, donde se especifica los costos directos e indirectos.

En este capítulo, se detalla todos los costos que implican la construcción e instalación de la máquina compactadora de ladrillos y para ello se utiliza el método de la estimación firme, donde se requiere tener datos exactos, los mismos que se especifican a continuación.

e.2 Metodología para determinar el costo directo e indirecto.

Para calcular y determinar el costo total de la construcción e instalación de la compactadora de ladrillos, describiré todos los gastos directos e indirectos de todo el proceso de fabricación, además analizaré los precios de la mano de obra, transporte y los gastos generales de la misma.

e.2.1 Costos Directos

e.2.1.1 Costo de los materiales mecanizado.

CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	P UNITARIO	P TOTAL USD
8	PERFIL UNP 100x50x6000mm	Ac. St - 37	104,12	832,96
1	Placa 1280*1280*38mm	Ac. St - 37	950	950
20	Placa 290*198*4mm	Ac. St - 37	6,67	133,4
1	Placa 240*140*18mm	Ac. St - 37	8,84	8,84
10	Placa 290*144*12mm	Ac. St - 37	6,79	67,9
5	Placa 299*196*10mm	Ac. St - 37	13,33	66,65
25	Placa 321,8*157*12mm	Ac. St - 37	16,5	412,5
30	Cm Barra Perforada 105*65mm	SAE 1020	2,345	70,35
2,2	Metro Eje Φ 3" 1020	SAE 1020	135	297
1	Metro Eje Φ 2"1/4	SAE 1020	60	60
4	Metro Eje Φ 1"1/2	SAE 1020	24,5	98
1	Metro Eje Φ 7/8"	SAE 1020	10,35	10,35
			SUBTOTAL USD	3007,95
			IVA	360,954
			TOTAL USD	3368,904

e.2.1.2 Costo de elementos normalizados

CANT	DESCRIPCIÓN	P UNITARIO	P TOTAL USD
40	Arandela 1/4"	0,02	0,8
16	Arandela 5/16"	0,05	0,8
12	Arandela 3/4"	0,15	1,8
16	Arandela de Presión 5/16"	0,05	0,8
12	Arandela de presión 3/4"	0,2	2,4
40	Tornillos vellanado 1/4"*1"	0,1	4
16	Tornillo Exagonal 5/16"*2 "1/2	0,35	5,6
12	Tornilo Exagonal 3/4"*4"	2,2	26,4
40	Tuerca 1/4"	0,03	1,2
16	Tuerca Exagonal 5/16"	0,05	0,8
12	Tuerca Exagonal 3/4"	0,25	3
2	Platina 1*1/8"	4,37	8,74
3	Tubo Negro Cuadrado 1"*1,5	17,35	52,05
14	Rodamiento 6201	1,5	21
14	Rodamiento 6204	2,25	31,5
14	Seguro Externo E-20	0,35	4,9
6	Libras Suelta Aga 7018*1/8" 4F 20Kg	2,276	13,656
2	Fundas Suelta Aga 6011*1/8	17,678	35,356
1	Ruliman y pista Conico 3"	84,5	84,5
1	Chumatera de Pared 3"	47	47
6	Plancha Negra 1220*2440*1,35mm	49,02	294,12
		SUBTOTAL USD	640,422
		IVA	76,85064
		TOTAL USD	717,27264

e.2.1.3 Costo de materiales para el acabado superficial

CANT	DESCRIPCIÓN	P UNITARIO	P TOTAL USD
2	Disco Zirconio Dewalt Grano 80	3,08	6,16
2	Galón Anticorrosivo Gris	5,58	11,16
2	Galón Diluyente Laca	5,35	10,7
1	Galón de Pintura Caterpila Amarilla	23,8	23,8
3	Lija de Agua Número 150	0,22	0,66
1	Masilla Tanque Lt	4,24	4,24
		SUBTOTAL USD	50,56
		IVA	6,0672
		TOTAL USD	56,6272

e.2.1.4 Costos mano de obra.

MÁQUINA	MANO DE OBRA TOTAL USD
Taladro	75
Torno	1850
Fresadora	580
Suelda	525
Pintado	80
Compresor	22
SUBTOTAL USD	3132
IVA	375,84
TOTAL USD	3507,84

e.2.2 Costos indirectos.

CANT	DESCRIPCIÓN	P UNITARIO	P TOTAL USD
2	Libra de guaípe	2	4
2	Galón gasolina	1,5	3
1	Transporte	35	35
		SUBTOTAL USD	50,56
		IVA	6,0672
		TOTAL USD	56,6272

e.3 Costo total de la máquina.

DENOMINACIÓN	TOTAL USD
Materiales mecanizado	3368,904
Elementos normalizados	717,272
Acabado superficial	56,6272
Mano de Obra	3507,84
Costos indirectos	56,6272
Central Hidráulica 3Hp 800PSI	2465
Cilindro Hidráulico 3C12	423,36
Instalación	2300
Motor-reductor 1/2 Hp 31,5r.p.m	450
Transporte	175
TOTAL USD	13520,6304

f. RESULTADOS

Se logra diseñar y construir la máquina compactadora de ladrillos, donde obtenemos 900 unidades compactadas por hora, manteniendo su medida estándar y mejorando su calidad en el compactado.

En mando manual procedemos a dar el respectivo mantenimiento y posición del tambor, una vez lograda la posición del tambor, accionamos mando automático por medio de un selector de 3 posiciones (on-off-on), teniendo en cuenta, que su vástago se encuentre en posición de retorno, esta señal de retorno es originada por un sensor fin de carrera (NO) y es receptada por el LOGO!, el mismo que da la orden de carrera (7 cm), en 1 seg el actuador realiza la salida del vástago y se detiene 2 seg produciendo la compactación del ladrillo, y luego procede su retorno en 1 seg, originando otra señal, dando orden al giro del tambor de los ladrillos en 3,30 seg y frena 4,70 seg, una vez que frena el tambor giratorio, se reinicia nuevamente el proceso.

Se puede diferenciar una notable resistencia a la compresión del ladrillo compactado por la máquina, es 91% más resistente que el ladrillo elaborado artesanalmente en posición de filo y 39% en posición tendido, donde se puede realizar cualquier tipo de construcción con total seguridad.

La calidad de compactación de los ladrillos, depende mucho de su material base o llamada barro, es recomendable que sea lo más homogéneo posible y su volumen de masa en los moldes sea apropiado, con todos estos requisitos obtenemos viablemente ladrillos compactados.

g. DISCUSIÓN

En resumen, al diseñar y construir la compactadora de ladrillos, podemos incrementar unidades por día, obtener compactación uniforme, mejorar la calidad del mismo y lo más importante prevenir accidentes imprevistos al momento de su elaboración artesanal, aportando con ello un adelanto en la industria Catamayense.

El proyecto de diseño y construcción, se lo realizó en la ciudad de Catamayo, bajo sus condiciones ambientales, seguridad industrial, asesoramiento técnico y la adquisición de datos necesarios.

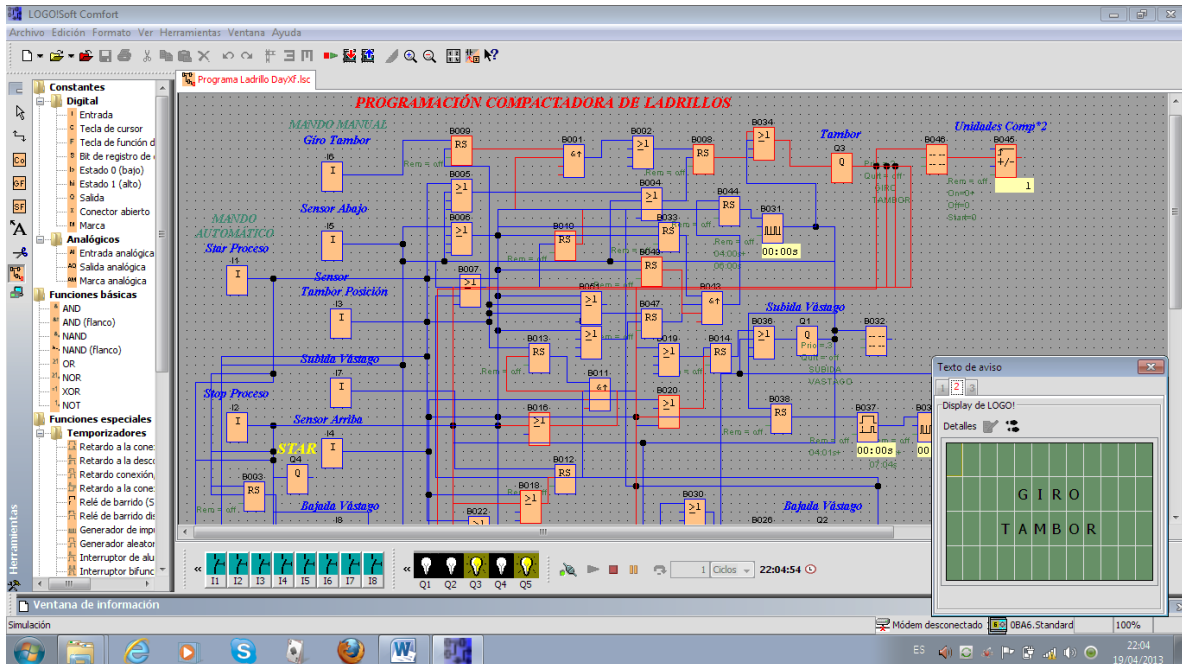
La máquina compactadora está conformada por tres partes fundamentales que son: tambor giratorio, unidad de compactación y sistema de mando.

Tambor giratorio.- Llamado así por su forma circular, consta de cinco moldes con su respectivo divisor de ladrillo, su objetivo de trabajo es almacenar el material base en sus moldes, luego girar 72° en 3,30 seg y frenar 4,70 seg, para de esta manera proceder a la compactación del ladrillo.

Unidad de Compactación.- Esta unidad, está encargada de realizar la compactación uniforme en los ladrillos, está constituida por un actuador hidráulico, electroválvula y el grupo motor-bomba, cuando el sensor da la señal de posición del tambor, automática y manualmente, la electroválvula se energiza originando la salida y retorno del vástago en 2 seg y de esa manera obtenemos compactación, su proceso es periódico cada 8 seg.

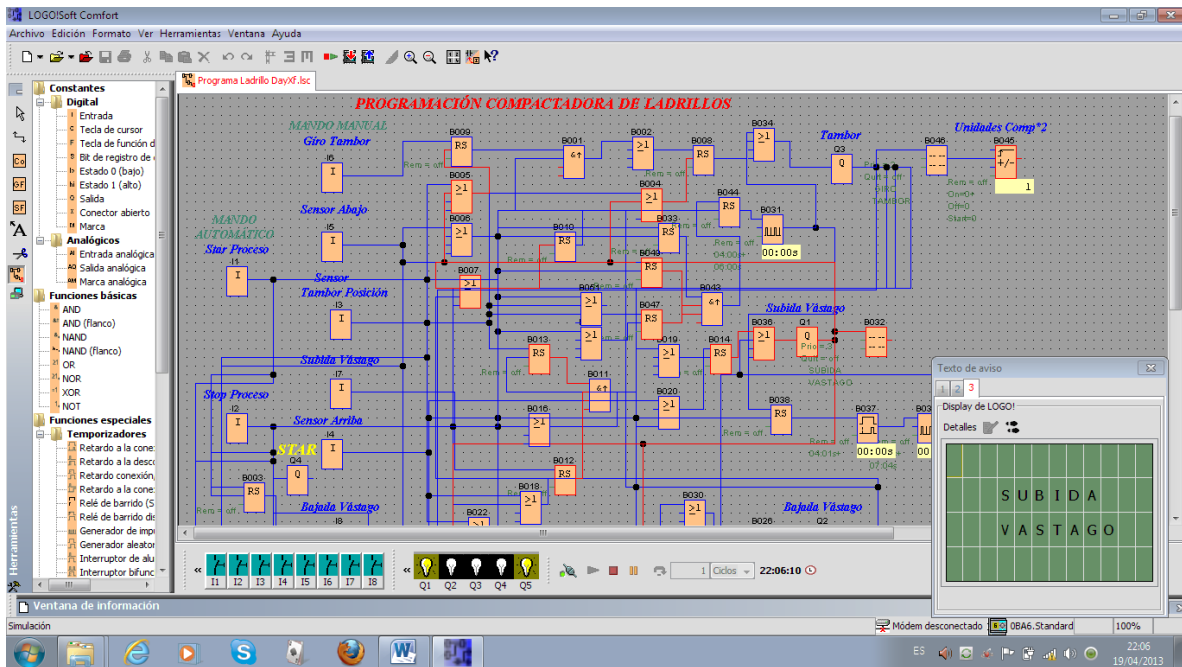
Sistema de Mando.- Su función principal, es operar la máquina compactadora en forma manual y automática, esto lo realizamos mediante un LOGO! y con la debida seguridad del proceso, en mando manual nosotros podemos dar mantenimiento preventivo a la máquina y en mando automático procedemos a la obtención de 900 unidades compactadas por hora.

Se puede apreciar la programación y simulación en LOGO!



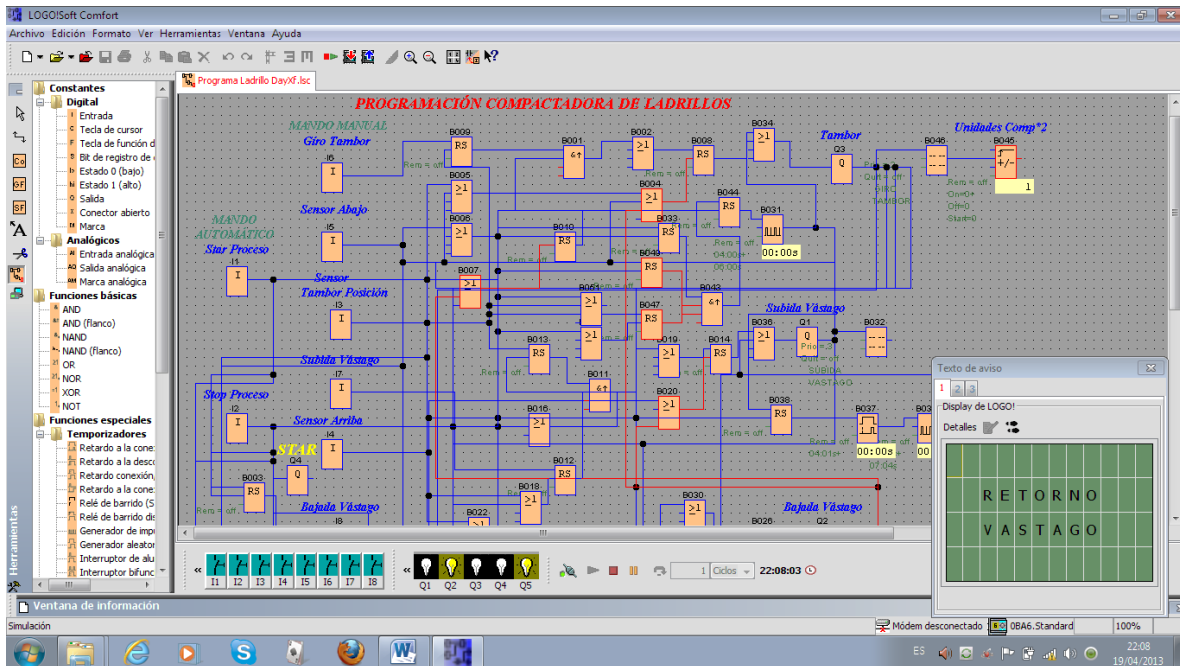
Simulación 1 LOGO! Posición Giro de Tambor de los ladrillos.

Para realizar el giro del tambor (Simulación 1), el sensor posición abajo debe estar activado y de esa manera al pulsar giro tambor, da orden de desplazamiento y posición del mismo.



Simulación 2 LOGO! Subida Vástago.

Para subir el vástago (Simulación 2), debe estar activado el sensor tambor en posición y al pulsar subida vástago este realiza el desplazamiento lineal y su desactivación la genera el sensor vástago arriba.



Simulación 3 LOGO! Retorno Vástago.

De la misma manera para el retorno del vástago (Simulación 3), debe estar activado el sensor vástago arriba y al pulsar bajada de vástago este realiza desplazamiento lineal y su desactivación la genera el sensor vástago abajo.

Si no se cumplen las condiciones antes mencionadas el LOGO! no permite el funcionamiento de ninguna de las partes que conforman la máquina compactadora de ladrillos, con la finalidad de seguridad y prevenir daños irremediables, de esta manera logramos con éxito el diseño y construcción de la máquina compactadora de ladrillos.

h. CONCLUSIONES

- Se ha cumplido con el objetivo principal del proyecto, que se basa en el diseño y construcción de una compactadora de ladrillos.
- Se realizaron ensayos de compactación de la masa cruda del ladrillo, para determinar la fuerza de compresión necesaria y con ello poder diseñar el mecanismo adecuado para realizar dicho proceso.
- Se diseñó e instaló un sistema electromecánico para compactar ladrillo, compuesto de un sistema oleo-hidráulico, un grupo motor-bomba y un cilindro hidráulico de doble efecto, con el que obtenemos unidades compactadas uniformes.
- Se logró diseñar y construir un mecanismo apropiado para llenar de masa a los moldes, el mismo que lleva de nombre tambor giratorio, nos dio como resultado que el material no rebose, que el ladrillo sea proporcional en su peso y mantenga su medida estándar.
- Se diseñó y construyó un mecanismo de leva cilíndrica y una base tipo bota para extraer los ladrillos del molde, con lo cual evitamos deformaciones al momento de extraerlos de la máquina, obteniendo así un acabado superficial de calidad.
- La resistencia a la compresión del ladrillo obtenido por la máquina compactadora, es 91% mayor que la resistencia del ladrillo artesanal en posición de filo y 39% en posición tendido.
- Se realizó la entrega y el montaje de la máquina compactadora de ladrillos a los señores financistas, los mismos que se encontraron agradecidos y satisfechos por los resultados obtenidos durante la culminación del proyecto.

i. RECOMENDACIONES

- Lubricar las paredes de los moldes con agua y rosear arena, para facilitar la extracción del ladrillo y a la vez evitar que se adhiera material base.
- El volumen de masa al llenar en los moldes debe ser adecuado y de preferencia su mezcla homogénea, de esto depende su calidad de compactación, tanto como su contextura y su medida estándar.
- Tener presente las condiciones de trabajo de la máquina, por ejemplo, para girar el tambor de los ladrillos, su vástago debe estar en posición retorno y por más que se accione subida de vástago no debe ocurrir, esto nos ayudará para evitar y prolongar daños futuros en la máquina.
- Los ladrillos compactados por la máquina son fiables para todo tipo de construcción, debido a su alta resistencia a la compresión.
- Revisar periódicamente el nivel de aceite de la central hidráulica, controlar si existe fugas y cambiar posteriormente su filtro.
- La válvula de seguridad o sobre presión no debe exceder más del 10% de la presión a la salida de la bomba.
- Una vez que culmina su trabajo la máquina, tenemos que realizar su debida limpieza, nos ayudara que él excedente del material no se endurezca para el día siguiente de labor.

j. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

1. CEAC.S.A, Ediciones. 1986. *Cálculos en Mecánica*. Tercera edición. Barcelona,España. : Editorial CEAC, 1986.
2. FEODOSIEV, V.I. *Resistencia de Materiales*,. Moscú,Rusia. : Tercera Edición, Editorial MIR., 1985.
3. LANBURU, Nicolás. *Prontuario Técnicas Máquinas Herramientas*. Madrid,España : Editorial Paraninfo Magallanes., 1995.
4. ROLDAN, Vitoria José. *Neumática,hidráulica y electricidad aplicada*. Valladolid, España. : Editorial PARANINFO, S.A., 1995. pág. 154.
5. SCHAUM, Daniel. *Física General*. [trad.] Ph.D. CAREL W. VAN DER MERWE. Primera Edición. U.S.A, : Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial., 1970. pág. 67. 14000 ejemplares.
6. SOKOLOV, P. F. *MECANICA INDUSTRIAL*. Moscú,Rusia. : Tercera edición MIR, 1982.
7. Universidad Nacional de Loja. *Hidráulica y Neumática*. [int.] Dr: Miguel Ángel Caraballo Núñez. Loja, Ecuador : s.n., 2009-2010.
8. Rigassi, Vicente. Manual of Production. 20 de Septiembre 2007.

Páginas web:

9. www.sapiensman.com. http://es.wikipedia.org/wiki/Cilindro_hidr%C3%A1ulico. [En línea]

k. ANEXOS

k.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO k.1.1

U.N.L Ingeniería Electromecánica		HOJA DE PROCESO HOJA N° 02.00.00			Lamina N°	02-01-00
					Nombre: Stalin Jaramillo	
POS	CANT	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIM. BRUTO	DIMENSION	
-	1	TAMBOR GIRATORIO	ASTM-A131	1,28 m	(1,28*0,215)m	
<p>ESCALA 1:1</p>						
FASE	DENOMINACION	CROQUIS	HERRAMIENTAS	TIEMPO		
1	Refrentar las dos caras del disco 2mm.		Torno.	15'		
2	Perforar a un diametro de 7.6 cm. Ubicación de la pieza en la brida. Montaje 1y2 puntos. Cilindrado a un diametro de 1,28m.		Torno Llaves Cuchilla Lubricante Limpieza Montaje	60'		
3	Construccion de los moldes, separador y guías con su respectivo refrentado.		Fresadora	350'		
			TIEMPO TOTAL	425'		

Fuente: Hoja de proceso mecanizado, UNL.

ANEXO k.1.2

Fuerza ejercida por un cilindro Hidráulico. Tabla 1

Tabla para determinar la fuerza ejercida por un Cilindro Hidráulico

SEGUN SU DIAMETRO INTERIOR Y PRESION DE TRABAJO

A partir de la fórmula:

$$\text{Fuerza (Kgr.)} = \text{Presión (Kgr./cm}^2\text{)} \times \text{Sup. (cm}^2\text{)}$$

DIAMETRO DEL CILINDRO EN PULGADAS

	1,5"	2"	2,5"	3"	3,25"	3,5"	4"	4,5"	5"	6"	7"	8"	10"
10	114	203	316	456	534	620	810	1030	1270	1823	2481	3241	5064
20	228	405	633	912	1068	1241	1621	2052	2532	3646	4963	6482	10128
30	342	608	949	1368	1603	1862	2431	3078	3798	5469	7440	9723	15192
40	456	810	1266	1824	2137	2483	3241	4104	5064	7292	9920	12954	20256
50	569	1013	1582	2280	2671	3103	4051	5130	6330	9115	12400	16205	25320
60	683	1216	1899	2736	3205	3724	4862	6156	7596	10938	14880	19446	30384
70	797	1418	2215	3192	3739	4345	5672	7182	8862	12761	17360	22687	35448
80	911	1621	2532	3648	4274	4966	6482	8208	10128	14584	19840	25928	40512
90	1025	1823	2848	4104	4808	5586	7293	9234	11394	16407	22320	29159	45576
100	1139	2026	3165	4560	5342	6207	8103	10260	12660	18230	24816	32410	50640
110	1253	2229	3482	5016	5876	6828	8913	11286	13926	20053	27280	35651	55704
120	1367	2431	3798	5472	6410	7448	9724	12312	15192	21876	29760	38892	60768
130	1480	2634	4114	5928	6945	8069	10534	13338	16458	23699	32240	42133	65832
140	1595	2836	4431	6384	7479	8690	11344	14364	17724	25522	34720	45374	70896
150	1708	3039	4747	6840	8013	9310	12154	15390	18990	27345	37200	48615	75960
160	1822	3242	5064	7296	8547	9931	12965	16416	20256	29168	39680	51856	81024
170	1936	3444	5380	7752	9081	10552	13775	17442	21522	30991	42160	55097	86088
180	2050	3647	5697	8208	9616	11173	14585	18468	22788	32814	44640	58338	91152
190	2164	3849	6013	8664	10150	11793	15396	19494	24054	34637	47120	61579	96216
200	2278	4052	6330	9120	10684	12414	16208	20520	25320	36460	49600	64820	101280
210	2392	4255	6646	9576	11218	13035	17016	21546	26586	38283	52080	68051	106344
220	2506	4457	6963	10032	11752	13655	17827	22572	27852	40106	54560	71302	111408
230	2620	4660	7279	10488	12287	14276	18637	23598	29118	41929	57040	74543	116472
240	2734	4862	7596	10944	12821	14897	19447	24624	30384	43752	59520	77784	121536
250	2847	5065	7912	11400	13355	15517	20257	25650	31650	45575	62000	81025	126600

Fuente: FAP HIDRÁULICA, República de Argentina.

ANEXO k.1.3



Fuente: FAP HIDRÁULICA, República de Argentina.

ANEXO k.1.4

Relación de Transmisión de Coronas y Piñones. Tabla 2

		CORONAS												
		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
PIÑONES	8	2.75	2.88	3.00	3.13	3.25	3.38	3.50	3.63	3.75	3.88	4.00	4.13	4.25
	9	2.44	2.56	2.67	2.78	2.89	3.00	3.11	3.22	3.33	3.44	3.56	3.67	3.78
	10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	11	2.00	2.09	2.18	2.27	2.36	2.45	2.55	2.64	2.73	2.82	2.91	3.00	3.09
	12	1.83	1.92	2.00	2.08	2.17	2.25	2.33	2.42	2.50	2.58	2.67	2.75	2.83
	13	1.69	1.77	1.85	1.92	2.00	2.08	2.15	2.23	2.31	2.38	2.46	2.54	2.62
	14	1.57	1.64	1.71	1.79	1.86	1.93	2.00	2.07	2.14	2.21	2.29	2.36	2.43
	15	1.47	1.53	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.93	2.00	2.07	2.13	2.20	2.27
	16	1.38	1.44	1.50	1.56	1.63	1.69	1.75	1.81	1.88	1.94	2.00	2.06	2.13
17	1.29	1.35	1.41	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.76	1.82	1.88	1.94	2.00	
18	1.22	1.28	1.33	1.39	1.44	1.50	1.56	1.61	1.67	1.72	1.78	1.83	1.89	
		CORONAS												
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
PIÑONES	8	4.38	4.50	4.63	4.75	4.88	5.00	5.13	5.25	5.38	5.50	5.63	5.75	5.88
	9	3.89	4.00	4.11	4.22	4.33	4.44	4.56	4.67	4.78	4.89	5.00	5.11	5.22
	10	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70
	11	3.18	3.27	3.36	3.45	3.55	3.64	3.73	3.82	3.91	4.00	4.09	4.18	4.27
	12	2.92	3.00	3.08	3.17	3.25	3.33	3.42	3.50	3.58	3.67	3.75	3.83	3.92
	13	2.69	2.77	2.85	2.92	3.00	3.08	3.15	3.23	3.31	3.38	3.46	3.54	3.62
	14	2.50	2.57	2.64	2.71	2.79	2.86	2.93	3.00	3.07	3.14	3.21	3.29	3.36
	15	2.33	2.40	2.47	2.53	2.60	2.67	2.73	2.80	2.87	2.93	3.00	3.07	3.13
	16	2.19	2.25	2.31	2.38	2.44	2.50	2.56	2.63	2.69	2.75	2.81	2.88	2.94
17	2.06	2.12	2.18	2.24	2.29	2.35	2.41	2.47	2.53	2.59	2.65	2.71	2.76	
18	1.94	2.00	2.06	2.11	2.17	2.22	2.28	2.33	2.39	2.44	2.50	2.56	2.61	
		CORONAS												
		48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
PIÑONES	8	6.00	6.13	6.25	6.38	6.50	6.63	6.75	6.88	7.00	7.13	7.25	7.38	7.50
	9	5.33	5.44	5.56	5.67	5.78	5.89	6.00	6.11	6.22	6.33	6.44	6.55	6.67
	10	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.30	5.40	5.50	5.60	5.70	5.80	5.90	6.00
	11	4.36	4.45	4.55	4.64	4.73	4.82	4.91	5.00	5.09	5.18	5.27	5.36	5.45
	12	4.00	4.08	4.17	4.25	4.33	4.42	4.50	4.58	4.67	4.75	4.83	4.92	5.00
	13	3.69	3.77	3.85	3.92	4.00	4.08	4.15	4.23	4.31	4.39	4.47	4.55	4.63
	14	3.43	3.50	3.57	3.64	3.71	3.79	3.86	3.93	4.00	4.07	4.14	4.21	4.28
	15	3.20	3.27	3.33	3.40	3.47	3.53	3.60	3.67	3.73	3.80	3.87	3.94	4.00
	16	3.00	3.06	3.13	3.19	3.25	3.31	3.38	3.44	3.50	3.57	3.63	3.70	3.76
17	2.82	2.88	2.94	3.00	3.06	3.12	3.18	3.24	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	
18	2.67	2.72	2.78	2.83	2.89	2.94	3.00	3.06	3.11	3.17	3.22	3.28	3.33	
		CORONAS												
		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
PIÑONES	8	8.40	8.53	8.66	8.79	8.92	9.05	9.18	9.31	9.44	9.57	9.70	9.83	9.96
	9	7.50	7.61	7.72	7.83	7.94	8.05	8.16	8.27	8.38	8.49	8.60	8.71	8.82
	10	7.00	7.10	7.20	7.30	7.40	7.50	7.60	7.70	7.80	7.90	8.00	8.10	8.20
	11	6.57	6.66	6.75	6.84	6.93	7.02	7.11	7.20	7.29	7.38	7.47	7.56	7.65
	12	6.25	6.33	6.41	6.49	6.57	6.65	6.73	6.81	6.89	6.97	7.05	7.13	7.21
	13	5.94	6.01	6.08	6.15	6.22	6.29	6.36	6.43	6.50	6.57	6.64	6.71	6.78
	14	5.64	5.70	5.76	5.82	5.88	5.94	6.00	6.06	6.12	6.18	6.24	6.30	6.36
	15	5.36	5.41	5.46	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.76	5.81	5.86	5.91	5.96
	16	5.10	5.14	5.18	5.22	5.26	5.30	5.34	5.38	5.42	5.46	5.50	5.54	5.58
17	4.86	4.89	4.92	4.95	4.98	5.01	5.04	5.07	5.10	5.13	5.16	5.19	5.22	
18	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	
		CORONAS												
		78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
PIÑONES	8	10.80	10.96	11.12	11.28	11.44	11.60	11.76	11.92	12.08	12.24	12.40	12.56	12.72
	9	9.75	9.88	10.01	10.14	10.27	10.40	10.53	10.66	10.79	10.92	11.05	11.18	11.31
	10	9.00	9.10	9.20	9.30	9.40	9.50	9.60	9.70	9.80	9.90	10.00	10.10	10.20
	11	8.64	8.72	8.80	8.88	8.96	9.04	9.12	9.20	9.28	9.36	9.44	9.52	9.60
	12	8.33	8.40	8.47	8.54	8.61	8.68	8.75	8.82	8.89	8.96	9.03	9.10	9.17
	13	8.04	8.10	8.16	8.22	8.28	8.34	8.40	8.46	8.52	8.58	8.64	8.70	8.76
	14	7.76	7.81	7.86	7.91	7.96	8.01	8.06	8.11	8.16	8.21	8.26	8.31	8.36
	15	7.50	7.54	7.58	7.62	7.66	7.70	7.74	7.78	7.82	7.86	7.90	7.94	7.98
	16	7.26	7.29	7.32	7.35	7.38	7.41	7.44	7.47	7.50	7.53	7.56	7.59	7.62
17	7.04	7.06	7.08	7.10	7.12	7.14	7.16	7.18	7.20	7.22	7.24	7.26	7.28	
18	6.84	6.85	6.86	6.87	6.88	6.89	6.90	6.91	6.92	6.93	6.94	6.95	6.96	
		CORONAS												
		93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
PIÑONES	8	13.20	13.36	13.52	13.68	13.84	14.00	14.16	14.32	14.48	14.64	14.80	14.96	15.12
	9	11.90	12.01	12.12	12.23	12.34	12.45	12.56	12.67	12.78	12.89	13.00	13.11	13.22
	10	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80	11.90	12.00	12.10	12.20	12.30	12.40	12.50	12.60
	11	11.04	11.11	11.18	11.25	11.32	11.39	11.46	11.53	11.60	11.67	11.74	11.81	11.88
	12	10.75	10.81	10.87	10.93	10.99	11.05	11.11	11.17	11.23	11.29	11.35	11.41	11.47
	13	10.48	10.53	10.58	10.63	10.68	10.73	10.78	10.83	10.88	10.93	10.98	11.03	11.08
	14	10.22	10.26	10.30	10.34	10.38	10.42	10.46	10.50	10.54	10.58	10.62	10.66	10.70
	15	10.00	10.03	10.06	10.09	10.12	10.15	10.18	10.21	10.24	10.27	10.30	10.33	10.36
	16	9.80	9.82	9.84	9.86	9.88	9.90	9.92	9.94	9.96	9.98	10.00	10.02	10.04
17	9.62	9.63	9.64	9.65	9.66	9.67	9.68	9.69	9.70	9.71	9.72	9.73	9.74	
18	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46	
		CORONAS												
		108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
PIÑONES	8	15.60	15.76	15.92	16.08	16.24	16.40	16.56	16.72	16.88	17.04	17.20	17.36	17.52
	9	14.10	14.19	14.28	14.37	14.46	14.55	14.64	14.73	14.82	14.91	15.00	15.09	15.18
	10	13.60	13.69	13.78	13.87	13.96	14.05	14.14	14.23	14.32	14.41	14.50	14.59	14.68
	11	13.24	13.30	13.36	13.42	13.48	13.54	13.60	13.66	13.72	13.78	13.84	13.90	13.96
	12	12.95	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50	13.55
	13	12.68	12.72	12.76	12.80	12.84	12.88	12.92	12.96	13.00	13.04	13.08	13.12	13.16
	14	12.42	12.45	12.48	12.51	12.54	12.57	12.60	12.63	12.66	12.69	12.72	12.75	12.78
	15	12.20	12.22	12.24	12.26	12.28	12.30	12.32	12.34	12.36	12.38	12.40	12.42	12.44
	16	12.00	12.01	12.02	12.03	12.04	12.05	12.06	12.07	12.08	12.09	12.10	12.11	12.12
17	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	11.82	
18	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	
		CORONAS												
		123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
PIÑONES	8	18.00	18.16	18.32	18.48	18.64	18.80	18.96	19.12	19.28	19.44	19.60	19.76	19.92
	9	16.30	16.38	16.46	16.54	16.62	16.70	16.78	16.86	16.94	17.02	17.10	17.18	17.26
	10	15.80	15.89	15.98	16.07	16.16	16.25	16.34	16.43	16.52	16.61	16.70	16.79	16.88
	11	15.44	15.49	15.54	15.59	15.64	15.69	15.74	15.79	15.84	15.89	15.94	15.99	16.04
	12	15.15	15.19	15.23	15.27	15.31	15.35	15.39	15.43	15.47	15.51	15.55</		

ANEXO k.1.5

Coeficientes de Rozamiento. Tabla 3

Materiales en contacto	Rozamiento en reposo			Rozamiento en movimiento		
	En seco	Lubricado	Mojado con agua	En seco	Lubricado	Mojado con agua
Acero sobre acero	0,15	0,10	-	0,12	0,08	-
Acero sobre bronce	0,19	0,10	-	0,18	0,06	-
Acero sobre fundición gris	0,28	0,15	-	0,20	0,08	-
Acero sobre madera dura	0,56	0,10	-	0,50	0,09	0,24
Banda de acero sobre fundición	-	-	-	0,18	-	0,10
Bronce sobre bronce	-	-	-	0,20	-	0,15
Corcho sobre metal	0,60	0,25	0,62	0,25	0,12	0,25
Cuero sobre metal	-	-	-	0,35	0,30	-
Fundición gris sobre bronce	0,30	0,15	-	0,28	0,08	0,10
Fundición gris sobre fundición gris	0,28	0,10	-	0,20	0,08	0,15
Fundición gris sobre latón	0,28	-	-	0,20	0,08	-
Guarnición de freno sobre acero	-	-	-	0,45	-	-
Madera de álamo sobre acero	-	-	-	0,30	0,20	-
Madera de álamo sobre fundición	-	-	-	0,28	0,10	0,20
Poliamida 66 sobre acero	0,35	0,11	0,30	-	-	-
Poliamida 66 sobre poliamida 66	0,37	0,15	0,23	-	-	-
Tejido de algodón con resina artificial sobre acero o fundición	-	-	-	0,40	0,15	0,25
Tejido de amianto con resina artificial sobre acero o fundición	-	-	-	0,51	0,15	0,25

Fuente: EDICIONES CEAC.S.A, Cálculos en mecánica, 1986.

ANEXO k.1.6

Dimensionamiento de Chavetas. Tabla 4

Diámetro del eje d (mm)		Chaveta (mm)		Chaveteros			
				Eje		Cubo	
Mínimo	Máximo	a	b	e	h_1	f	h
10	12	4	4	2,5	$h_1 = d - e$	1,5	$h = d + f$
12	17	5	5	3		2	
17	22	6	6	3,5		2,5	
22	30	7	8	4		3	
30	38	8	10	4,5		3,5	
38	44	8	12	4,5		3,5	
44	50	9	14	5		4	
50	58	10	16	5		5	
58	65	11	18	6		5	
65	75	12	20	6		6	

Fuente: Soviéticas GOST (tabla 1)

ANEXO k.1.7

Tensión admisible a la carga en Chavetas. Tabla 5

Material del casquillo	Carácter de la carga (kgf/cm^2)		
	permanente	pulsante	de impacto
Acero.....	1000-1500	700-1000	350-500
Fundición.....	700-900	450-550	200-250

Fuente: F.Sokolov, MECÁNICA INDUSTRIAL, tercera edición.

ANEXO k.1.8

Resistencia máxima de los materiales. Tabla 6

TIPO O CLASE DE CARGA	ACERO, METALES DÚTILES		HIERRO FUNDIDO, METALES FRÁGILES	MADERA DE CONSTRUCCIÓN
	Basado en la Resistencia máxima*	Basado en la resistencia de fluencia**	Basado en la resistencia máxima*	
Carga muerta o Carga variable bajo Análisis por fatiga	3 – 4	1.5 - 2	5 - 6	7

Las siguientes recomendaciones NO se deben adoptar si se hace análisis por fatiga

Repetida en una dirección, gradual (choque suave)	6	3	7 - 8	10
Repetida invertida, gradual (choque medio)	8	4	10 - 12	15
Choque fuerte	10 – 15	5 - 7	15 - 20	20

Fuente: EDICIONES CEAC.S.A, Cálculos en mecánica, 1986.

ANEXO k.1.9

Resistencia máxima de los materiales. Tabla 7

CARGAS PARA PERFILES DE ACERO LAMINADO					
	Tipo de acero (representación simbólica)	σ elástica Kg./cm. ²	σ rotura Kg./cm. ²	σ admisible Kg./cm. ²	
				Máxima	Mínima
Acero suave	A36	2400	4100	1640	1455
	A42	2600	4600	1780	1575
Acero duro	A52	3600	5700	1465	2180

Fuente: Equipo Técnico EDEBE, Tecnología Mecánica III: Matricera y Moldes Pag 101

ANEXO k.1.10

ELECTRODO 7018

B - 10

Color de Revestimiento : Gris Identificación : Punta Blanca

Norma : **AWS E 7018**

Análisis del Metal Depositado:	C	0.06% Mn	1.0%	Si	0.65%	S	0.010%
---------------------------------------	---	----------	------	----	-------	---	--------

Características : Electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno, con polvo de hierro. Indicado para la soldadura de aceros de alta resistencia a la tracción (55 Kg/mm² Máx) así como para aceros de construcción. Su arco es sumamente estable, poco chisporroteo y para mejores resultados úsese arco corto. Se recomienda mantener un arco corto para garantizar buenos resultados en inspecciones radiográficas. Para trabajos de alta responsabilidad es necesario secarlos a 350°C durante una hora.

Aprobación : AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción	Alargamiento	Resistencia al Impacto
55 - 57 Kg/mm ² 78.000 á	Lo - 5d 30 - 33 %	CHARPY-V Kgm , 18 - 20 (+20° C)
80.000 lbs/pulg ²		

Posiciones de Soldar :

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente

Corriente y

Para corriente continua o alterna - Electrodo al polo positivo

Ø mm	Ø Pulg.	Amperaje
3.25	1/8	100-140
4.00	5/32	140-190
5.00	3/16	190-230

Aplicaciones :

- Para aceros de mediano y bajo carbono, baja aleación
- Para aceros laminados en frío, por sus características de resistencia a la deformación a altas temperaturas, su fácil manejo y óptimo rendimiento, es especialmente adecuado.
- Para soldadura de tuberías de vapor.
- Calderas de alta presión, tanques.
- Piezas para maquinaria pesada.
- Construcciones metálicas en obra.
- Reparaciones Navales.

IMPORTANTE : Los electrodos húmedos o con manchas de grasa, deben destruirse.

LARGO : 350 mm.

PESO POR CAJA : 20 Kg./44 lbs.

ANEXO k.1.11

Propiedades mecánicas de los aceros. Tabla 8

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS						
MATERIAL		Peso Específico gr/cm ³	Resist. Último o Tensión σ_R Kg/mm ²	PUNTO DE FLUENCIA		
NOMBRE	CARACTERÍSTICAS			Tensión σ Kg/mm ²	Comp τ Kg/mm ²	Torsión σ Kg/mm ²
Fundición de Acero 0.20%C (SAE 0022)	Recocido	7.72	42.0	17.5	23.1	10.5
Fundición de Acero 0.30%C (SAE 0030)	Recocido	7.72	50.4	21.0	27.3	11.9
Fundición de Acero 0.40%C (SAE 0040)	Recocido	7.72	56.0	22.4	30.2	14.0
Aleación Acero al Carbono (SAE 080, ASTM A-142)	Normalizado	7.72	63.0	42.0	42.0	25.2
Acero inoxidable: C-030; Cr-0.12; N-1	Estirado a 1400°F	7.73	63.0	38.5	38.5	23.1
	Estirado a 800°F	7.73	113.0	91.0	91.0	56.0
Acero inoxidable: C-030; Mn-40; Si-0.25; Cr-12; N-0.50	Templado y revenido a 1750 °F	7.80	73.6	42.0	42.0	25.0
Acero inoxidable (SAE 30905)	No Endurecible	7.78	67.2	33.7	33.7	21.0
Acero al carbono (SAE 1010)	Laminado en Caliente	7.78	37.8	21.7	21.7	14.0
Acero al carbono (SAE 1020)	Laminado en Caliente	7.78	43.6	24.5	24.5	15.4
Acero al carbono (SAE 1030)	Blando	7.78	52.5	29.4	29.6	18.2
Acero al carbono (SAE 1040)	Recocido	7.73	63.0	35.0	35.0	14.0
Acero al carbono (SAE 1050)	Recocido	7.78	66.5	36.4	35.4	24.5
Acero al carbono (SAE 1035)	Recocido	7.73	84.0	42.0	42.0	25.2
	Estirado a 900 °F	7.78	105.0	56.0	56.0	35.0
Acero al carbono (SAE 1120)		7.78	43.4	23.8	23.8	15.6
Acero al Níquel (SAE 2320)	Recocido	7.78	49.0	31.5	31.5	18.9
	Estirado a 1000° F	7.78	84.0	56.0	56.0	35.0
Acero al Níquel (SAE 2340)	Recocido	7.78	66.5	38.5	38.5	22.4
	Estirado a 1000° F	7.78	84.0	66.5	70.0	42.0
Acero al Cromo-Níquel (SAE 3140)	No tratado	7.78	59.5	42.0	42.0	25.2
	Estirado a 1030° F	7.78	108.5	56.5	70.0	29.8
Acero al Cromo-Níquel (SAE 3240)	No tratado	7.78	77.0	56.0	55.0	33.7
	Estirado a 1000° F	7.78	112.0	94.0	98.0	50.4
Acero al Cromo-Vanadio (SAE E150)	Templado en Est. A 800° F	7.78	140.0	119.0	133.0	70.0
Acero al Cromo-Níquel-Vanadio	Templado en Acero	7.78	112.0	91.0	91.0	56.0
Acero Aleado con Nitrógeno	Templado y estirado a 1000° F	7.70	87.5	63.0	84.6	33.5
Hierro Forjado (A 41-30)	Doble refinado	7.67	32.9	18.2	18.8	11.2
Hierro Puro: 99.94% Fe	Laminado en caliente	7.80	31.8	17.5	17.5	10.5

Fuente: ESPOL, Manual de catálogos para Diseño de Ingeniería, Tomo 1, Pag: 8

ANEXO k.1.12

Dimensiones, térmicos de sección y valores estáticos de perfiles UPN. Tabla 9

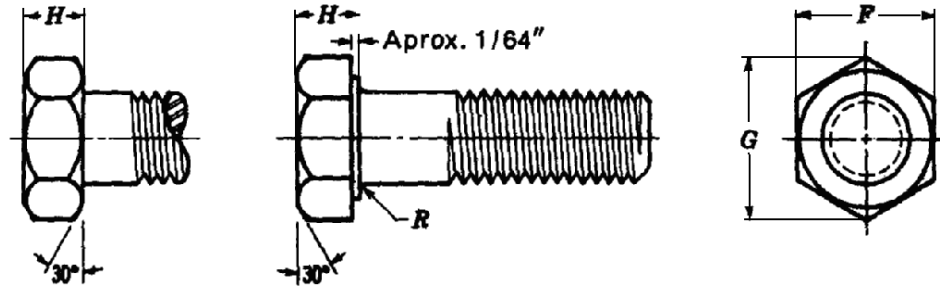
[Dimensiones en mm					Sección A cm ²	Paso P Kg/m	Referido al eje						S _x cm ³	S _w cm	Posición del eje y - y e _t cm
	h	b	e	e ₁ =t	r ₂			X-X			Y-Y					
								I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm			
80	80	45	6	8	4	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33	15.9	6.65	1.45
100	100	50	6	8.5	4.5	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	24.5	8.42	1.55
120	120	55	7	9	4.5	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	36.3	10.0	1.60
140	140	60	7	10	5	20.4	16.0	605	86.4	4.45	62.7	14.8	1.75	51.4	11.8	1.75
160	160	65	7.5	10.5	5.5	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	68.8	13.3	1.84
180	180	70	8	11	5.5	28.0	22.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	89.6	15.1	1.92
200	200	75	8.5	11.5	6	32.2	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	114	16.8	2.01
220	220	80	9	12.5	6.5	37.4	29.4	1690	245	8.48	197	33.6	2.30	144	18.5	2.14
240	240	85	9.5	13	6.5	42.3	33.2	3600	300	9.22	248	39.6	2.42	179	20.1	2.23
260	260	90	10	14	7	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	221	21.8	2.36
280	280	95	10	15	7.5	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	266	23.6	2.53
300	300	100	10	16	8	58.8	46.2	8030	535	11.7	495	67.8	2.98	316	25.4	2.70
320	320	100	14	17.5	8.75	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	80.6	2.81	413	26.3	2.60
350	350	100	14	16	8	77.3	60.6	12840	734	12.9	570	75.0	2.72	459	28.6	2.40
380	380	102	13.5	16	8	80.4	63.1	15760	829	14.0	615	78.7	2.77	507	31.1	2.33
400	400	110	14	18	9	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102	3.04	618	32.9	2.65

Fuente: I.MIROLUIBOV, EDITORIAL MIR MOSCU. pág. 449

ANEXO k.1.13

Dimensiones de pernos de cabeza exagonal acabados. Tabla 10

Tabla A.28 DIMENSIONES DE PERNOS DE CABEZA EXAGONAL ACABADOS (ASA B 18.2 - 1952)



Tamaño nominal o diámetro mayor básico de la rosca	Diámetro mínimo del cuerpo (máximo es igual a nominal)	Ancho entre caras F			Ancho entre aristas G		Altura H			Radio de entalle R		
		Max	(básico)	Min	Max	Min	Nom	Max	Min	Max	Min	
¼	0.2500	0.2450	⅙	0.4375	0.428	0.505	0.488		0.163	0.150	0.023	0.009
⅙	0.3125	0.3065	½	0.5000	0.489	0.577	0.557		0.211	0.195	0.023	0.009
⅜	0.3750	0.3690	⅙	0.5625	0.551	0.650	0.628		0.243	0.226	0.023	0.009
⅙	0.4375	0.4305	⅜	0.6250	0.612	0.722	0.698		0.291	0.272	0.023	0.009
½	0.5080	0.4930	¼	0.7500	0.736	0.866	0.840		0.323	0.302	0.023	0.009
⅙	0.5625	0.5545	⅓	0.8125	0.798	0.938	0.910		0.371	0.348	0.023	0.021
⅝	0.6250	0.6170	⅓	0.9375	0.992	1.083	1.051		0.403	0.378	0.041	0.021
¾	0.7500	0.7410	⅓	1.1250	1.100	1.299	1.254		0.483	0.455	0.041	0.021
⅞	0.8750	0.8660	⅓	1.3125	1.285	1.516	1.465		0.563	0.531	0.041	0.047

1	1.0080	0.9900	$1\frac{1}{2}$	1.5000	1.469	1.732	1.675		0.627	0.591	0.062	0.047
$1\frac{1}{8}$	1.1250	1.1140	$1\frac{1}{16}$	1.6875	1.631	1.949	1.859		0.718	0.658	0.062	0.110
$1\frac{1}{4}$	1.2500	1.2390	$1\frac{1}{8}$	1.8750	1.812	2.165	2.066		0.813	0.749	0.125	0.110
$1\frac{3}{8}$	1.3750	1.3630	$2\frac{1}{16}$	2.0625	1.994	2.382	2.273		0.878	0.810	0.125	0.110
$1\frac{1}{2}$	1.5000	1.4880	$2\frac{1}{4}$	2.2500	2.175	2.598	2.480		0.974	0.902	0.125	0.110
$1\frac{5}{8}$	1.6250	1.6130	$2\frac{3}{16}$	2.4375	2.356	2.815	2.686		1.038	0.962	0.125	0.110
$1\frac{3}{4}$	1.7500	1.7380	$2\frac{5}{8}$	2.6250	2.538	3.031	2.893		1.134	1.054	0.125	0.110
$1\frac{7}{8}$	1.8750	1.8630	$2\frac{11}{16}$	2.8125	2.719	3.248	3.100		1.198	1.114	0.125	0.110
2	2.000	1.9880	3	3.0000	2.900	3.464	3.306		1.263	1.175	0.125	0.110
$2\frac{1}{4}$	2.2500	2.2380	$3\frac{3}{8}$	3.3750	3.262	3.897	3.719		1.423	1.327	0.188	0.173
$2\frac{1}{2}$	2.5000	2.4880	$3\frac{3}{4}$	3.7500	3.625	4.330	4.133		1.583	1.479	0.188	0.173
$2\frac{3}{4}$	2.7500	2.7380	$4\frac{1}{8}$	4.1250	3.988	4.763	4.546		1.744	1.632	0.188	0.173
3	3.0000	2.9880	$4\frac{1}{2}$	4.5000	4.350	5.196	4.959		1.935	1.815	0.188	0.173

Fuente: Shigley, Joseph, Diseño en Ingeniería Mecánica, 2^{da} Edición. Pág.: 768

ANEXO k.1.14

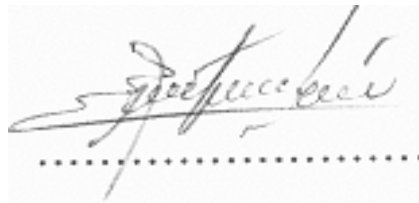
Catamayo 13 de Abril del 2013

Provincia de Loja, Cantón Catamayo aproximadamente 09:00 am, en presencia del tutor de Tesis Ing. Manuel Ignacio Ayala Chauvin, familiares, amigos y financistas, se realizaron pruebas de compactación manual como automática, posterior a ello se realizó la entrega de la Compactadora de Ladrillos a los señores: Arts. Agustín Jaramillo y el Lic. Carlos Franco, culminando con éxito a las 12:30 pm.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Agustín Jaramillo", is written over a horizontal dotted line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Arts. Agustín Jaramillo Mora

110340145-9

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carlos Franco León", is written over a horizontal dotted line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval.

Lic. Carlos Franco León

110396493-6

k.2 ANEXOS

**PLANOS MECÁNICOS Y
ELÉCTRICOS DE LA MÁQUINA
COMPACTADORA DE LADRILLOS**

k.3 ANEXOS

**FOTOS PROTOTIPO DE
COMPACTACIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA
COMPACTADORA DE LADRILLOS.**

ANEXO k.3.1



Foto 1: Prototipo de Molde para ladrillo.

ANEXO k.3.2



Foto 2: Prototipo de Compactación para ladrillo.

ANEXO k.3.2



Foto 3: Composición de material base para ladrillo.

ANEXO k.3.3



Foto 4: Llenado de material base en prototipo.

ANEXO k.3.4



Foto 5: Compactación de ladrillo en prototipo.

ANEXO k.3.5



Foto 5: Medida presión de compactación.

ANEXO k.3.6



Foto 6: Ladrillo compactado en prototipo.

ANEXO k.3.7



Foto 7: Ladrillo compactado en prototipo extraído.

ANEXO k.3.8



Foto 8: Ladrillo compactado artesanal.

ANEXO k.3.9



Foto 9: Resistencia a la compresión ladrillo Artesanal posición de filo, resultado $12Kg/cm^2$

ANEXO k.3.10



Foto 10: Resistencia a la compresión ladrillo Máquina posición de filo, resultado $23Kg/cm^2$

ANEXO k.3.11

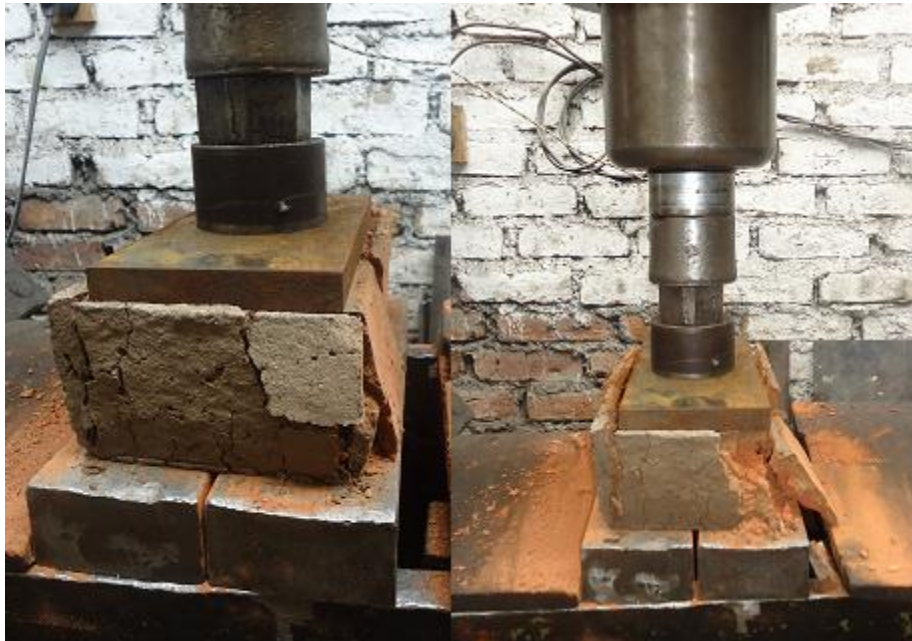


Foto 11: Resistencia a la compresión ladrillo Artesanal posición de tendido, resultado $32Kg/cm^2$

ANEXO k.3.12



Foto 12: Resistencia a la compresión ladrillo Máquina posición de tendido, resultado $43Kg/cm^2$

ANEXO k.3.13



Foto 13: Estructura, máquina compactadora de ladrillos

ANEXO k.3.14



Foto 14: Plato giratorio más brida

ANEXO k.3.15



Foto 15: Moldes y divisor de la máquina compactadora

ANEXO k.3.16



Foto 16: Acabado superficial

ANEXO k.3.17



Foto 17: Sistema Hidráulico

ANEXO k.3.18



Foto 18: Sistema de control y mando

ANEXO k.3.19



Foto 19: Construcción, Máquina compactadora de ladrillos

ANEXO k.3.20



Foto 20: Ladrillo obtenido por la máquina compactadora de ladrillo