

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**DISEÑO DE UNA MINI PLANTA MÓVIL PARA LA
FABRICACIÓN DE 100 ADOBES POR HORA**

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, que presenta el bachiller:

Julio Ernesto Javier Cortez

ASESORES:

Dipl. Ing. Eliseo Benjamín Barriga Gamarra

Dipl. Ing. Jorge Hernán Alencastre Miranda

Lima, Diciembre del 2013

RESUMEN

La presente tesis está orientada a la rama del diseño en Ingeniería Mecánica. Se identificó la necesidad de mejorar la producción de adobe en las diferentes zonas altoandinas del Perú. Actualmente con métodos tradicionales se logra producir en el mejor de los casos 250 adobes diarios, demandando además un excesivo esfuerzo de los productores. A raíz de este déficit en la producción se diseñó de una mini planta móvil para la fabricación de adobes con una capacidad de 100 adobes por hora que además ayude a disminuir el esfuerzo humano.

La máquina adobera posee unas dimensiones de 1.5 metros de ancho, 2.36 metros de alto y un largo de 2.28 metros. La máquina funciona aprovechando el principio de la energía hidráulica para ejercer una presión de 12.5 kg/cm² sobre el barro premezclado para que este pueda adoptar las dimensiones finales deseadas de 400 x 200 x 150 milímetros.

Para determinar la presión necesaria que se necesita ejercer sobre el adobe, se realizaron diferentes ensayos de compresión y humedecimiento de tierra. Estos ensayos se realizaron a diferentes presiones desde los 5 kg/cm² hasta los 20 kg/cm², concluyendo posteriormente que la presión adecuada para la fabricación de adobes era 12 kg/cm².

La unidad hidráulica es accionada por un motor de combustión interna de 15 HP, que usa como fuente de combustión gasolina de 90 octanos, cuya potencia está sobredimensionada en un 30% aproximadamente. El sobredimensionamiento del motor responde a la pérdida de eficiencia que sufren los motores cuando se trabaja en zonas con alturas superiores a los 3000 metros sobre el nivel del mar.

La máquina se encuentra diseñada principalmente en acero, por lo que se recomienda el uso de pintura anticorrosiva para su protección de la humedad del barro con el que trabajará y de las constantes precipitaciones que se producen en la zona andina.

Adicionalmente dentro del cuerpo y los anexos de la presente tesis se encontrará la información necesaria para corroborar el desarrollo de esta, así como la descripción del proceso de selección de la tierra, proceso de preparación del adobe y los ensayos necesarios para verificar si el adobe producido es de buena calidad.



TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TITULO	:	DISEÑO DE UNA MINI PLANTA MÓVIL PARA LA FABRICACIÓN DE 100 ADOBES POR HORA
AREA	:	Diseño
PROPUESTO POR	:	Ing. Jorge Alencastre Miranda
ASESOR	:	Ing. Jorge Alencastre / Ing. Benjamín Barriga Gamarra
TESISTA	:	Julio Ernesto Javier Cortez
CODIGO	:	20060241
FECHA	:	19 de junio de 2012

DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS:

El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas alrededor del mundo. En la actualidad el uso de adobe para las construcciones de viviendas sigue siendo una actividad muy común en las zonas andinas y costa del Perú, primero porque el coste de ellos en comparación con otros materiales de construcción es mucho menor, y segundo porque es una tradición en los habitantes de las zonas altoandinas del País. Adicionalmente hay que mencionar que el adobe tiene muy buenas propiedades térmicas y además es de tipo ecológico. Actualmente la elaboración de adobes sigue siendo manual, lográndose un promedio de 200 adobes por día (con 5 horas efectivas de trabajo), y es en vista de esta baja producción que se desea mejorar la producción del adobe en el Perú.

El objetivo general del proyecto es el diseño, dimensionamiento y selección de una mini planta móvil para fabricar 100 adobes por hora. Las dimensiones del adobe varían entre los 30-40 cm de largo, 15-20 cm de ancho y 12-15 cm de altura (40×20×15).



TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

**DISEÑO DE UNA MINI PLANTA MÓVIL PARA LA FABRICACIÓN
DE 100 ADOBES POR HORA**

INTRODUCCIÓN

1. ESTADO DE LA TECNOLOGÍA
2. DISEÑO
3. PLANOS
4. COSTOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda

Asesor

Dipl. Ing. Benjamín Barriga Gamarra

Asesor

Agradecimiento

A los profesores Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda y Dipl. Ing. Benjamín Barriga Gamarra, quienes han compartido su gran conocimiento y experiencia conmigo durante mis años de formación en la ingeniería mecánica. Han sido una fuente de conocimiento inacabable para mí al igual que para todos sus estudiantes.





A mis padres, mis hermanas y mi esposa Lauriane.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
Aspectos Generales	1
Justificación del diseño	2
Objetivos	3
CAPITULO 1: Estado de la tecnología.....	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 El Adobe	5
1.3 Proceso y ensayos para una buena selección de tierra	6
1.4 Preparación del adobe tradicional.....	6
1.5 Propiedades del adobe.....	7
1.6 Ventajas y desventajas del uso del adobe.....	8
1.7 Estado de la tecnología.....	9
1.7.1 Moldeo por compactación.....	9
1.7.2 Moldeo por extrusión	11
1.8 Máquinas para la fabricación de adobes	11
1.9 Justificación técnico-económica.....	13
CAPITULO 2: Diseño	14
2.1 Comprensión de la solicitud: Lista de Exigencias	14
2.2 Estructura de funciones	16
2.3 Secuencia de Operaciones	16
2.4 Determinación de la estructura de funciones.....	17
2.5 Matriz morfológica.....	17
2.6 Concepto de solución	19
2.7 Ventajas y desventajas de las soluciones preliminares:	20
2.8 Evaluación técnico-económica de las soluciones preliminares	22
2.9 Determinación de la solución óptima.....	24
2.10 Cálculo de la presión de compactación y reducción de volumen....	26
2.11 Determinación del volumen y masa de producción	30
2.12 Tiempos de producción.....	31
2.13 Diseño del sistema oleohidráulico	32
2.13.1 Selección del cilindro de compresión	33
2.13.2 Selección del cilindro de alimentación	35
2.13.3 Selección de la bomba oleohidráulica	37
2.13.4 Velocidades de desplazamiento de los cilindros hidráulicos.....	38
2.13.5 Selección del tanque de aceite	39
2.13.6 Válvulas distribuidoras.....	40
2.13.7 Potencia requerida y selección del motor.....	42
2.13.8 Selección del acoplamiento del motor y la bomba.....	44
2.14 Cálculos estructurales	46

2.14.1 Método de Cross – Fuerzas y momentos en sistemas Hiperestáticos.....	48
2.14.2 Cálculo de esfuerzos	51
2.14.3 Cálculo por rigidez del sistema	59
2.14.4 Verificación del diseño por elementos finitos	64
2.14.5 Unión atornillada de las bridas	66
2.14.6 Cámara de compactación.....	69
2.14.7 Unión atornillada del cilindro de compresión.....	73
2.15 Sistema de suspensión	81
2.15.1 Ejes rectos.....	82
2.15.2 Espinas.....	83
2.15.3 Muelles	83
2.15.4 Masas.....	84
2.15.5 Accesorios	85
CAPITULO 3: Planos	86
3.1 Planos de ensamble	86
3.2 Planos de despiece	87
CAPITULO 4: Costos	88
4.1 Consideraciones generales para la fabricación	88
4.2 Costo de diseño e ingeniería	89
4.3 Costo de componentes y materiales para la fabricación.....	89
4.4 Fabricación y montaje.....	91
4.5 Costo total.....	92
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciudadela de Chan Chan [HISTPER]	5
Figura 2. Prensa mecánica [MADECHINA]	9
Figura 3. Eje excéntrico [MADECHINA]	9
Figura 4. Principio de trabajo de la oleohidráulica [Elaboración propia]	10
Figura 5. Prensa Hidráulica [Elaboración propia]	10
Figura 6. Extrusora de plástico [TEXCIEN]	11
Figura 7. Eco Brava [ECOMAQ]	11
Figura 8. Eco Brava [ECOMAQ] [ANEXO 3]	12
Figura 9. Isoform 300 [ISOFORM]	12
Figura 10. TikaBlocks [TIKABL]	12
Figura 11. Representación de Caja Negra	16
Figura 12. Estructura de funciones	17
Figura 13. Solución 1 - Compactador de adobes con palanca manual	19
Figura 14. Solución 2 - Compactador de adobes tipo prensa Hidráulica	19
Figura 15. Solución 3 - Compactador de adobes tipo prensa mecánica	19
Figura 16. Solución 4 – Extrusión con cilindro hidráulico	20
Figura 17. Diagrama de evaluación	23
Figura 18. Vista a mano alzada de solución preliminar óptima	24
Figura 19. Posición inicial	25
Figura 20. Alimentación de la cámara de compactación	25
Figura 21. Cámara de compactación llena	25
Figura 22. Compresión del adobe con el cilindro hidráulico	25
Figura 23. El adobe adopta sus dimensiones finales	26
Figura 24. Expulsión del adobe y posterior extracción manual	26
Figura 25. Molde para ensayos	27
Figura 26. Preparación de la tierra	27
Figura 27. Alimentación del molde de ensayos	28
Figura 28. Ensayo de compresión	28
Figura 29. Curva de densidad en relación a la presión de compactación	29
Figura 30. Curva de volumen en relación a la presión de compactación	29
Figura 31. Variación volumétrica promedio	30
Figura 32. Circuito Oleohidráulico	32
Figura 33. Selección de cilindro hidráulico de compresión	33
Figura 34. Fuerzas de fricción	35
Figura 35. Selección de cilindro hidráulico de alimentación	36
Figura 36. Selección de bomba de engranajes [Anexo 6]	38
Figura 37. Ciclo de trabajo de la máquina adobera	39
Figura 38. Unidad de presión oleohidráulica estándar [Anexo 7]	40
Figura 39. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual	41
Figura 40. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual	41
Figura 41. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual	41
Figura 42. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]	43

Figura 43. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]	43
Figura 44. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]	44
Figura 45. Tabla de Selección y factores de servicio para acoplamientos	45
Figura 46. Acoplamiento elastomérico LOVEJOY	45
Figura 47. Elementos estructurales para cálculo y selección	46
Figura 48. Modelo esquemático de estructura	47
Figura 49. Momento de Inercia en sección de cámara de compactación CD ...	47
Figura 50. DCL de viga con empotramiento perfecto	49
Figura 51. Resolución de pórtico por Método de Cross	49
Figura 52. Distribución de Fuerzas y Momentos sobre pórtico	50
Figura 53. Sección de eje guía	51
Figura 54. Cargas fluctuantes de fatiga sobre eje Guía	52
Figura 55. Sección de viga superior	54
Figura 56. Cargas fluctuantes de fatiga sobre viga superior	55
Figura 57. Diagramas de carga y propiedades de viga inferior	56
Figura 58. Cargas fluctuantes sobre la viga	58
Figura 59. Cargas fluctuantes	60
Figura 60. Modelo de elástica de una viga	60
Figura 61. Cargas fluctuantes	61
Figura 62. Deflexión en columnas	62
Figura 63. Modelamiento de pórtico	64
Figura 64. Modelamiento de pórtico	64
Figura 65. Modelamiento de pórtico	65
Figura 66. Brida de eje guía	66
Figura 67. Cámara de compresión	69
Figura 68. Fuerzas sobre el cordón de soldadura	69
Figura 69. Ubicación de la placa de compresión	72
Figura 70. Placas de molde de compactación	72
Figura 71. Unión atornillada del cilindro de compresión	73
Figura 72. Unión atornillada y tramos del tornillo	74
Figura 73. Tramos y diámetros para el cálculo de la constante de rigidez de las placas	75
Figura 74. Valores recomendados de asentamiento [PAUL10]	76
Figura 75. Aplicación de fuerzas sobre los pernos	78
Figura 76. Cargas fluctuantes	80
Figura 77. Sistema de suspensión (9)	81
Figura 78. Selección de ejes	82
Figura 79. Ejes rectos de suspensión	82
Figura 80. Selección de espigas	83
Figura 81. Selección de muelles	83
Figura 82. Selección de masas	84
Figura 83. Montaje de ejes sobre los muelles	84
Figura 66. Gato nivelador	85
Figura 85. Tirón de remolque	85
Figura 86. Vista frontal y lateral de la máquina adobera	86

INTRODUCCIÓN

Aspectos Generales

El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y tierra) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones. Actualmente el uso de adobe para las construcciones de viviendas sigue siendo una actividad muy común en las zonas andinas y costa del Perú, ya que su costo en comparación con otros materiales de construcción es mucho menor, y además es una tradición en los habitantes de las zonas alto andinas del País. Adicionalmente hay que mencionar que el adobe tiene muy buenas propiedades térmicas y además es un material ecológico.

En la actualidad, la elaboración de adobes sigue siendo manual en casi todos los poblados, lográndose un promedio de 150 adobes/día con 5 horas efectivas de trabajo, entre dos personas. Adicionalmente hay que mencionar que el trabajo manual, así como las posiciones en las que el trabajador realiza la fabricación de los adobes es muy pesado y repercute en los aspectos fisiológicos del trabajador. En vista de la baja productividad y la deficiente ergonomía, es que se decide diseñar una máquina que logre fabricar como mínimo cien adobes por hora, para reducir el uso de la mano de obra de los operarios brindando una solución que resulte más ergonómica, eficiente y de mejor calidad de la que se tiene actualmente en la producción de adobes.

En el presente trabajo de tesis se desea diseñar una máquina para optimizar el proceso de fabricación de adobes, con la finalidad de reducir la mano de obra y el tiempo de fabricación, obteniendo al final un producto de mejor calidad.

Justificación del diseño

Con el presente proyecto se desea aumentar la cantidad de adobes producidos de manera tradicional y mejorar la calidad de estos, de modo que se reduzca al mínimo el esfuerzo humano en el proceso de fabricación. De esta manera se busca hacer el proceso de fabricación más eficiente y mejorando las propiedades mecánicas.

El adobe se usa para la fabricación de viviendas en la sierra y parte de la costa del territorio nacional. En años anteriores la producción de estos adobes se realizaba de forma manual y para uso personal de los mismos productores. Es decir aquellas personas que desean edificar su vivienda son las mismas que fabrican sus adobes. Sin embargo, desde hace unos años se puede encontrar productores menores que comercializan los adobes que producen a las personas de pueblos aledaños. La cantidad producida hace años atrás era mínima por lo que no se consideraba una actividad comercial. Pero en la actualidad se ha incrementado los productores de adobes por lo que ya se puede considerar como un comercio menor. Además hay que mencionar que el costo de los materiales para fabricar adobes es muy bajo, ya que estos se encuentran en la misma naturaleza, lo cual se considera un punto a favor. Los principales problemas que se presentaban en la producción tradicional de adobes eran la gran demanda de esfuerzo físico para los operarios y el tiempo prolongado de fabricación y de secado de los adobes.

En los últimos años, las necesidades y prioridades de estas personas que producían sus propios adobes han cambiado, de tal modo que estas han venido buscando soluciones para optimizar la producción de adobes en zonas donde sigue siendo difícil y costosa la adquisición de materiales nobles de construcción. Esto genera la posibilidad de crear un negocio con el fin de satisfacer la necesidad de optimizar la producción de adobes.

Objetivos

Tras lo expuesto anteriormente es que se plantean los objetivos para el desarrollo de la presente tesis. El objetivo principal de la tesis es:

- Diseñar una mini planta de fácil transporte, capaz de producir un mínimo de 100 adobes por hora, usando únicamente una mezcla de tierra, paja y agua como materia prima y una fuente de energía adecuada.

Adicionalmente se plantean objetivos específicos que se deberán cumplir a lo largo del desarrollo de la presente tesis, estos son:

- Aplicar los criterios de diseño del "Método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño" según las recomendaciones del VDI 2221.
- Realizar los cálculos necesarios para el diseño de la máquina solicitada.
- Redactar una memoria descriptiva que contenga los pasos seguidos en todo el proceso de diseño.
- Dibujar los planos necesarios para la fabricación de la máquina diseñada.
- Preparar un listado de los materiales y componentes necesarios para la fabricación de la máquina diseñada.
- Elaborar una memoria de especificaciones técnicas para el proceso de montaje de la máquina.
- Realizar una estimación muy próxima al valor real del costo de fabricación de la máquina diseñada.

CAPITULO 1: Estado de la tecnología

1.1 Antecedentes

El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones.

El adobe está presente en la historia de la humanidad desde la construcción de las primeras civilizaciones; con ellos se construyen paredes, muros, viviendas, palacios y hasta ciudadelas enteras, hechas enteramente de adobe o tierra como también se le denomina.

La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación. La más antigua ciudad conocida, Çatalhöyük, en Anatolia, del VII milenio antes de Cristo, tenía las casas construidas con adobes. En el Antiguo Egipto se empleó frecuentemente el adobe, elaborado con limo del Nilo, en la construcción de casas, tumbas (mastabas), fortalezas, e incluso palacios, aunque los egipcios también fueron los primeros en emplear la piedra tallada para erigir templos, pirámides y otras edificaciones monumentales. En Perú existe la ciudadela de Chan Chan, la ciudad de barro más grande de América, perteneciente a la Cultura Chimú, (1200-1480). Chan Chan se ubica en el valle de Moche, frente al mar, a mitad de camino entre el balneario de Huanchaco y la ciudad de Trujillo, capital del departamento de La Libertad en la costa norte del Perú. [ARQUEO]

En la actualidad el uso de adobe para las construcciones de viviendas sigue siendo una actividad muy común en las zonas andinas y costa del Perú, porque el costo de ellos en comparación con otros materiales de construcción denominados 'nobles' es mucho menor, gratuito en algunos casos, y además es una tradición en los habitantes de las zonas andinas del país. Adicionalmente hay que mencionar que el adobe tiene muy buenas propiedades térmicas y además es un material ecológico.

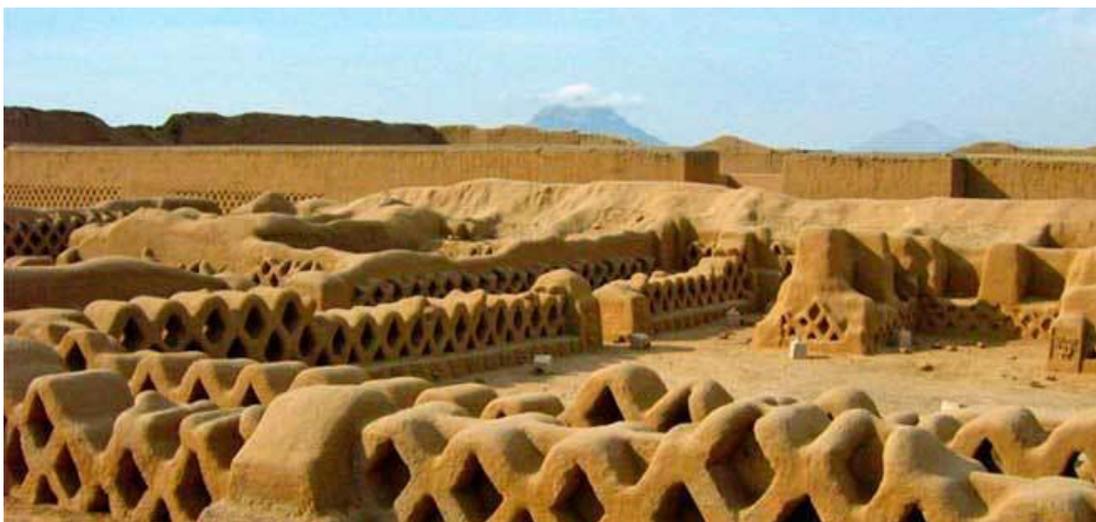


Figura 1. Ciudadela de Chan Chan [HISTPER]

1.2 El Adobe

Un adobe es una masa de barro macizo de forma rectangular mezclado con algún estabilizador que pueda mejorar sus propiedades frente a algún tipo de hostilidad exterior. Generalmente este estabilizador suele ser paja en nuestro país. Este bloque no debe ser cocido sino secado al aire y al sol, ya que de lo contrario este alcanzará el nivel de ladrillo obteniendo mayor duración y superior categoría por mejorar sus propiedades mecánicas ya que tras el proceso de cocción mediante reacciones químicas se obtiene otra estructura molecular.

Los adobes pueden ser cuadrados o rectangulares. Para los rectangulares se suele usar la proporción de largo igual al doble del ancho. Las dimensiones del adobe varían entre los 30-40 cm de largo, 15-20 cm de ancho y 12-15 cm de altura (40×20×15). Tras haber visitado y contactado con los pobladores que suelen fabricar adobes se acordó que la medida adecuada para sus necesidades es de 40cm de largo, 20cm de ancho y 15cm de alto.

Existe también el adobe estabilizado, al cual se le ha agregado un material estabilizador, puede ser cal, asfalto, cemento o cualquier otro que mejore sus propiedades como resistencia a la humedad y a la compresión entre otros.

Otra variedad es el adobe de “alta tecnología”. Este adobe es la combinación correcta de barro y arcilla, que permanece inalterada, al cual se le agrega un nuevo componente que es el asfalto emulsionado. Esta emulsión es un subproducto del petróleo que es comúnmente usado en la construcción de caminos. Cuando se mezcla con agua, barro y arcilla, dependiendo de la proporción, se obtiene un adobe

resistente al agua o totalmente impermeabilizado. Sin embargo, la posible liberación de gases hace que se considere nocivo. Es importante resaltar que el presente tema de tesis se enfocará en la elaboración del adobe tradicional.

Tiene como principales beneficios el gran ahorro de energía que este tipo de construcciones implican y sus características como aislante térmico. Sin embargo es un material que no cuenta con buenas propiedades sísmicas, por lo cual se ha venido realizando numerosos estudios para mejorar las características antisísmicas de las construcciones de adobe.

En el Perú existe una norma, que rige la construcción de edificaciones con adobe. Esta norma es la NORMA E.080, regida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

1.3 Proceso y ensayos para una buena selección de tierra

La unidad o bloque de adobe para nuestro caso específico, estará conformado por tierra arcillosa, paja de ichu y agua. Existen muchas formas empíricas de determinar la cantidad de agua apropiada para lograr una mezcla homogénea del adobe. Así también podemos identificar diferentes calidades de tierra para fabricar un adobe, cada una de ellas con diferente composición de arcilla, limo y arena. En el Anexo 1 se mostrará una recopilación de las maneras tradicionales de selección de tierras a lo largo de nuestro territorio nacional, así como también la forma correcta de humedecer la tierra logrando una plasticidad adecuada y evitar posteriores resquebrajamientos.

1.4 Preparación del adobe tradicional

Los adobes pueden ser cuadrados o rectangulares. Para los rectangulares se suele usar la proporción de largo igual al doble del ancho, lo cual permitiría un traslape horizontal en proporción 2 a 1, brindando mejores propiedades constructivas. Las dimensiones del adobe varían entre los 30-40 cm de largo, 15-20 cm de ancho y 12-15 cm de altura (40×20×15). Tras haber visitado y contactado con los pobladores que suelen fabricar adobes se acordó que la medida adecuada para sus necesidades es de 40cm de largo, 20cm de ancho y 15cm de alto. En el Anexo 2 se describe la forma tradicional de preparación de adobes.

1.5 Propiedades del adobe

Las propiedades mecánicas del adobe tradicional según ensayos realizados por diferentes autores e investigadores del tema.

Tabla 1. Propiedades del adobe [MAPF07]

Densidad	1200-1700 Kg/m ³
Resistencia a la compresión a los 28 días	0.5 – 2 MN/m ² (5 – 20) Kg/cm ²
Absorción de agua	0-5%
Resistencia a la humedad	baja
Exposición a la intemperie	reducida
Coefficiente de conductividad	0.46-0.81 w/m.K
Retracción del secado	0.2 – 1 mm/m
Resistencia al fuego	buena

Tabla 2. Conductividades Térmicas [MAPF07]

MATERIAL	Conductividad térmica
Adobe (densidad: 750 Kg./m ³)	0.25 W/m°C
Bloque de tierra compactada típico	0.34 W/m°C
Ladrillo	0.85 W/m°C
Hormigón en masa	1,50 W/m°C

Tabla 3. Resistencia a la compresión [MAPF07]

Materiales	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
Suelo-paja (adobe-tradic.)	7.25
Suelo-cal (4% cámara húmeda)	9.85
Suelo-cal (4% expuesto al sol)	2.9
Suelo-asfalto	14.92
Suelo-cemento	74.0

1.6 Ventajas y desventajas del uso del adobe

- En el aspecto económico, fabricar una casa de adobe representa una pequeña fracción en comparación a la fabricación de una construcción de material noble. Esto debido a que la adquisición de la tierra puede llegar a ser gratuita y si tiene que comprarse representa un bajo costo de adquisición
- La cantidad de energía y polución asociada con el proceso de manufactura del adobe dependen del tipo de material. Si se compara lo que se necesita para fabricar un ladrillo horneado, los valores son mucho menores.
- Debido a las propiedades térmicas del adobe, es que se usa mucho en la sierra peruana donde predomina el clima frío. El adobe es el material de construcción más térmico, comparado con los ladrillos cocidos de arcilla, y construcciones modernas con nuevos materiales. Estas propiedades térmicas del adobe, dificultan el intercambio energético entre el interior y exterior de la vivienda, logrando crear un clima más uniforme.
- La producción de bloques de adobe suelen hacerse con la tierra de donde se pretende construir; por lo cual los adobes se construyen en el mismo lugar y por consecuencia no se necesitan transportarlos, lo cual representa un gran ahorro energético que se ve reflejado en el impacto ambiental.
- No presenta un efecto negativo hacia el ambiente. Gracias a que está hecho de barro, no presenta un proceso de transformación irreversible, que afecte a la tierra. Es decir, el adobe vuelve a ser tierra y regresa a su estado natural una vez cumplido su ciclo de uso. A diferencia de los ladrillos cocidos y el cemento, ya que estos no se pueden reutilizar y generan un gran impacto sobre el ambiente.
- Proceso de fabricación limpio. No genera, ni utiliza ningún elemento nocivo durante su fabricación, lo cual no genera un impacto ambiental negativo.
- Una desventaja del adobe es su baja resistencia a la humedad, lo cual si no se trata adecuadamente y no se da un buen mantenimiento puede traer serias consecuencias, como la precipitación de la construcción. Afortunadamente esta desventaja se puede resolver ya que se puede usar recubrimientos e impermeabilizantes capaces de contrarrestar este efecto.

1.7 Estado de la tecnología

Actualmente podemos encontrar, diferentes variantes para la producción de adobe y que disminuyen al mínimo la intervención de energía humana para su ciclo de trabajo. Desde formas, dimensiones, métodos de fabricación; lo que nos permite analizar una amplia gama de métodos, técnicas y precios para la fabricación de adobes. A continuación se muestran algunas alternativas.

1.7.1 Moldeo por compactación

Consiste básicamente en la alimentación de un molde con la mezcla necesaria para la fabricación del adobe, para posteriormente ser comprimida con una determinada presión necesaria para dar las dimensiones finales al bloque conformado.

La compresión puede ser por medio de una prensa mecánica con una volante excéntrica o con una prensa hidráulica.

1.7.1.1 Compactación con prensa mecánica

La prensa mecánica básicamente acumula energía mediante una volante de inercia para posteriormente transmitir esta energía. La fuerza aplicada a lo largo del recorrido de la prensa varía de acuerdo al ángulo de aplicación de la fuerza y su posición de acuerdo al 'Punto muerto superior' y el 'Punto muerto inferior' de su eje excéntrico.



Figura 2. Prensa mecánica
[MADECHINA]



Figura 3. Eje excéntrico
[MADECHINA]

1.7.1.2 Compactación con prensa hidráulica

La prensa hidráulica trabaja en base a las leyes de la hidrostática, la cual se rige según el principio de la ley de Pascal. Esta ley establece que la fuerza sobre un fluido en reposo se propaga a través de todo el fluido, relacionando así área, fuerza y presión. Este tipo de prensa usa vasos comunicantes para transportar fluido hacia los motores rotativos o lineales con la finalidad de generar altos torques y fuerzas para su aplicación.

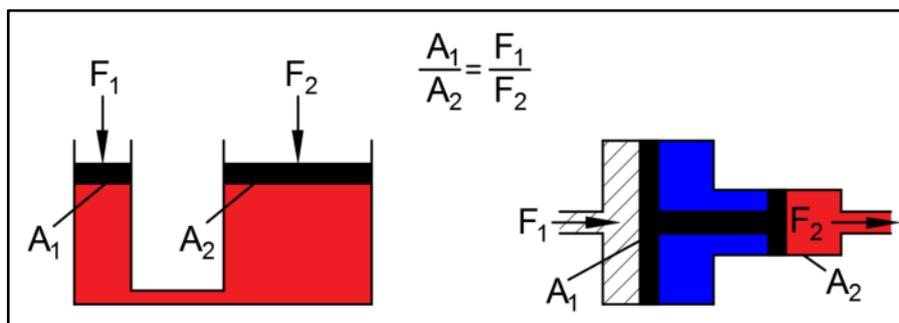


Figura 4. Principio de trabajo de la oleohidráulica [Elaboración propia]



Figura 5. Prensa Hidráulica [Elaboración propia]

1.7.2 Moldeo por extrusión

Este proceso de fabricación se utiliza para obtener objetos con una sección transversal constante. Por medio de un tornillo sin fin denominado gusano o un émbolo en el caso de una máquina de desplazamiento positivo se empuja el material por un molde o troquel para obtener una forma determinada final.

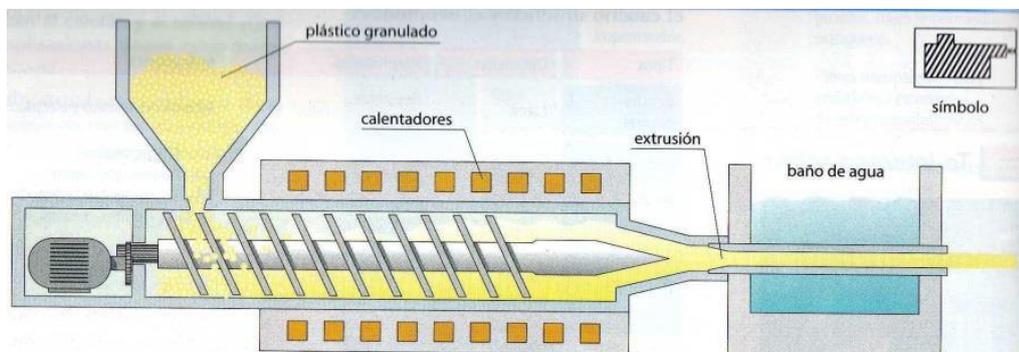


Figura 6. Extrusora de plástico [TEXCIEN]

1.8 Máquinas para la fabricación de adobes

A continuación se presentan algunas de las máquinas modernas que se usan para la fabricación de adobes.

1.8.1 Eco Brava – Ecomáquinas, Brasil

- Producción: 120 unidades por hora
- Formato máximo: 25 x 12.5 x 7.5 cm
- Potencia: 3 CV
- Peso: 350 kg
- Dimensiones: 1.5m de alto x1.0m de largo
- Costo: US\$ 6300.00 [FUENTE]
- Prensado hidráulico de hasta 6 toneladas por operación. Expulsión hidráulica.
- Posee un cuadro de accionamiento y comando eléctrico manual.



Figura 7. Eco Brava [ECOMAQ]

1.8.2 Eco Master – Ecomáquinas, Brasil

- Producción: 200 unidades por hora
- Formato máximo: 30 x 12.5 x 7.5 cm
- Potencia: 10 CV
- Peso: 1750 kg
- Material: Principalmente acero.
- Costo: US\$ 40 000.00 [Anexo 3]
- Prensado hidráulico de hasta 36 toneladas por operación.
- Posee un cuadro de accionamiento y comando eléctrico manual.



Figura 8. Eco Brava [ECOMAQ] [ANEXO 3]

1.8.1 Isoform 300 – EEUU

- Producción: Hasta 300 adobes por hora (2 bloques por operación)
- Medidas: 30x15x10 cm.
- Motor a gasolina Kohler de 15 H.P.
- Consumo: 1 Gal./hr, enfriado con aceite
- Capacidad tanque gasolina: 5 galones
- Presión hidráulica: Marca Rexroth, capaz de producir hasta 800,000 lbs./ pie².
- Tanque de aceite hidráulico: 45.3 LTS.
- Peso de la maquina: 1800 lb. (818 Kg)
- Costo: US\$ 19 950.00 más gastos de importación



Figura 9. Isoform 300 [ISOFORM]

1.8.4 TikaBlocks Eco-Construcción, Perú

- Producción: 200 unidades por hora
- Formato máximo: 30 x 12 x 10 cm
- Motor KohlerCommand Pro 25HP - 2 cilindros enfriados por aire, ¾ galón de gasolina de 90 octanos por hora
- Sistema Hidráulico: Presión de trabajo hasta de 3000 PSI
- Sistema eléctrico Batería de 12V DC
- Costo: No especificado



Figura 10. TikaBlocks [TIKABL]

1.9 Justificación técnico-económica

Según el "Manual para la construcción de Viviendas de adobe" [MORA93], se estima que una vivienda de adobe estándar a dos aguas de un nivel requiere 5000 a 6500 adobes. Para viviendas de dos plantas y multifamiliares de mayores dimensiones se puede llegar a necesitar cerca de 10000 adobes.

En el Anexo 2 se puede ver los pasos que se deben seguir para la fabricación tradicional de adobes, la cual consiste básicamente en una producción manual con ayuda de 1 o 2 operarios. Con el proceso de fabricación tradicional se puede producir adobes con una velocidad promedio de 1 adobe por cada 48 segundos con un solo operario como se hace regularmente. Adicionalmente hay tener en consideración que previamente se debe preparar la mezcla con abundante agua y con un par de horas de anterioridad. Es importante también mencionar que la mezcla no se puede preparar en grandes proporciones ya que si no se logra usar toda la mezcla, esta mezcla se endurecería y se vuelve inservible.

En promedio un operario bajo estas condiciones de trabajo, puede trabajar un máximo de 5 horas al día, de las cuales 1 hora es requerida para la preparación y asentamiento de la mezcla. En las 4 horas restantes y considerando una eficiencia del operario de 80%, se pueden producir 256 adobes. Es decir que con la forma tradicional se puede fabricar 256 adobes diarios en promedio.

Como se podrá ver más adelante en la sección 2.9.4, se puede observar que el proceso completo de producción con la máquina adobera tiene una velocidad de 15 segundos para todo 1 ciclo de fabricación. Esto representa menos de la tercera parte del tiempo requerido con la fabricación tradicional.

También es importante mencionar que la mezcla utilizada para la máquina no requiere abundante agua, y puede ser preparada en el instante, lo cual facilita la producción, reduce recursos y mejora el aprovechamiento del tiempo. Entonces podemos decir que en una jornada completa de 8 horas, con la máquina adobera, se puede fabricar 1920 adobes diarios. Esto significa un incremento del 700% en la producción de adobes. Además se debe mencionar que los adobes fabricados con la máquina no requieren dos días de secado como los tradicionales, y se pueden usar para la construcción de manera inmediata.

CAPITULO 2: Diseño

“El diseño ha sido una tarea que se ha venido desarrollando en base a la propia experiencia del diseñador. La necesidad de desarrollar rápidamente nuevos productos ha hecho que se estudie e investigue esta actividad dando como resultado diversas metodologías. Hoy en día el diseño es una técnica que se puede enseñar y aprender.” [BENJ85]

Este capítulo está dedicado propiamente al diseño del requerimiento siguiendo los pasos del “Método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño”. Después de detallar el problema a través de un proceso de abstracción, y lograr comprender cuál es el objetivo último del proyecto, se puede elaborar el concepto de la solución. Se tiene que buscar el mayor número de soluciones posibles, soluciones que sean viables desde todo punto de vista, tanto económico, técnico, constructivo y otros, a fin de poder encontrar dentro de todas ellas la solución óptima. Para esto se debe elaborar una estructura de funciones y posteriormente el concepto de la solución.

2.1 Comprensión de la solicitud: Lista de Exigencias

Tenemos que identificar cuáles son las funciones específicas que debe cumplir la máquina. Estas condiciones son impuestas por la parte contratante, pero además se debe investigar, experimentar, idealizar y asumir muchas condiciones de trabajo a fin de elaborar una lista de exigencias.

Principalmente hay que formular estas exigencias y deseos, haciéndonos las siguientes preguntas: ¿Qué finalidad tiene que satisfacer la solución?, ¿Qué propiedades debe tener esta solución?, y ¿Qué propiedades no debe tener esta solución? Para esto es válido describir:

Exigencia (E): Son los parámetros que se deben cumplir bajo cualquier circunstancia, de lo contrario, el producto diseñado es inaceptable.

Deseo (D): Cuando se trata solo de aspiraciones sin consecuencias contradictorias con el objetivo del diseño.

LISTA DE EXIGENCIAS		
Proyecto:	DISEÑO DE UNA MINI PLANTA MÓVIL PARA LA FABRICACIÓN DE CIEN ADOBES POR HORA	Fecha: 15-08-2013
		Revisado: B. Barriga
Cliente:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Elaborado: Julio Javier
Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
E	Función Principal Producir 100 adobes/hora con dimensiones variables.	Julio Javier
E	Materia Prima: Mezcla de tierra arcillosa, paja y agua.	Julio Javier
E	Fuerza: La fuerza debe ser necesaria de modo que la máquina debe trabajar óptimamente sin pérdida de potencia.	Julio Javier
E	Energía: Se evaluará cuáles son las fuentes de energía accesibles en los poblados andinos, con la finalidad de identificar cuál de ellas es la más conveniente para el trabajo de la máquina.	Julio Javier
E	Seguridad: La máquina debe asegurar la integridad física del operario en todo momento. Esta contará con guardas y señales apropiadas para evitar accidentes.	Julio Javier
D	Dimensiones y transporte: De fácil transporte, ligero y dimensiones reducidas para poder trasladar en carreta o remolque.	Julio Javier
E	Mantenimiento: Debe requerir mínimo mantenimiento, asegurando la continuidad del trabajo. Debe contar repuestos accesibles en el mercado y económicos.	Julio Javier
E	Fabricación: Las piezas deben ser sencillas y de fácil fabricación en algún taller metalmecánico del medio. Los materiales deben ser adquiridos en el mercado local y ser económicos. Estos deben poder ser sometidos a los procesos de manufactura tradicionales y más empleados en nuestro medio.	Julio Javier
E	Ergonomía: Las dimensiones de la máquina serán orientadas en poder brindar comodidad y facilidad de uso al operario quien no debe esforzarse en ningún momento de la operación.	Julio Javier
E	Marco Legal: Los adobes producidos deben cumplir con los parámetros establecidos por la Norma E.080 Adobe.	Julio Javier

2.2 Estructura de funciones

Esta metodología de evaluación busca todas las opciones posibles para realizar una tarea específica la cual debe ser realizada por la máquina en diseño. Luego, estas soluciones se agrupan para lograr el funcionamiento óptimo.

Primero, representaremos nuestra máquina como una caja negra, donde podremos identificar los componentes de entrada y salida, para nuestro sistema. A partir de esta representación podremos elaborar nuestra estructura de funciones. Dentro de nuestra caja negra, se supone que se dará una sucesión de procesos que transformarán nuestras tres magnitudes básicas en nuestros productos o salidas.

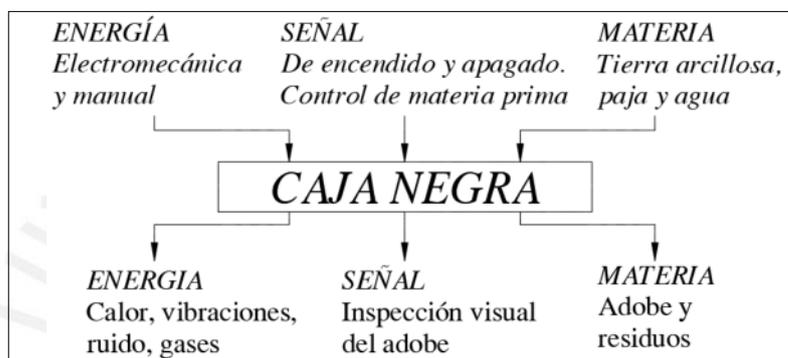


Figura 11. Representación de Caja Negra

2.3 Secuencia de Operaciones

Ahora toca describir los pasos que debe desarrollar nuestra máquina para poder lograr su tarea principal, la cual es, fabricar adobes.

- Alimentación del depósito de la máquina con la mezcla.
- Alimentación de la cámara de compactación/extrusión/moldeo, cual sea el tipo de trabajo que se realizará.
- Verificar que la cantidad de material sea la adecuada. (Inspección Visual)
- Conformado del adobe, mediante prensado, extrusión o algún otro tipo de proceso de manufactura.
- Verificar que la presión de compactación sea la adecuada.(Inspección visual en el manómetro)
- Extracción del adobe, para lo cual se puede considerar que sea expulsado mecánicamente o extraído manualmente
- Verificar el buen estado de los adobes.

2.4 Determinación de la estructura de funciones

En esta estructura de funciones podemos identificar cual es la secuencia de los procesos de transformación de energía. Así como también cual es la ruta de procesos por los que pasa nuestra materia prima para poder transformarse en producto final.

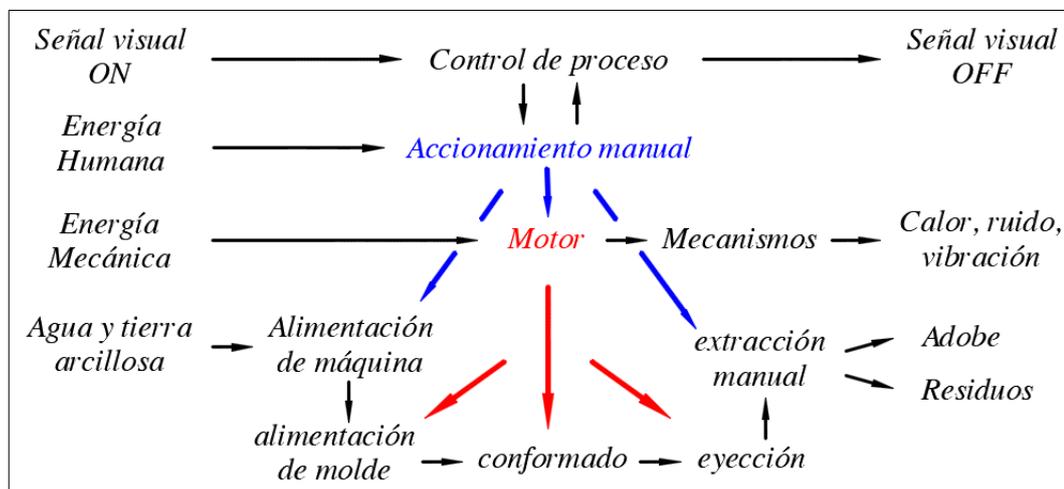


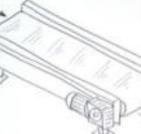
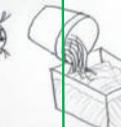
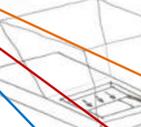
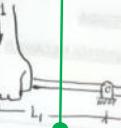
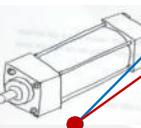
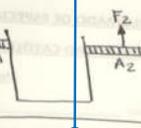
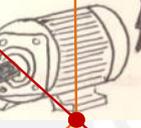
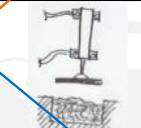
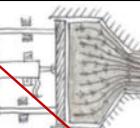
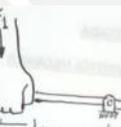
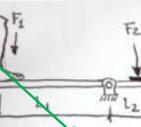
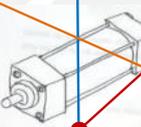
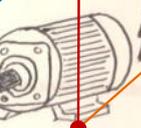
Figura 12. Estructura de funciones

2.5 Matriz morfológica

Al subdividir la función principal en funciones parciales, se podrá identificar de mejor manera los portadores de funciones. Las funciones parciales son:

- Alimentación de la tolva de la máquina con la mezcla.
- Alimentación desde la tolva de almacenamiento hacia la cámara de conformado.
- Conformado de adobes.
- Expulsión del adobe.
- Extracción manual del adobe.

Tabla. 4 Matriz Morfológica

FUNCIONES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA	 MANUAL / RECIPIENTES	 MANUAL / LAMPAR Y BUGUI	 BANDA TRANSPORTADORA	 TRANSPORTADOR CANGILONES
DOSIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA HACIA CAMARA DE CONFORMADO	 VISUAL / MANUAL POR LOTES	 VALVULA TIPO MARIPOSA	 TOLVA Y CUCHILLA	 TOLVA CON CHUTE
ACCIONAMIENTO DE LA DOSIFICACIÓN	 PALANCA MANUAL	 CILINDRO HIDRAULICO	 PIÑON / CREMALLERA	
ENERGIA DE LA DOSIFICACIÓN	 MUSCULAR / MANUAL	 PRESIÓN HIDRAULICA	 MOTOR ELECTRICO	 MOTOR COMBUSTIÓN
CONFORMADO DE ADOBE / TIPO DE ACCIONAMIENTO	 PRESIÓN MECÁNICA / PALANCA MANUAL	 GOLPE MECÁNICO / VOLANTE EXCENTRICA	 PRESIÓN HIDRAULICA / CILINDRO HIDRAULICO	 EXTRUSIÓN POR PULSOS / CILINDRO HIDRAULICO
EXPULSIÓN DEL ADOBE TERMINADO	 FUERZA POR PALANCA MANUAL	 FUERZA POR PALANCA Y PEDAL	 APLICACIÓN DE FUERZA HIDRAULICA LINEAL	 FUERZA LINEAL POR GOLPE MECÁNICO
FUENTE DE ENERGÍA	 MUSCULAR / ORGÁNICO	 MOTOR DE COMBUSTIÓN / COMBUSTIBLE	 MOTOR ELÉCTRICO / ELECTRICIDAD	
	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	SOLUCIÓN 4

2.6 Concepto de solución

De las soluciones posibles, se presentan los conceptos de solución obtenidos.

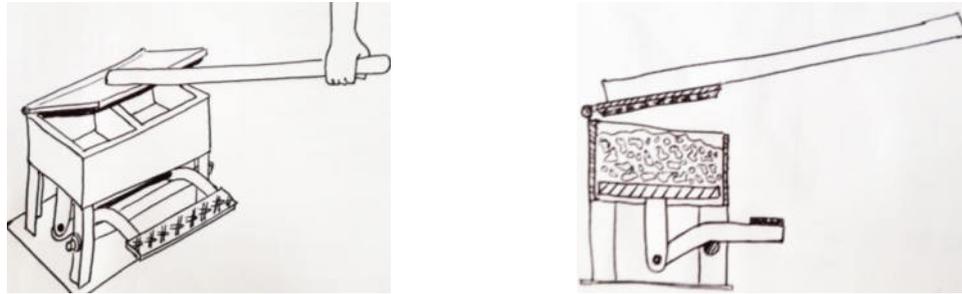


Figura 13. Solución 1 - Compactador de adobes con palanca manual

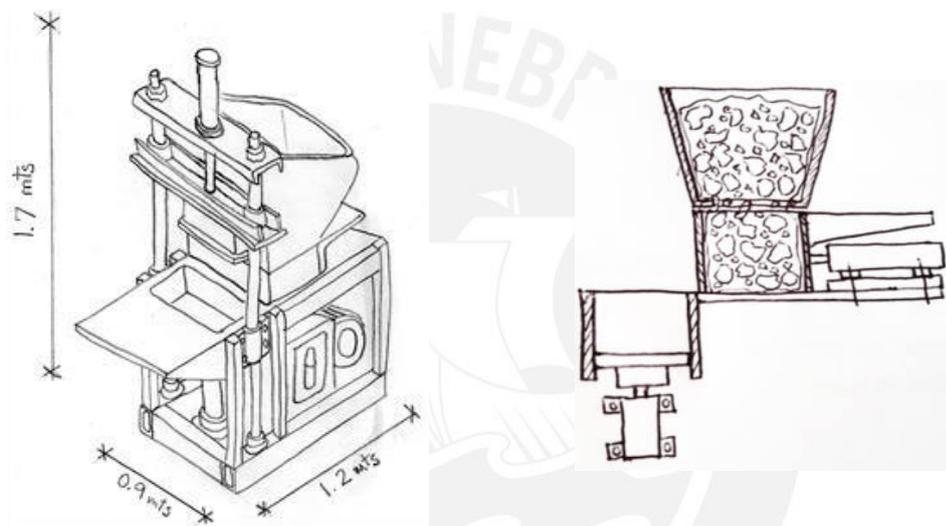


Figura 14. Solución 2 - Compactador de adobes tipo prensa Hidráulica

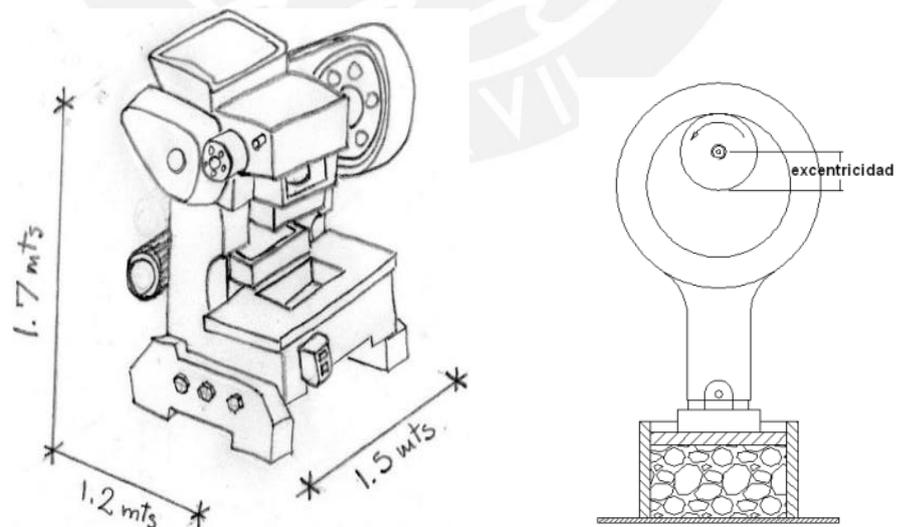


Figura 15. Solución 3 - Compactador de adobes tipo prensa mecánica

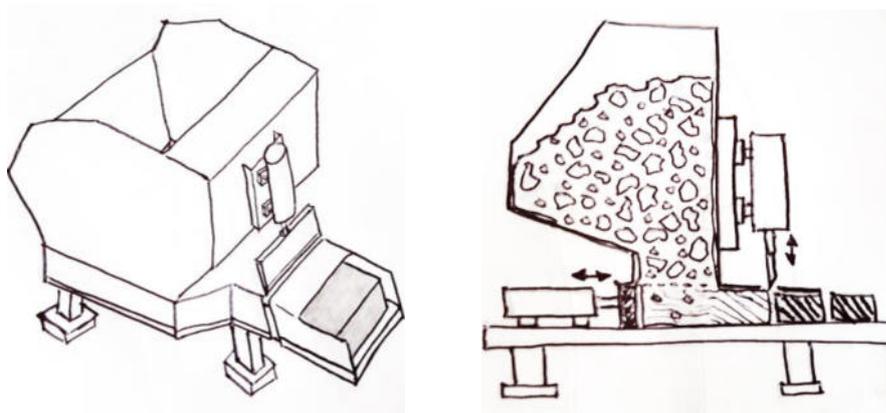


Figura 16. Solución 4 – Extrusión con cilindro hidráulico

2.7 Ventajas y desventajas de las soluciones preliminares:

Concepto de Solución 1 – Compactador de adobes con palanca manual

- Es un equipo de reducido volumen y poco peso, fácil de transportar.
- No requiere fuente de energía eléctrica o combustible, pero demanda una gran cantidad de esfuerzo humano.
- Se requiere realizar un esfuerzo humano significativo para poder alcanzar la calidad de adobe de obtenido con las otras soluciones.
- La presión ejercida es limitada y difícil de controlar si desea ejercer una presión uniforme a todos los adobes producidos.
- El costo de operación y mantenimiento es mínimo.
- La capacidad de producción es muy limitada, ya que al ser una operación netamente manual, requiere de esfuerzo humano de los operarios, esto genera mucha fatiga, y puede generar dolencias ocupacionales futuras.
- La producción unitaria de adobes demanda más tiempo comparada con las otras soluciones, y demanda muchas horas-hombre de operación.

Concepto de Solución 2 - Compactador de adobes tipo prensa Hidráulica

- Las prensas hidráulicas son compactas, de poco volumen y peso, pero transmiten grandes fuerzas.
- Su reducido volumen y peso, las hace más fáciles de transportar, demandando menor energía.
- El desplazamiento de un cilindro hidráulico es relativamente lento, pero controlable en presión y en velocidad.
- La presión ejercida por un cilindro hidráulico se puede regular, y además se puede controlar la velocidad con que se llega a esta presión.
- Posee altos costos de repuestos, pero con un buen control preventivo, se puede evitar estos altos costos.

- El costo y tiempo de adquisición de un repuesto, es moderado-elevado.
- El ensamblaje demanda buenas herramientas y calibración. Cargas pequeñas.
- Los sistemas hidráulicos tienen una buena eficiencia energética de funcionamiento, de modo que se aprovecha adecuadamente la energía.

Concepto de Solución 3 - Compactador de adobes tipo prensa mecánica

- Las prensas mecánicas son voluminosas y pesadas, pues admiten mínimas deformaciones, por lo que demanda mayor costo de transporte.
- El desplazamiento del martillo de una prensa es de elevada velocidad, lo cual puede aumentar la capacidad de producción; sin embargo es muy difícil de controlar o modificar la velocidad y desplazamiento para diferentes formatos de producción.
- La presión ejercida por una prensa mecánica es asumida como un impacto debido a su elevada velocidad de desplazamiento.
- Requieren un mínimo mantenimiento con respecto a una prensa hidráulica.
- El costo de fabricación, costo de material y tiempo de fabricación de repuestos para una prensa mecánica es moderado.
- El ensamblaje demanda mayor energía, utillaje y herramientas para una buena manipulación de cargas altas.
- Las pérdidas energéticas en una prensa mecánica se deben generalmente a pérdidas mecánicas en las transmisiones (engranajes, fajas, cadenas, etc), pero son menores que en una prensa hidráulica.

Concepto de Solución 4 - Extrusión con cilindro hidráulico

- Un extrusor hidráulico es compacto en volumen y peso, y se puede transportar fácilmente; sin embargo producen grandes fuerzas.
- El desplazamiento y fuerza de los cilindros hidráulicos se pueden controlar fácilmente.
- La presión ejercida por un cilindro hidráulico se puede regular, y además se puede controlar la velocidad con que se llega a esta presión.
- Posee altos costos de repuestos, pero con un buen control preventivo y cambio de filtros, se puede evitar estos altos costos.
- El costo y tiempo de adquisición de un repuesto, es moderado.
- Es de fácil ensamblaje por ser cargas pequeñas y de montaje modular.
- Los sistemas hidráulicos tienen una buena eficiencia energética de funcionamiento.

2.8 Evaluación técnico-económica de las soluciones preliminares

Elaborar un concepto de solución, requiere una evaluación técnica. Hay que encontrar los puntos débiles, y las fortalezas de un concepto de solución. Tras evaluar las ventajas y desventajas de nuestros conceptos de solución, podemos proceder a hacer una evaluación técnico económico de estos. Para esta evaluación un valor de peso ponderado “g”, y una escala de puntaje del 1 al 4 según recomendación del VDI 2225, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Puntaje	Criterio
0	No satisface
1	Aceptable
2	Suficiente
3	Bien
4	Muy bien

Tabla. 5. Evaluación Económica

Evaluación Técnica												
Variantes / Soluciones		S1		S2		S3		S4		Sol. Ideal		
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Seguridad	1	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4
2	Eficiencia energética	2	1	2	2	4	2	4	3	6	4	8
3	Control de desplazamiento	2	1	2	3	6	1	2	3	6	4	8
4	Control de fuerza	2	1	2	3	6	1	2	2	4	4	8
5	Rapidez	2	1	2	2	4	3	6	2	4	4	8
6	Rigidez	1	1	1	3	3	3	3	2	2	4	4
7	Estabilidad	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4
8	Posibilidad de Automatización	2	1	2	3	6	2	4	3	6	4	8
9	Peso de la máquina	1.5	3	4.5	2	3	1	1.5	2	3	4	6
10	Volumen de la máquina	1.5	3	4.5	2	3	1	1.5	2	3	4	6
11	Facilidad de manipulación	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
12	Productividad	2	1	2	3	6	2	4	2	4	4	8
13	Facilidad de montaje	1	3	3	2	2	1	1	2	2	4	4
14	Calidad del producto	2	1	2	3	6	3	6	2	4	4	8
15	Mantenimiento	1.5	3	4.5	2	3	2	3	2	3	4	6
Puntaje máximo			25	37	38	60	29	45	35	55	60	94
Valor económico Xi			0.4		0.6		0.5		0.6		1	

Tabla.6. Evaluación Técnico

Evaluación Económica												
Variantes / Soluciones		S1			S2		S3		S4		Sol. Ideal	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Costo de transporte	1	3	3	2	2	1	1	2	2	4	4
2	Costo de materiales	1	3	3	2	2	1	1	2	2	4	4
3	Costo de fabricación	2	3	6	2	4	1	2	1	2	4	8
4	Costo de componentes	2	3	6	1	2	1	2	1	2	4	8
5	Costo de la tecnología	1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4
6	Costo de mantenimiento	1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4
7	Consumo energético	1	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4
8	Costo de mano de obra	2	1	2	3	6	2	4	3	6	4	8
8	Costo / Producción	2	1	2	3	6	2	4	2	4	4	8
Puntaje máximo			22	30	17	26	11	17	15	22	36	52
Valor económico Xi			0.6		0.5		0.3		0.4		1	

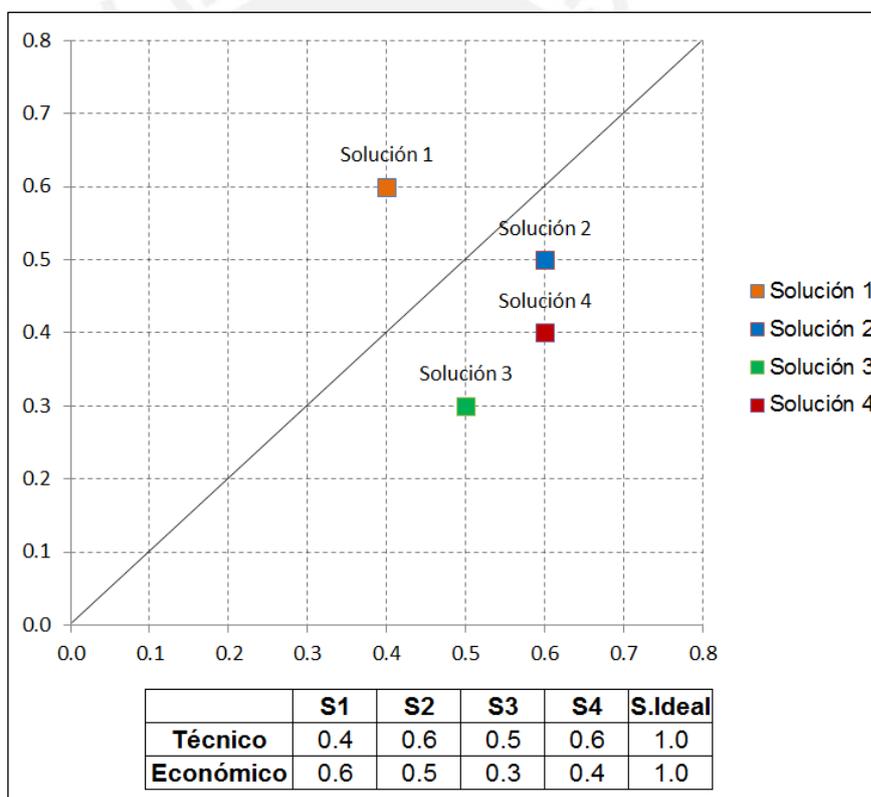


Figura 17. Diagrama de evaluación

2.9 Determinación de la solución óptima

De la evaluación técnico-económica, se obtiene la solución 2 es la óptima ya que cumple más satisfactoriamente todas la exigencias.

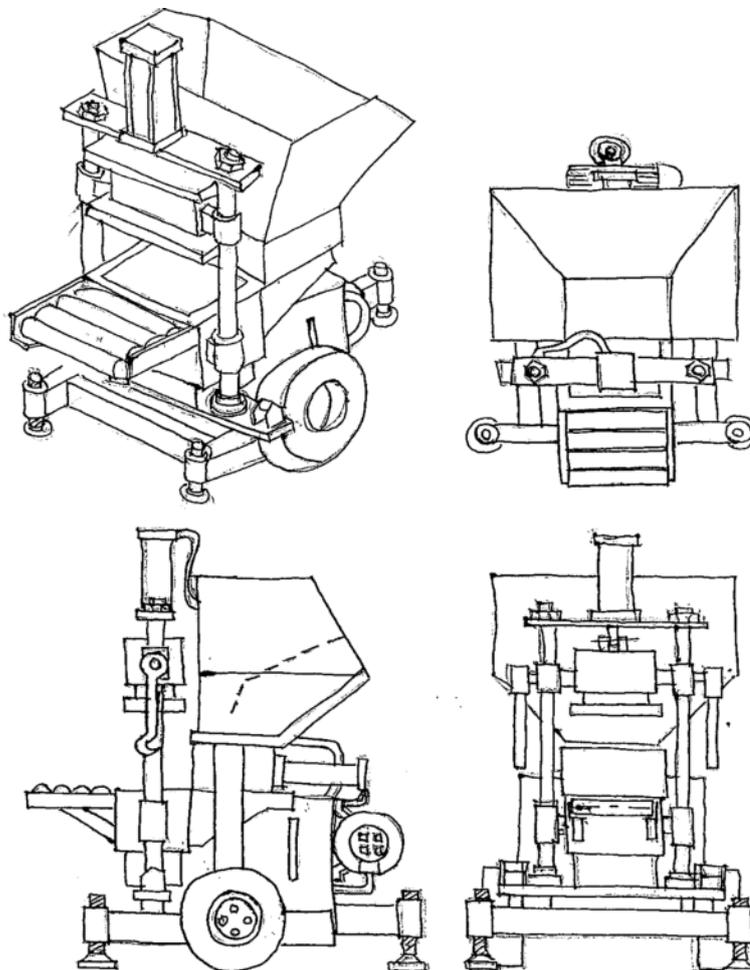


Figura 18. Vista a mano alzada de solución preliminar óptima

Algunas de las principales ventajas de la energía hidráulica son:

- Se desarrolla grandes fuerzas y torques, en espacios reducidos de montaje.
- Las fuerzas (Presión) se gradúan según la necesidad.
- Se puede mover masas de gran inercia desde el arranque.
- Se puede regular velocidad, troque, presión de trabajo.
- En caso de sobrecargas no hay riesgo de daños, ya que el sistema se encuentra limitado a una presión máxima de seguridad.

2.9.1 Descripción del proceso de trabajo

El funcionamiento de la máquina consiste en la fabricación de adobes por medio de la aplicación de una fuerza para comprimir el material, forzándolo a tomar determinadas dimensiones y además fomentando la unión de sus partículas de arcilla gracias a la presión ejercida.

El primer paso para el proceso de fabricación será el de alimentar la cámara de compactación con la materia prima. Para esto, un dosificador móvil extrae un determinado volumen de material desde la tolva, para transportarlo hasta la cámara de compactación. El transporte de este material se logra gracias al accionamiento de un cilindro hidráulico que desplaza el recipiente móvil.

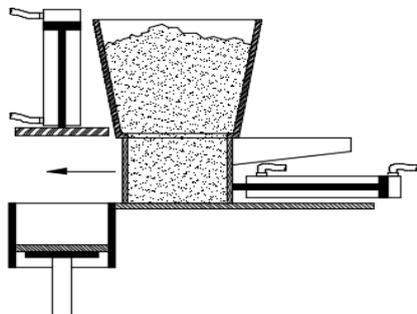


Figura 19. Posición inicial

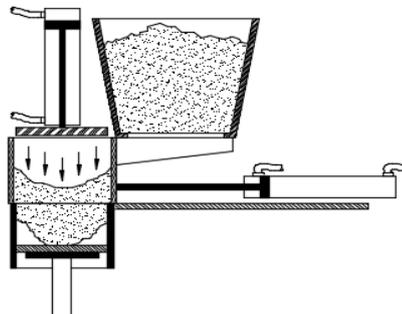


Figura 20. Alimentación de la cámara de compactación

Una vez que la cámara de compactación se ha llenado con la cantidad necesaria de material para fabricar el adobe, se retira el recipiente. Posteriormente por medio del accionamiento de otro cilindro hidráulico ubicado exactamente encima de la cámara de compactación y en posición vertical, aplicará la presión que sea necesaria sobre el material hasta darle las dimensiones finales y así obtener el producto terminado.

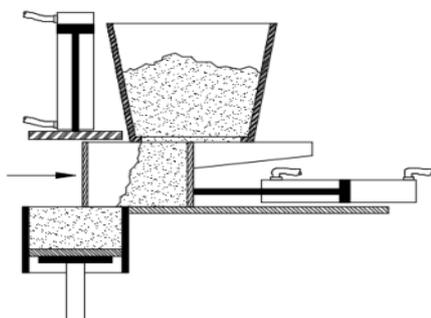


Figura 21. Cámara de compactación llena

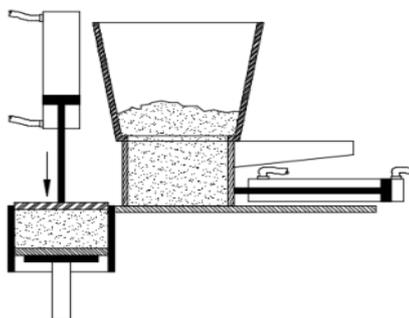


Figura 22. Compresión del adobe con el cilindro hidráulico

Posteriormente el cilindro hidráulico compresor se retira, liberando el adobe, para que este sea levantado y expulsado. Luego un operario retirará de forma manual el bloque de adobe y volverá a accionar la válvula para repetir el proceso de conformación del adobe.

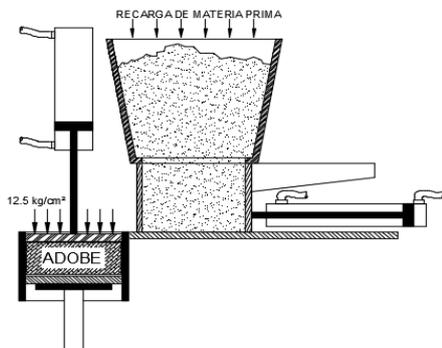


Figura 23. El adobe adopta sus dimensiones finales

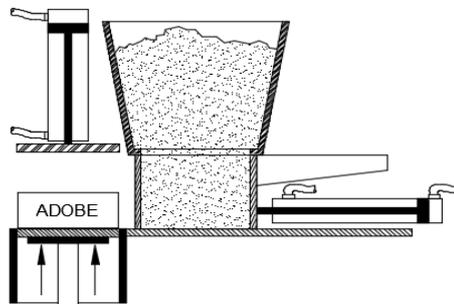


Figura 24. Expulsión del adobe y posterior extracción manual

2.10 Cálculo de la presión de compactación y reducción de volumen

Hay diferentes referencias sobre la presión adecuada para la fabricación de adobes por compactación. Estas van desde 1kg/cm^2 hasta los 50kg/cm^2 . Por otro lado los fabricantes de máquinas adoberas trabajan con distintas presiones de compactación, así por ejemplo tenemos:

- Isoform 300: 15kg/cm^2
- Eco Brava: 50kg/cm^2 (30 toneladas)
- Tika Blocks: 10kg/cm^2

Es necesario determinar la reducción volumétrica con la compresión, pues este dato no se conoce con exactitud. Por estos motivos es que se decide realizar una serie de ensayos para determinar la presión adecuada y la reducción real del volumen.

2.10.1 Ensayos de compresión para la fabricación de adobes

La realización de los ensayos de compresión y variación volumétrica, se realizan en base a la investigación, "Bloques de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento" [MAPF07] donde se realizan ensayos a bloques de tierra comprimida con la finalidad de determinar las condiciones adecuadas para la fabricación de adobes. El registro fotográfico de los ensayos se pueden ver en el Anexo 4.

2.10.2 Preparación de la Mezcla

La tierra usada para la realización de los ensayos fue proporcionada por el personal del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la sección de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú, la cual ya ha sido cuidadosamente seleccionada e hidratada, por lo que no es necesario realizar un nuevo proceso de selección. Esta tierra que ya ha sido hidratada, solo se debe mezclar con una pequeña cantidad de agua. La finalidad es preparar la mezcla como 'tierra húmeda' con baja proporción de agua para que sea un material más fácil de trabajar y con la finalidad de que no sea necesario un tiempo de secado muy prolongado, y más bien que el secado sea casi innecesario, a diferencia del 'barro' que se prepara tradicionalmente y requiere un tiempo prolongado de secado. La proporción de materia prima para la preparación de la mezcla será de 150ml de agua por cada 2 kg de tierra arcillosa.



Figura 25. Molde para ensayos



Figura 26. Preparación de la tierra

2.10.3 Ensayo de compresión y variación volumétrica

Este ensayo determina cuál es la variación volumétrica del adobe a diferentes presiones. El molde tiene capacidad de 2000 cm^3 , el cual se somete a diferentes presiones de forma progresiva hasta los 25 kg/cm^2 con la prensa hidráulica. Se repite el ensayo cuatro veces, con 9 presiones diferentes, el nuevo volumen nos ayudará a determinar cuál será la verdadera densidad del adobe y también a determinar la variación volumétrica. Luego, se analizará el mínimo valor de presión necesario para obtener un adobe con las características y la resistencia deseada.



Figura 27. Alimentación del molde de ensayos



Figura 28. Ensayo de compresión

2.10.4 Resultados de los ensayos de compresión

Tras la conclusión de los ensayos realizados se exponen los resultados.

Tabla 7. Resultado de los ensayos de compactación

Fuerza en manómetro [Tn]	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Presión [kg/cm ²]	0.0	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0
Propiedades de la muestra 1 - Peso 2.44 kg										
Carrera de compresión [mm]	0.0	14.0	21.0	29.0	32.0	35.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Volumen [cm ³]	2000	1720	1580	1420	1360	1300	1280	1280	1280	1280
Densidad calculada [g/cm ³]	1.22	1.42	1.54	1.72	1.79	1.88	1.91	1.91	1.91	1.91
Porcentaje volumétrico [%]	100.0	86.0	79.0	71.0	68.0	65.0	64.0	64.0	64.0	64.0
Propiedades de la muestra 2 - Peso 2.52 kg										
Carrera de compresión [mm]	0.0	13.0	20.0	25.0	30.0	33.0	35.0	35.0	35.0	36.0
Volumen [cm ³]	2000	1740	1600	1500	1400	1340	1300	1300	1300	1280
Densidad calculada [g/cm ³]	1.26	1.45	1.58	1.68	1.80	1.88	1.94	1.94	1.94	1.97
Porcentaje volumétrico [%]	100.0	87.0	80.0	75.0	70.0	67.0	65.0	65.0	65.0	64.0
Propiedades de la muestra 3 - Peso 2.49 kg										
Carrera de compresión [mm]	0.0	13.0	22.0	27.0	31.0	35.0	37.0	37.0	37.0	37.0
Volumen [cm ³]	2000	1740	1560	1460	1380	1300	1260	1260	1260	1260
Densidad calculada [g/cm ³]	1.25	1.43	1.60	1.71	1.80	1.92	1.98	1.98	1.98	1.98
Porcentaje volumétrico [%]	100.0	87.0	78.0	73.0	69.0	65.0	63.0	63.0	63.0	63.0
Propiedades de la muestra 4 - Peso 2.39 kg										
Carrera de compresión [mm]	0.0	12.0	23.0	27.0	30.0	34.0	36.0	37.0	37.0	38.0
Volumen [cm ³]	2000	1760	1540	1460	1400	1320	1280	1260	1260	1240
Densidad calculada [g/cm ³]	1.20	1.36	1.55	1.64	1.71	1.81	1.87	1.90	1.90	1.93
Porcentaje volumétrico [%]	100.0	88.0	77.0	73.0	70.0	66.0	64.0	63.0	63.0	62.0

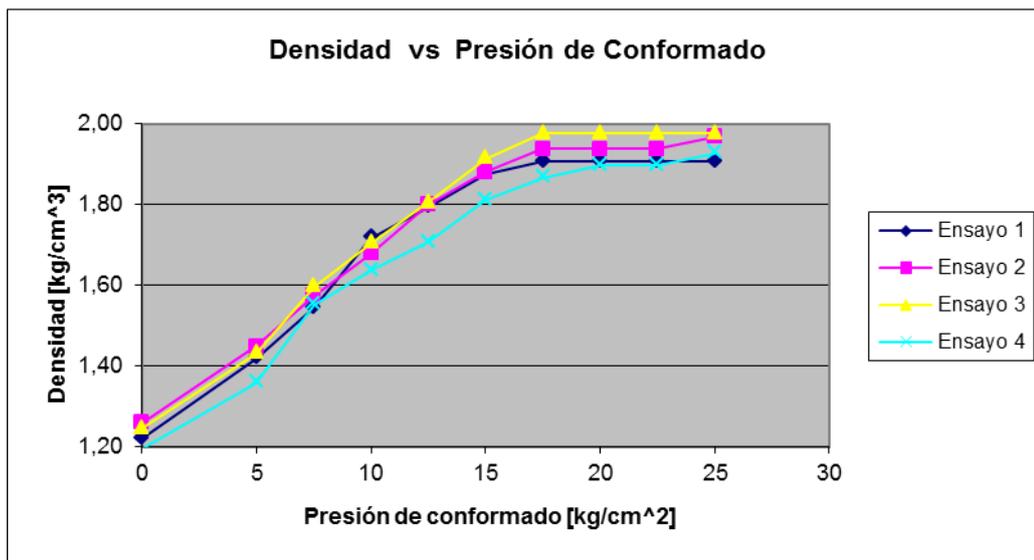


Figura 29. Curva de densidad en relación a la presión de compactación

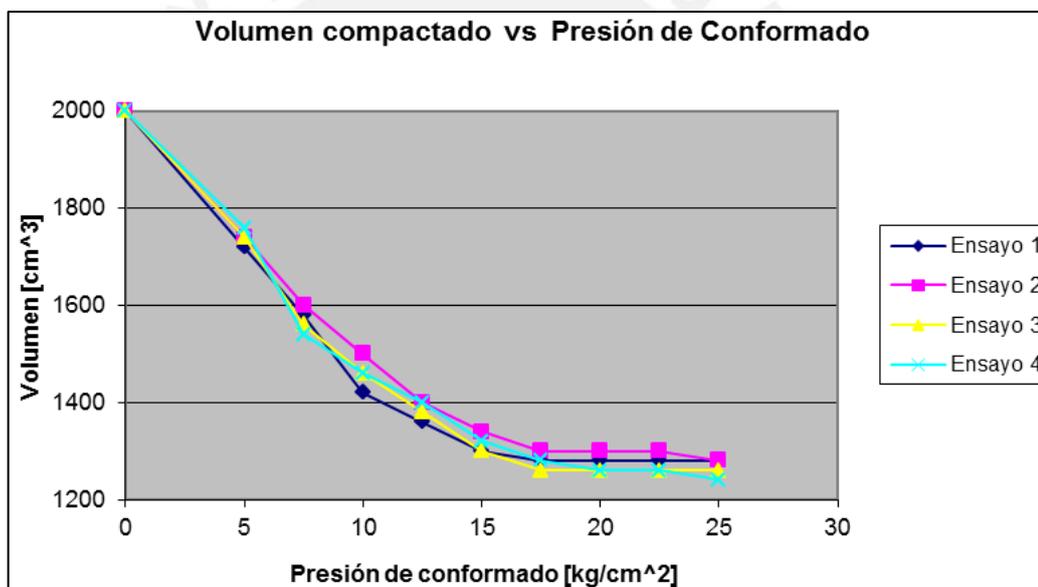


Figura 30. Curva de volumen en relación a la presión de compactación

Se observa que a partir de los 15 kg/cm², la variación de volumen es mínima y desde los 25 kg/cm² en adelante es nula. Resumiendo los valores obtenidos, tenemos:

Tabla 8. Variación volumétrica promedio

Fuerza en manómetro [Tn]	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Presión [kg/cm ²]	0.0	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0
Volumen promedio [cm ³]	2000	1740	1570	1460	1385	1315	1280	1275	1275	1265
Densidad promedio [g/cm ³]	1.23	1.41	1.57	1.69	1.78	1.87	1.92	1.93	1.93	1.94
Volumen porcentual [%]	100	87	79	73	69	66	64	64	64	63

Referencias de otros fabricantes de máquinas adoberas indican un rango de presiones de trabajo es desde 10 kg/cm² a una máxima de 30 kg/cm². Y analizando los ensayos, se decide que la presión adecuada de trabajo es de 12.5 kg/cm², en adelante se considerará esta presión como valor de diseño de compactación.

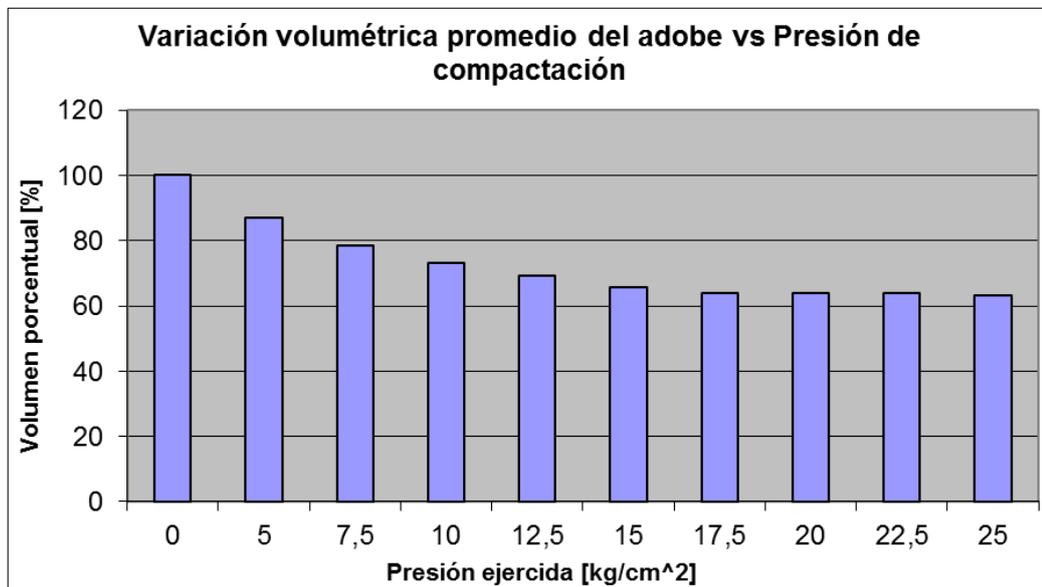


Figura 31. Variación volumétrica promedio

2.11 Determinación del volumen y masa de producción

Tomando mediciones de peso y dimensiones, se obtuvieron diferentes valores de densidad en los ensayos de compresión. A partir de estos se puede determinar los volúmenes de materia necesaria para la producción de los adobes.

- Densidad de la tierra sin compactar: 1230 kg/m³
- Densidad del adobe compactado a 12.5 kg/cm²: 1780 kg/m³

Para un adobe de dimensiones 40cm × 20cm × 15cm tenemos:

- Volumen de adobe compactado: 0.4m x 0.2m x 0.15m = 0.012 m³
- Peso aproximado del adobe: 0.012 m³ x 1780 kg/m³ = 21.36 kg
- Volumen de mezcla sin compactar: 21.36 kg / 1230kg/m³ = 0.017m³
- Volumen necesaria para 100 adobes: 1.7 m³
- Masa necesaria para 100 adobes: 1.7 m³ x 1230 kg/m³ = 2090kg

Para un adobe de dimensiones 30cm × 15cm × 12cm

- Volumen de adobe compactado: $0.3\text{m} \times 0.15\text{m} \times 0.12\text{m} = 0.0054\text{ m}^3$
- Peso aproximado del adobe: $0.0054\text{ m}^3 \times 1780\text{ kg/m}^3 = 9.62\text{ kg}$
- Volumen de mezcla sin compactar: $9.62\text{ kg} / 1230\text{kg/m}^3 = 0.0078\text{m}^3$
- Volumen necesaria para 100 adobes: 0.78 m^3
- Masa necesaria para 100 adobes: $0.78\text{ m}^3 \times 1230\text{ kg/m}^3 = 960\text{kg}$

Para un adobe de dimensiones 20cm × 12cm × 10cm

- Volumen de adobe compactado: $0.2\text{m} \times 0.12\text{m} \times 0.10\text{m} = 0.024\text{ m}^3$
- Peso aproximado del adobe: $0.024\text{ m}^3 \times 1780\text{ kg/m}^3 = 4.27\text{ kg}$
- Volumen de mezcla sin compactar: $4.27\text{ kg} / 1230\text{kg/m}^3 = 0.0035\text{m}^3$
- Volumen necesaria para 100 adobes: 0.35 m^3
- Masa necesaria para 100 adobes: $0.35\text{ m}^3 \times 1230\text{ kg/m}^3 = 430\text{kg}$

2.12 Tiempos de producción

Se calculará el tiempo del ciclo de trabajo para lograr la producción deseada de 100 adobes por hora.

$$\text{Ciclo de trabajo: } \frac{3600 \text{ segundos}}{100 \text{ adobes}} = 36 \text{ seg/adobe}$$

Son 2 desplazamientos de 34 centímetros aproximadamente del cilindro de compactación y 2 desplazamientos de 28 centímetros del dosificador. Conociendo el del ciclo de trabajo y los desplazamientos, se calcula las velocidades.

- Velocidad media de los cilindros: $1.24\text{ m} / 36\text{ seg} = 0.035\text{ m/seg}$ de velocidad mínima de trabajo, que es igual decir 2.1 m/min .

La velocidad máxima en cilindros hidráulicos es 1 m/s aproximadamente para condiciones normales de trabajo, por lo que las velocidades calculadas anteriormente son adecuadas. Además, se podría duplicar la capacidad de producción del sistema.

2.13 Diseño del sistema oleohidráulico

Con los componentes descritos anteriormente el circuito oleohidráulico quedaría de la siguiente manera:

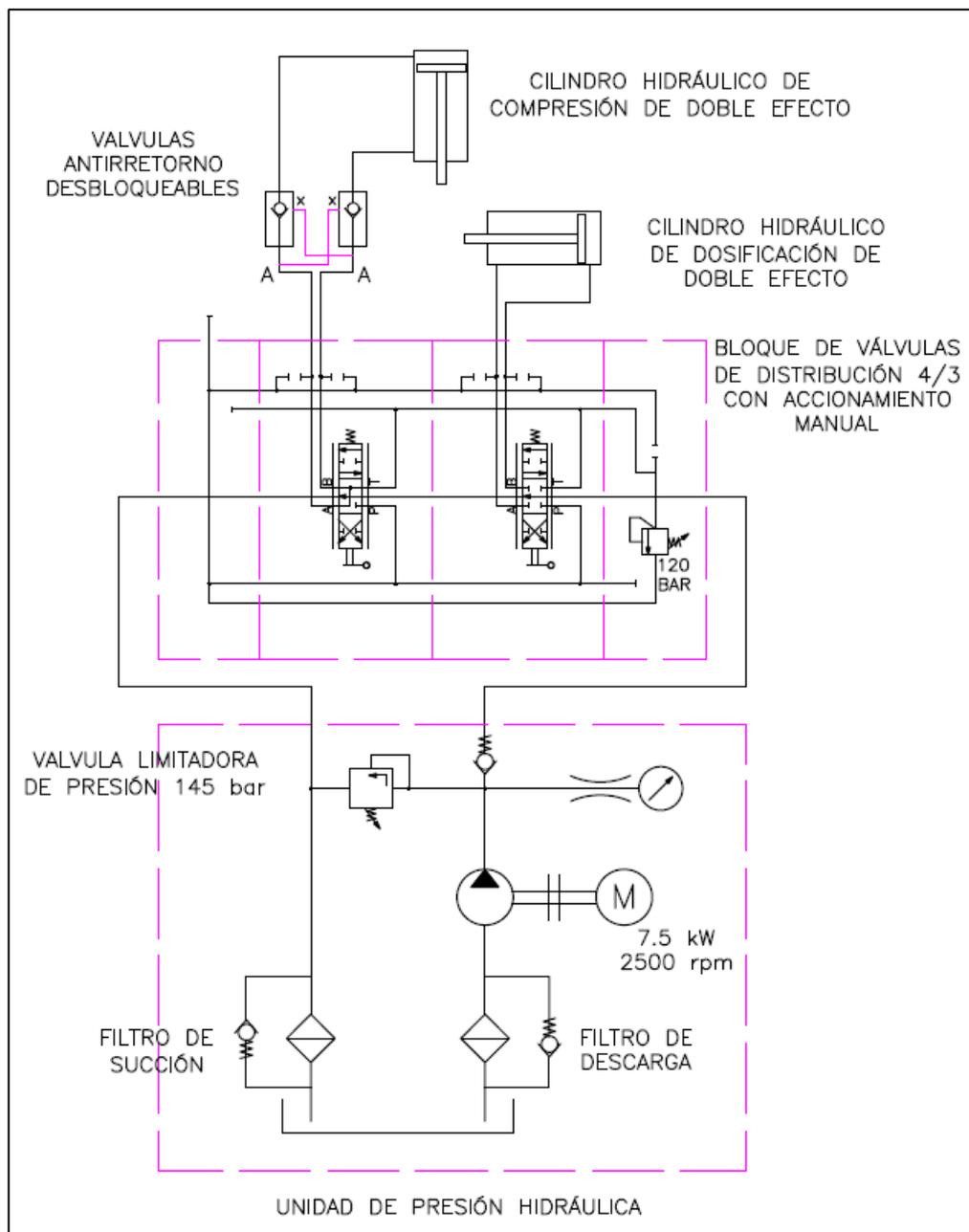


Figura 32. Circuito Oleohidráulico

2.13.1 Selección del cilindro de compresión

La presión requerida de 12.5 kg/cm² se debe aplicar sobre el área de compresión del adobe con medidas de 40 centímetros de largo por 20 de ancho.

$$A_t = 800 \text{ cm}^2$$

Con lo que la fuerza mínima requerida para la compresión será:

$$F = \text{área} \times \text{presión}$$

$$F = 800 \text{ cm}^2 \times 12.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = 10\,000 \text{ kg} = 100\,000 \text{ N}$$

De acuerdo a norma ISO/DIS 6020/I y CETOP R 58 H, la presión máxima para cilindros es de 160 bar. Por seguridad se realizarán los cálculos a 130 bar.

Para 130 bar, el área necesaria para generar los 12.5 kg/cm² sobre el adobe será:

$$\text{Área de émbolo requerida} = 100\,000 \text{ [N]} / 130 \text{ [bar]}$$

$$\text{Área de émbolo requerida} = 100\,000 \text{ [N]} / 13.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Área de émbolo requerida} = 7692.3 \text{ mm}^2 = 76.92 \text{ cm}^2$$

Embolo Ø (mm)	Vástago Ø (mm)	Conexión	Área de émbolo (cm ²)	Área anular (cm ²)	Long. De amortiguación (mm)	Numero Base		Tipo de sujeción						
						Amortiguación en ambos lados	Sin amortiguación	Del cilindro						
								Ejecución básica	Sujeción con patillas	Pivote intermedio	Pivote esférico	Brida posterior	Brida anterior	Pivote posterior
80	32	G3/4	50,27	42,27	40	44806	44832	50	51	52	53	54	55	56
80	40	G3/4	50,27	37,70	45	44807	44833	50	51	52	53	54	55	56
80	50	G3/4	50,27	30,64	45	44808	44834	50	51	52	53	54	55	56
100	40	G3/4	78,54	65,97	45	44809	44835	50	51	52	53	54	55	56
100	50	G3/4	78,54	58,90	48	44810	44836	50	51	52	53	54	55	56
100	63	G3/4	78,54	47,37	48	44811	44837	50	51	52	53	54	55	56

Figura 33. Selección de cilindro hidráulico de compresión

Según catálogo de cilindros hidráulicos figura 30, [ANEXO 5] el valor máximo superior para el área del pistón es 78.54 cm² y área anular 58.90 cm².

Cálculo de pandeo y fluencia del vástago

Según el catálogo el diámetro del vástago es de Ø63mm.

- Calculamos primero el radio de giro del vástago:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\pi d^4/16}{\pi d^2/2}} = \frac{d}{2} = \frac{63}{2} = 31.5 \text{ mm}$$

- Esbeltez del cilindro:

La longitud libre de pandeo del elemento se puede calcular con la siguiente expresión.

$$\lambda = \frac{L_p}{i} = \frac{0.7 L_p}{i} = \frac{0.7 \times 350}{31.5} = 7.8$$

Ya que la esbeltez del vástago es de 7.8, se puede decir que el cilindro no fallará por pandeo, ya que se puede considerar pandeo para elementos con esbeltez mayor a 90.

- Esfuerzo equivalente :

$$\sigma_{eq} = \frac{100 \text{ kN}}{\pi \times \frac{d^2}{4}} = 51 \text{ MPa}$$

- Cálculo de fallo por fluencia:

El vástago es de acero inoxidable X20Cr13, cuyo límite de fluencia es 550MPa:

$$FS = \sigma_{adm}/\sigma_{eq} = 550\text{MPa}/51\text{MPa} = 10.78$$

Con un factor de seguridad 10.78, se dice entonces que el vástago no fallará.

2.13.2 Selección del cilindro de alimentación

En la figura 31 se puede ver las fuerzas que debe vencer el cilindro hidráulico.

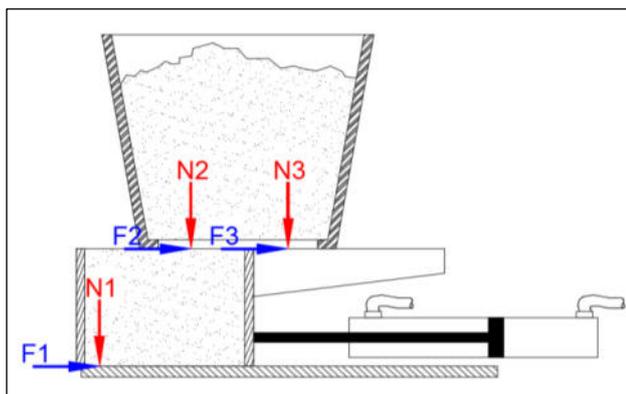


Figura 34. Fuerzas de fricción

Estas tres fuerzas son producto del rozamiento entre el acero y la mezcla. Las fuerzas N son todas iguales producto del peso de la columna de mezcla.

- Fuerza del peso de la mezcla:

El peso de la mezcla almacenada en la tolva

$$N = 0.4 \text{ m}^3 \times 1230 \text{ kg/m}^3$$

$$N = 492 \text{ kg}$$

$$N = 4920 \text{ N}$$

Se sabe también que los coeficientes de fricción tierra-tierra igual a 0.8 y acero-tierra igual a 0.5, además las fuerzas F1 y F2 se consideran de igual magnitud:

$$F3 = \mu \times N3$$

$$F3 = 0.8 \times 4920 \text{ N} = 3936 \text{ N}$$

$$F1 = \mu \times N1$$

$$F1 = 0.4 \times 4920 \text{ N} = 1968 \text{ N}$$

Fuerza total del alimentador "Fa" = F1 + F2 + F3 = 7872 N

Para evitar obstrucciones se considera un factor de carga de 2, es decir un cilindro capaz de producir 16 kN de fuerza aproximadamente con una presión de trabajo de 130 bar.

$$\text{Área de émbolo requerida} = 16\,000 \text{ [N]} / 130 \text{ [bar]}$$

$$\text{Área de émbolo requerida} = 16\,000 \text{ [N]} / 13,0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Área de émbolo requerida} = 1230 \text{ mm}^2 = 12.3 \text{ cm}^2$$

Por lo que según el catálogo de pistones hidráulicos Fluidtek [ANEXO 5], el cilindro seleccionado será el de área de pistón 19.63 cm², es decir un cilindro de talla 50.

Embolo Ø (mm)	Vástago Ø (mm)	Conexión	Área de émbolo (cm ²)	Área anular (cm ²)	Long. De amortiguación (mm)	Numero Base		Tipo de sujeción									
						Amortiguación en ambos lados	Sin amortiguación	Del cilindro						Del vástago			
								Ejecución básica	Sujeción con patillas	Pivote intermedio	Pivote esférico	Brida posterior	Brida anterior	Pivote posterior	Ejecución básica	Horquilla	Rotula
50	20	G1/2	19,63	16,48	40	44802	44826	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
50	25	G1/2	19,63	14,73	40	44803	44827	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
50	32	G1/2	19,63	11,59	-	-	44828	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62

Figura 35. Selección de cilindro hidráulico de alimentación

Cálculo de pandeo y fluencia del vástago de alimentación

El diámetro del vástago es de Ø25mm y la longitud de pandeo del vástago es 0.7 veces la longitud libre, ya que el montaje será por patas de anclaje

El radio de giro del vástago es:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\pi d^4/16}{\pi d^2/2}} = \frac{d}{2} = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ mm}$$

La esbeltez del cilindro será:

$$\lambda = \frac{L_p}{i} = \frac{0.7 \times 300}{12.5} = 16.8$$

Con una esbeltez de 16.8 se puede decir que el cilindro no fallará por pandeo, ya que se puede considerar pandeo para elementos con esbeltez mayor a 90.

2.13.3 Selección de la bomba oleohidráulica

Para la selección de la bomba se debe conocer el caudal requerido por el sistema oleohidráulico. Ya se había determinado que la velocidad mínima de los cilindros sería 2.1m/min, por lo que el desplazamiento volumétrico requerido en los cilindros será:

Cilindro de compactación del adobe:

$$Q = v \times A$$

$$Q = 2.1 \text{ m/min} \times 78.54 \text{ cm}^2 \times 100$$

$$Q = 16493.4 \text{ cm}^3/\text{min}$$

- El desplazamiento volumétrico por vuelta será:

$$V_{cc} = (Q / n) / \eta$$

$$V_{cc} = (16493.4 \text{ cm}^3/\text{min} / 2500 \text{ rpm}) / 0.97$$

$$V_{cc} = 6.8 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

*Tomando como referencia el giro del motor de combustión a 2500 rpm en condiciones normales de operación (ver figura 42).

Cilindro de alimentación de la mezcla:

$$Q = v \times A$$

$$Q = 2.1 \text{ (m/min)} \times 19.63 \text{ (cm}^2) \times 100$$

$$Q = 4122.3 \text{ (cm}^3/\text{min)}$$

- El desplazamiento volumétrico por vuelta será:

$$V_{cc} = (Q / n) / \eta$$

$$V_{cc} = (4122.3 \text{ cm}^3/\text{min} / 2500 \text{ rpm}) / 0.97$$

$$V_{cc} = 1.7 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Dónde: n = RPM del motor de combustión

η = Eficiencia media de la bomba

Se selecciona una bomba con una capacidad de desplazamiento volumétrico igual o mayor a la suma de los requerimientos de ambos cilindros. Según el catálogo de bombas de engranajes CASAPPA, se elige la bomba PL.20.9, con un caudal de 9.17 cm³/rev.



Pump type PLP Motor type PLM	Displacement in ³ /rev (cm ³ /rev)	Max. pressure			Max. speed min ⁻¹
		P ₁	P ₂	P ₃	
		psi (bar)			
PL. 20•4	0.30 (4,95)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000
PL. 20•6,3	0.40 (6,61)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000
PL. 20•7,2	0,44 (7,29)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000
PL. 20•8	0.50 (8,26)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500
PL. 20•9	0.56 (9,17)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500

Figura 36. Selección de bomba de engranajes [Anexo 6]

2.13.4 Velocidades de desplazamiento de los cilindros hidráulicos

Las velocidades lineales de los cilindros se calculan en base al caudal de la bomba.

- Velocidad del cilindro de compactación del adobe:

$$V_{cc} = Q \text{ (cm}^3\text{/rev)} \times n \text{ (rpm)} / \text{Área (cm}^2\text{)}$$

$$V_{cc} = 9.17 \text{ (cm}^3\text{/rev)} \times 2500 \text{ (rpm)} / 78.54 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$V_{cc} = 291 \text{ (cm/min)} = 2.91 \text{ (m/min)} = 0.049 \text{ (m/seg)}$$

- Velocidad del cilindro de alimentación de la mezcla:

$$V_{cc} = 9.17 \text{ (cm}^3\text{/rev)} \times 2500 \text{ (rpm)} / 19.63 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$V_{cc} = 1167.9 \text{ (cm/min)} = 11.68 \text{ (m/min)} = 0.19 \text{ (m/seg)}$$

Ya se conocen las velocidades de desplazamiento y las distancias recorridas de los cilindros hidráulicos, con estos datos se puede estimar el tiempo total del proceso por cada ciclo de trabajo, en la figura 34, se puede ver los tiempos descritos para cada paso de la fabricación. El tiempo completo de fabricación es de 15 segundos.

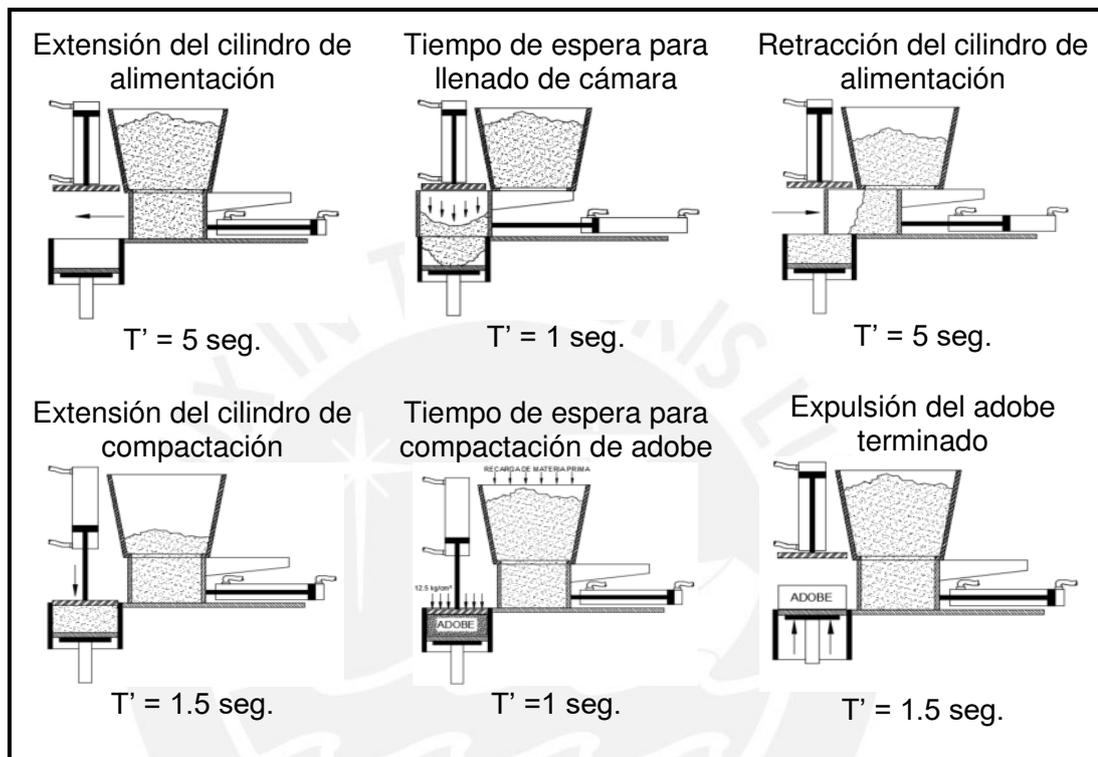


Figura 37. Ciclo de trabajo de la máquina adobera

2.13.5 Selección del tanque de aceite

El volumen de aceite requerido según la fórmula: $V = k \times Q$

Donde : $V \text{ (lt)}$: Volumen del tanque de almacenamiento

$K \text{ (min)}$: Tiempo de espera del aceite (3 – 5 min)

$Q \text{ (lt/min)}$: Caudal de la bomba

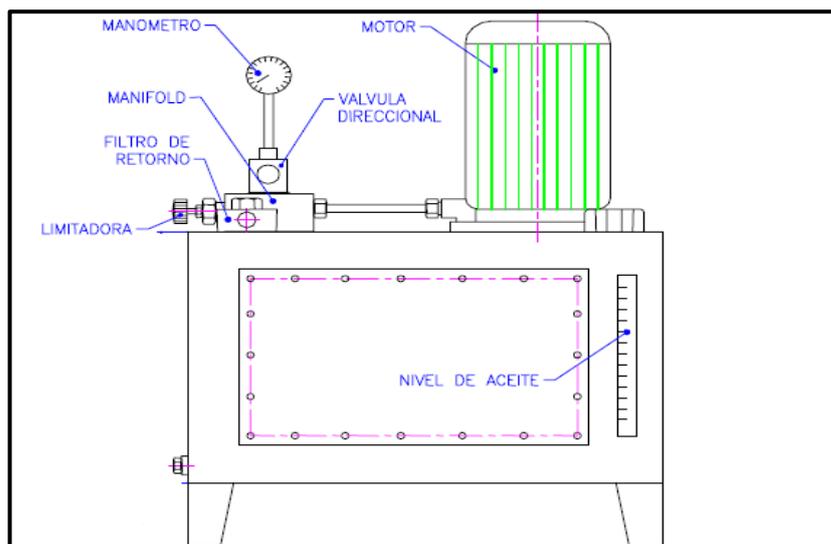


Figura 38. Unidad de presión oleohidráulica estándar [Anexo 7]

Asumiendo que el tiempo de espera del aceite "k" es 3, tenemos:

$$V = k \text{ (min)} \times Q \text{ (lt/min)}$$

$$V = 3 \text{ (min)} \times 9.17 \text{ (cm}^3\text{/rev)} \times 2500 \text{ (rev/min)} = 68\,775 \text{ (cm}^3\text{)} = 68.8 \text{ lt}$$

Se agrega un 15% adicional por consumo de aceite durante su operación.

$$V = 68.8 \text{ lt} \times 1.15 = 79.12 \text{ lt}$$

Según el Anexo 7, catálogo de Unidades de Presión, se elige un tanque de 80 litros. El motor de combustión interna se acoplará a la bomba con una campana. La bomba se conectará con tuberías y mangueras a la unidad hidráulica.

2.13.6 Válvulas distribuidoras

Las válvulas comandan el desplazamiento de los cilindros hidráulicos, mediante su accionamiento manual. La selección de válvulas se realiza en base a la presión y caudal de operación. Se requiere una presión de operación de 130 bares y un caudal de operación próximo a los 10 litros por minuto. Además debe tener un centro comunicado para evitar el calentamiento del aceite y pérdida de energía.

SD6		
Nominal flow rating		45 l/min 12 US gpm
Operating pressure (max.)	<i>parallel or tandem circuit</i>	315 bar 4600 psi
	<i>series circuit</i>	210 bar 3050 psi
Back pressure (max.)	<i>on outlet port T</i>	25 bar 360 psi
Internal leakage A(B)→T	<i>$\Delta p=100$ bar - 1450 psi fluid and valve at 40°C</i>	3 cm ³ /min * 0.18 in ³ /min *
Fluid		Mineral based oil
Fluid temperature	<i>with NBR (BUNA-N) seals</i>	from -20° to 80°C from -4° to 176°F
	<i>with FPM (VITON) seals</i>	from -20° to 100°C from -4° to 212°F
Viscosity	<i>operating range</i>	from 15 to 75 mm ² /s from 15 to 75 cSt
	<i>min.</i>	12 mm ² /s 12 cSt
	<i>max.</i>	400 mm ² /s 400 cSt
Max level of contamination		-/19/16 - ISO 4406 NAS 1638 - class 10
Ambient temperature	<i>with mechanical devices</i>	from -40° to 60°C from -40° to 140°F
	<i>with pneumatic and hydraulic devices</i>	from -30° to 60°C from -22° to 140°F
	<i>with electric devices</i>	from -20° to 50°C from -4° to 122°F
Tie rods tightening torque (wrench 13)		30 Nm 22 lbft

Figura 39. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual

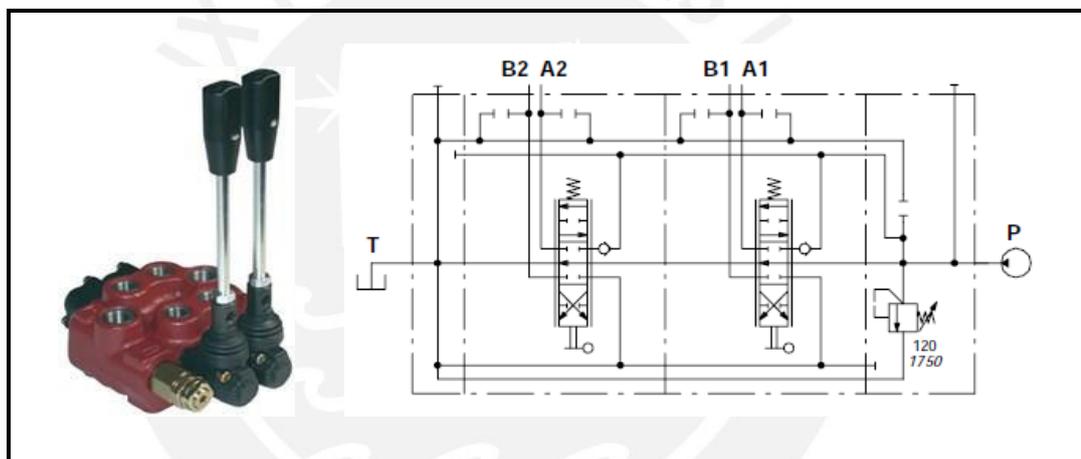


Figura 40. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual

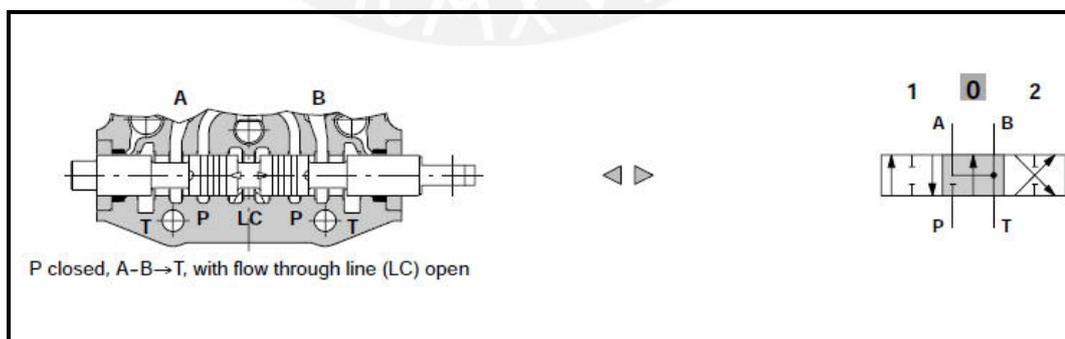


Figura 41. Válvulas distribuidoras de accionamiento manual

2.13.7 Potencia requerida y selección del motor

Como ya se mencionó anteriormente, se usará un motor de combustión, ya que se puede trabajar con cierta autonomía en lugares campestres alejados, en donde se cuenta con limitado acceso a la energía eléctrica y es más fácil el uso de hidrocarburos de fácil transporte.

Luego de haber seleccionado los cilindros y la bomba, podemos calcular cual será la presión ejercida realmente por la unidad de presión hidráulica. Así tenemos, la presión real en cilindro de compresión:

$$p_{real} = \frac{Fuerza}{Área normalizada} = \frac{100 \text{ kN}}{78.54 \text{ cm}^2} = 127.5 \text{ bar}$$

Mientras que la presión real en cilindro alimentador es:

$$p_{real} = \frac{16 \text{ kN}}{19.63 \text{ cm}^2} = 8.15 \text{ bar}$$

Debido a que los cilindros no trabajarán al mismo tiempo, se calcula la potencia para el de mayor requerimiento, con una eficiencia total de la bomba (η_t) de 85%. De este modo la potencia requerida será:

$$P = \frac{p_{real} \times V_{cc} \times n}{600 \times \eta_t}$$

$$P = \frac{127.5 \text{ [bar]} \times 9.17 \text{ [cm}^3/\text{rev]} \times 2500 \text{ [rev/min]}}{600 \times 0.85}$$

$$P = 5.7 \text{ kW} = 7.6 \text{ HP}$$

Ya que el motor trabajará a más de 3000 metros sobre el nivel del mar, se selecciona un motor con veinte por ciento más de potencia por la disminución de la presión atmosférica y porcentaje de oxígeno para la combustión. Por ello, la potencia requerida será de 9.5 HP (7.1 kW).

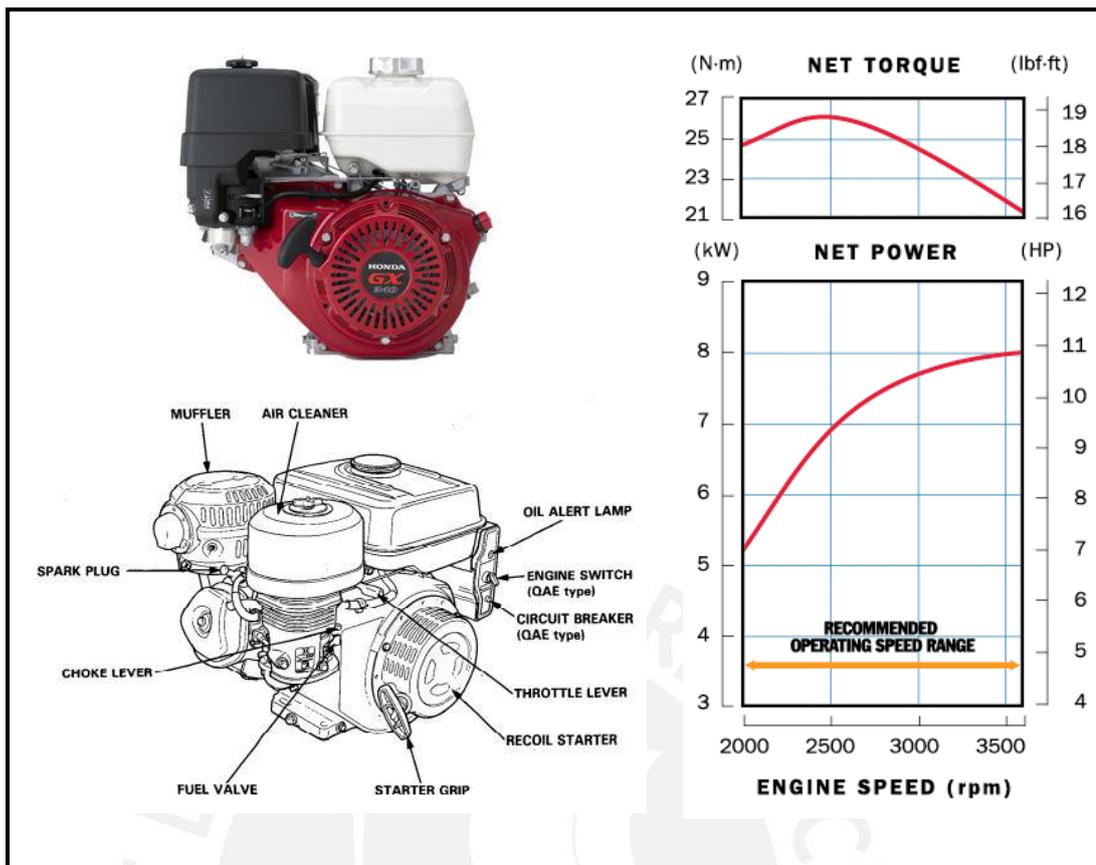


Figura 42. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]

Para el motor Honda GX340, se selecciona una velocidad de operación de 2500 RPM en donde desarrolla su torque más alto y su mayor eficiencia. Los parámetros de trabajo pueden sufrir ligeras variaciones sin afectar su eficiencia.

Engine Type	Air-cooled, 4-Stroke, OHV, single cylinder
Bore x Stroke	3.5" x 2.5" (88 x 64 mm)
Displacement	24 cu in (389 cm ³)
Compression Ratio	8.2 : 1
Net Power (kW/rpm)*	10.7 hp (8.0 kW) at 3,600 rpm
Net Torque*	19.5 lbs ft (26.4 Nm) at 2,500 rpm
PTO Shaft Rotation	Counterclockwise (from PTO shaft side)
Ignition System	Digital CDI with variable ignition timing
Starting System	Recoil & Electric Starter
Carburetor	Butterfly
Lubrication System	Splash
Governor System	Centrifugal Mass Type
Air Cleaner	Dual Element
Oil Capacity	1.16 US qt (1.1 L)
Fuel Tank Capacity (liter)	6.4 US qt (6.1 L)
Evaporative Emissions	Low permeation hose and purge joint provided
Exhaust Emissions	Certified for use in all 50 states
Dimensions (L x W x H) Q-Shaft	16.0" (407 mm) x 19.1" (485 mm) x 17.7" (449 mm)
Dry Weight	69 lbs (31.5 kg)

Figura 43. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]

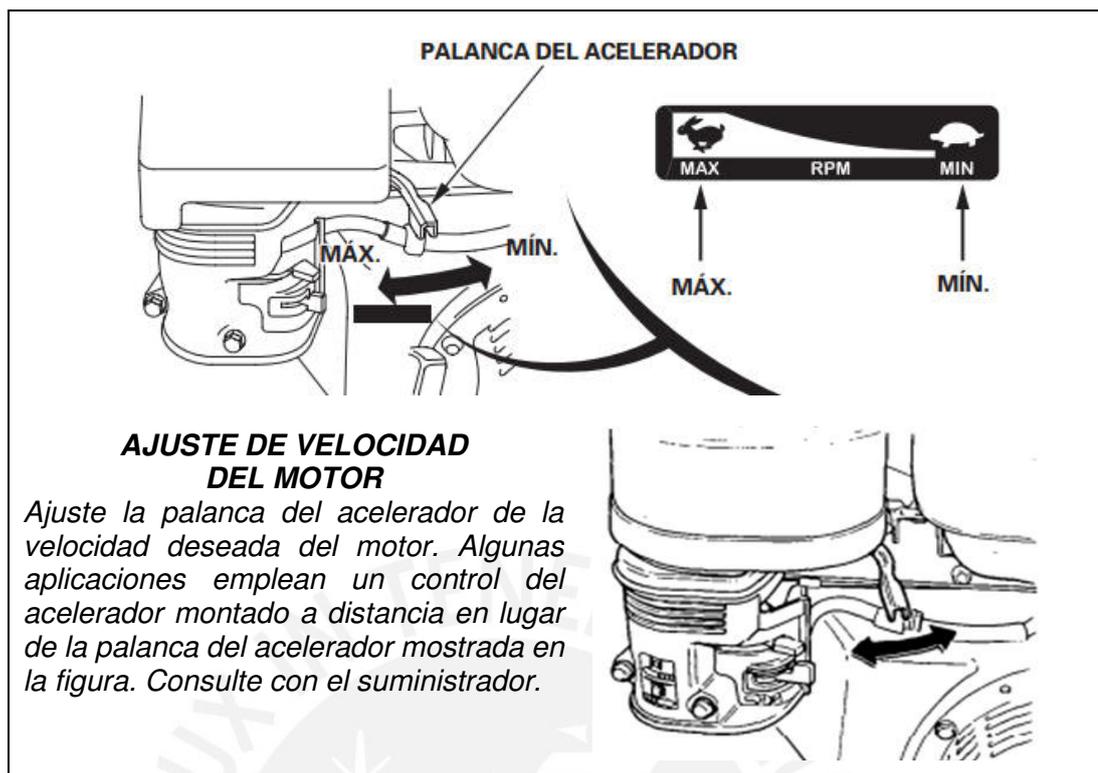


Figura 44. Motor de combustión interna Honda [HONDAGX - ANEXO 8]

2.13.8 Selección del acoplamiento del motor y la bomba

La selección del acoplamiento se realizará en base al torque de trabajo.

- Determinación del torque nominal de trabajo:

$$\text{Torque nominal} = \frac{\text{Potencia [kW]} \times 9550}{\text{Velocidad de Rotación [RPM]}}$$

$$\text{Torque nominal} = \frac{8.0 \text{ kW} \times 9550}{2500 \text{ RPM}} = 30.56 \text{ Nm}$$

- Torque de diseño y factor de servicio:

Según tabla de la figura 38, el factor de servicio para transmisiones con motores de combustión de dos cilindros es 1.6, con esto el torque de diseño será:

$$\text{Torque de diseño} = \text{Torque Nominal} \times \text{Factor de Servicio}$$

$$\text{Torque de diseño} = 30.56 \text{ Nm} \times 1.6 = 48.9 \text{ Nm}$$

Size	in	mm	SOX (NBR) Torque	
			in-lbs	Nm
L035	0.375	9	3.5	0.4
L/AL050	0.625	16	26.3	3.0
L/AL070	0.750	19	43.2	4.9
L/AL075	0.875	22	90.0	10.2
L/AL090	1.000	25	144.0	16.3
L/AL095	1.125	28	194.0	21.9
L/AL099	1.188	30	318.0	35.9
L/AL100	1.375	35	417.0	47.1
L/AL110	1.625	42	792.0	89.5
L150	1.875	48	1,240.0	140.0
AL150	1.875	48	1,450.0	163.8
L190	2.125	55	1,728.0	195.0
L225	2.625	65	2,340.0	264.0

	Electric Motor w/ Standard Torque	Electric Motor w/ High Torque	Steam Turbines & En- gines w/4 or more Cyl*	Reciprocating Engines*	
				1-Cyl	2-Cyl
Beater, Pulper,					
Jordans, Dresses	2.00	2.25	2.00	2.7	2.3
Calenders, Dryers, Washers,					
Thickener	1.50	1.75	1.50	2.2	1.8
Converting Machines,					
Conveyors	1.20	1.45	1.20	1.9	1.5
Printing Presses	1.50	1.75	1.50	1.7	1.3
Pug Mill	1.75	2.00	1.75	2.0	1.6
Pumps					
Centrifugal	1.00	1.25	1.00	1.7	1.3
Gear, Rotary, Vane	1.25	1.50	1.25	2.0	1.6

Figura 45. Tabla de Selección y factores de servicio para acoplamientos

Según Anexo 9, catálogo de acoplamientos flexibles, se selecciona el acoplamiento L150 NBR con capacidad máxima de 140 Nm, suficiente para los 49 Nm que requiere la transmisión, con factor de servicio de 4.4, y capacidad máxima de 48 mm de eje.

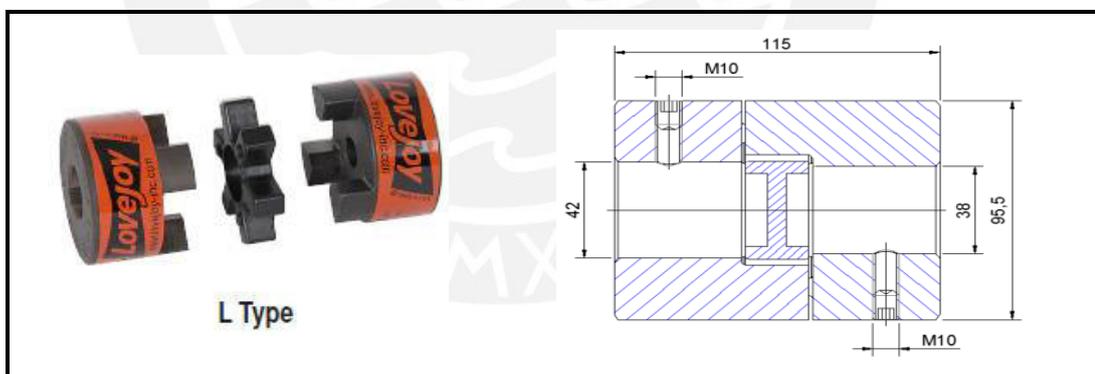


Figura 46. Acoplamiento elastomérico LOVEJOY

2.14 Cálculos estructurales

Los cálculos se realizan en base a la fuerza resultante de la compactación del adobe, realizado por el cilindro hidráulico, la cual es 100 kN. En la siguiente figura se muestran las partes que serán calculadas para verificar su resistencia en servicio.

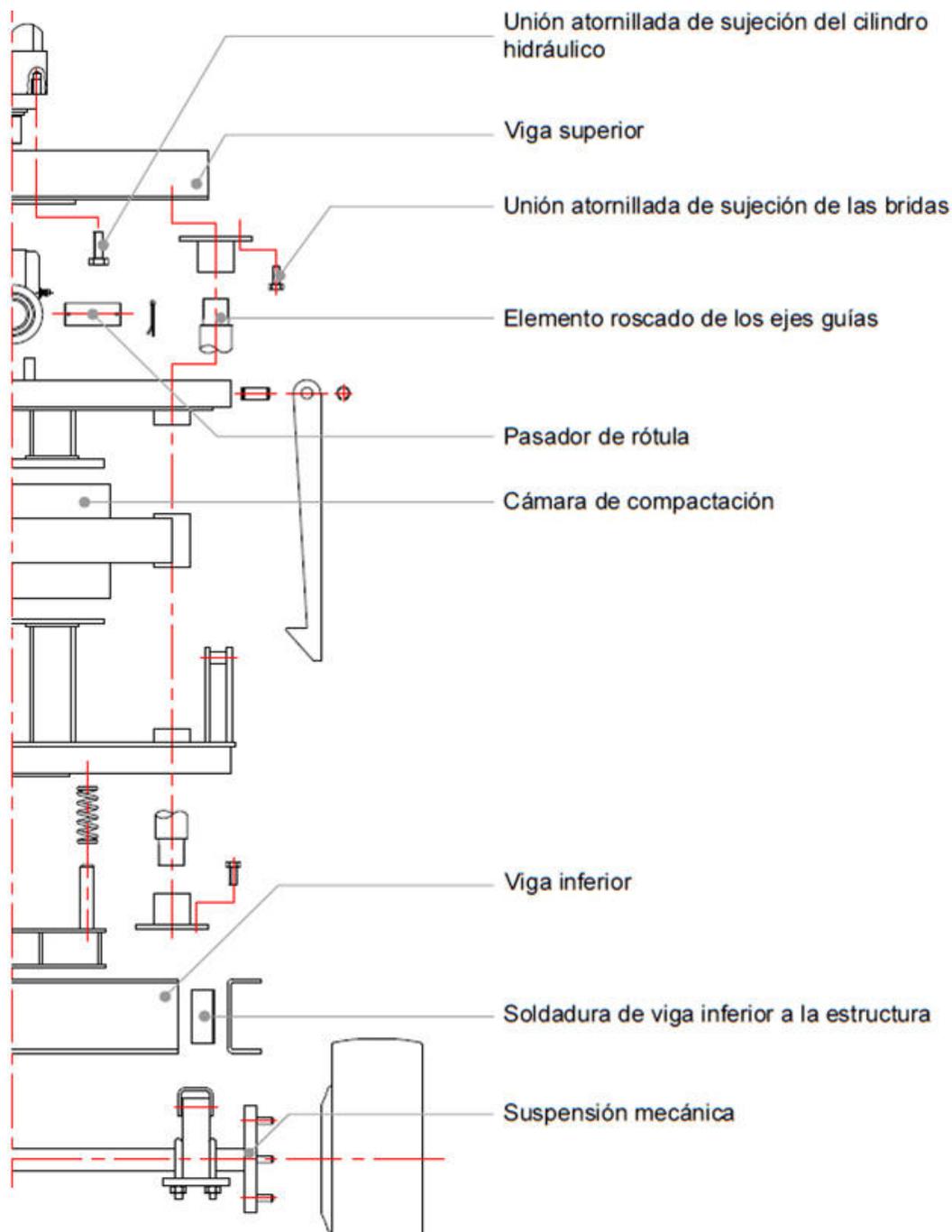


Figura 47. Elementos estructurales para cálculo y selección

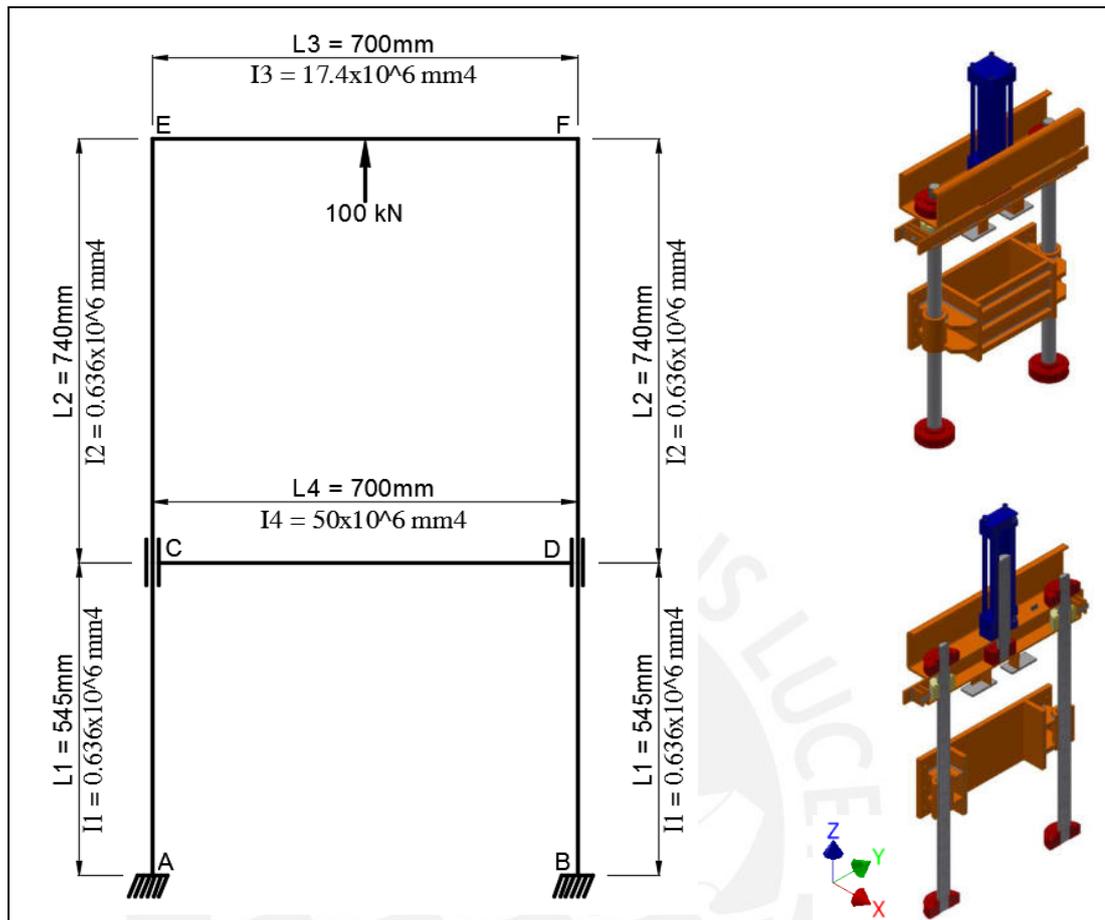


Figura 48. Modelo esquemático de estructura

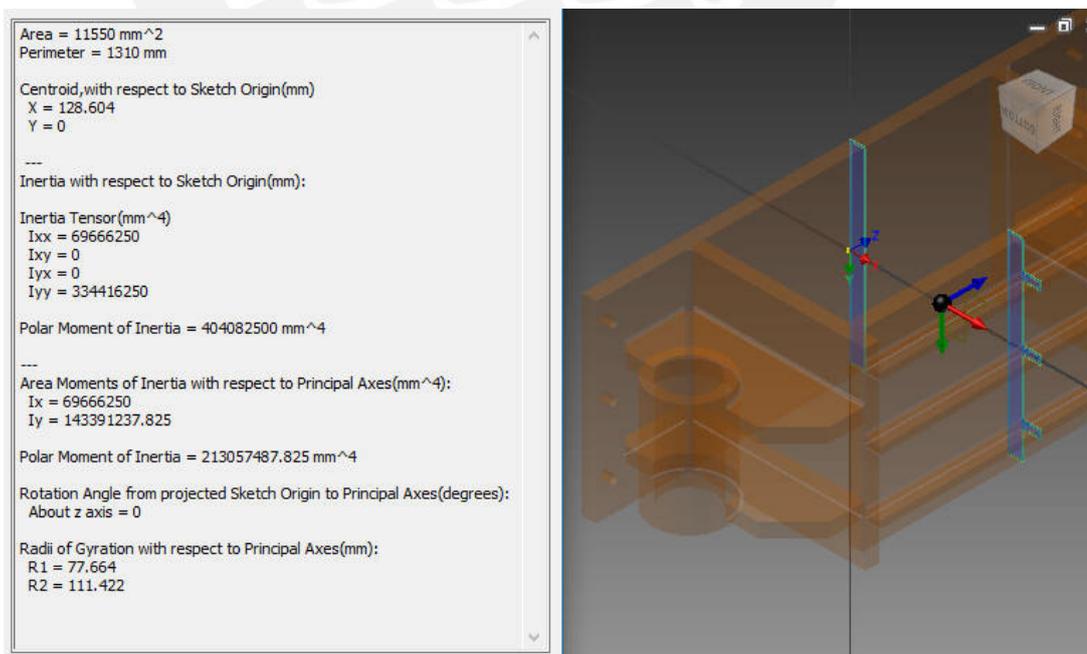


Figura 49. Momento de Inercia en sección de cámara de compactación CD

2.14.1 Método de Cross – Fuerzas y momentos en sistemas Hiperestáticos

Se usará el método de Cross, el cual es un método matemático e iterativo de redistribución de momentos, aplicado a sistemas estáticamente indeterminados para conocer las fuerzas y momentos internos de la estructura. Partiremos conociendo las condiciones físicas del modelo del sistema, tales como las dimensiones, inercia y rigidez. Del modelo esquemático en la figura, podemos extraer

- La rigidez “k” se calcula:

$$K = I/L$$

I = Momento de Inercia

L = Longitud

- Por simetría

$$K_{AC} = K_{BD} = 1167.00 \text{ mm}^3$$

$$K_{CE} = K_{DF} = 859.50 \text{ mm}^3$$

$$K_{EF} = 24\,847.14 \text{ mm}^3$$

$$K_{CD} = 71\,428.57 \text{ mm}^3$$

Luego se analiza la suma de las rigideces “k” en los nudos que para posteriormente poder hallar los coeficientes de repartición “C” en cada barra del pórtico. Por simetría los nudos D y F se calculan exactamente de la misma forma.

- Nudo C:

$$K_C = K_{AC} + K_{CD} + K_{CE}$$

$$K_C = 74\,455.07 \text{ mm}^3$$

$$C_{AC} = \frac{K_{AC}}{K_C} = 0.016$$

$$C_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_C} = 0.012$$

$$C_{CE} = \frac{K_{CE}}{K_C} = 0.972$$

- Nudo E:

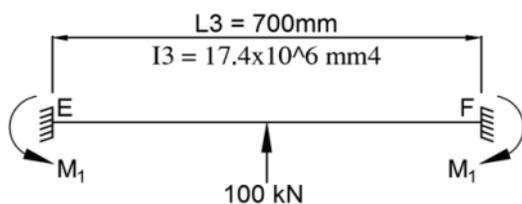
$$K_C = K_{CB} + K_{CD}$$

$$K_C = 25\,716.64 \text{ mm}^3$$

$$C_{CB} = \frac{K_{CB}}{K_C} = 0.033$$

$$C_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_C} = 0.966$$

El método de Cross exige analizar los elementos sometidos a cargas como si estuvieran empotrados; esto es para utilizar el concepto de transmisión de momentos de un elemento a otro contiguo a través de un “nudo rígido”. En este caso, el único elemento sometido a carga externa es la viga EF.



$$M_1 = \frac{F_1 \times L_3}{8} = 8.75 \text{ kN.m}$$

Figura 50. DCL de viga con empotramiento perfecto

⁽¹⁾ 1° sumatoria "Σ" de momentos en Nudo E (1° desequilibrio)
⁽²⁾ 2° sumatoria "Σ" de momentos en Nudo E (2° desequilibrio)
⁽³⁾ 3° sumatoria "Σ" de momentos en Nudo E (3° desequilibrio)
⁽⁴⁾ 4° sumatoria "Σ" de momentos en Nudo E (4° desequilibrio)

Nudo	Desequilibrio
1° desequilibrio	
A	0.000
B	0.000
C	0.000
D	0.000
E	-8.750 ⁽¹⁾
F	8.750
2° desequilibrio	
A	0.000
B	0.000
C	0.144
D	-0.144
E	-4.226 ⁽²⁾
F	4.226
3° desequilibrio	
A	-0.001
B	0.001
C	0.140
D	-0.140
E	-2.042 ⁽³⁾
F	2.042
4° desequilibrio	
A	-0.001
B	0.001
C	0.102
D	-0.102
E	-0.987 ⁽⁴⁾
F	0.987

-0.542 --> **Momento resultante en lado E de la viga EF: Suma total**
 4° equilibrio = Factor (0.966) x Sumatoria (Σ) 2° desequilibrio
 4° momento traspasado = **1.973** x 0.5
 3° equilibrio = Factor (0.966) x Sumatoria (Σ) 3° desequilibrio
 3° momento traspasado = **4.083** x 0.5
 2° equilibrio = Factor (0.966) x Sumatoria (Σ) 2° desequilibrio
 2° momento traspasado = **8.453** x 0.5
 1° equilibrio = Factor (0.966) x Sumatoria (Σ) 1° desequilibrio
 1° Momento de empotramiento perfecto (Inicial)
 Coeficiente de repartición

Figura 51. Resolución de pórtico por Método de Cross

Resolviendo el sistema por el método de Cross, se puede obtener los momentos resultantes repartidos en los nudos para posteriormente hacer los cálculos de equilibrio de fuerzas y momentos como se presenta a continuación.

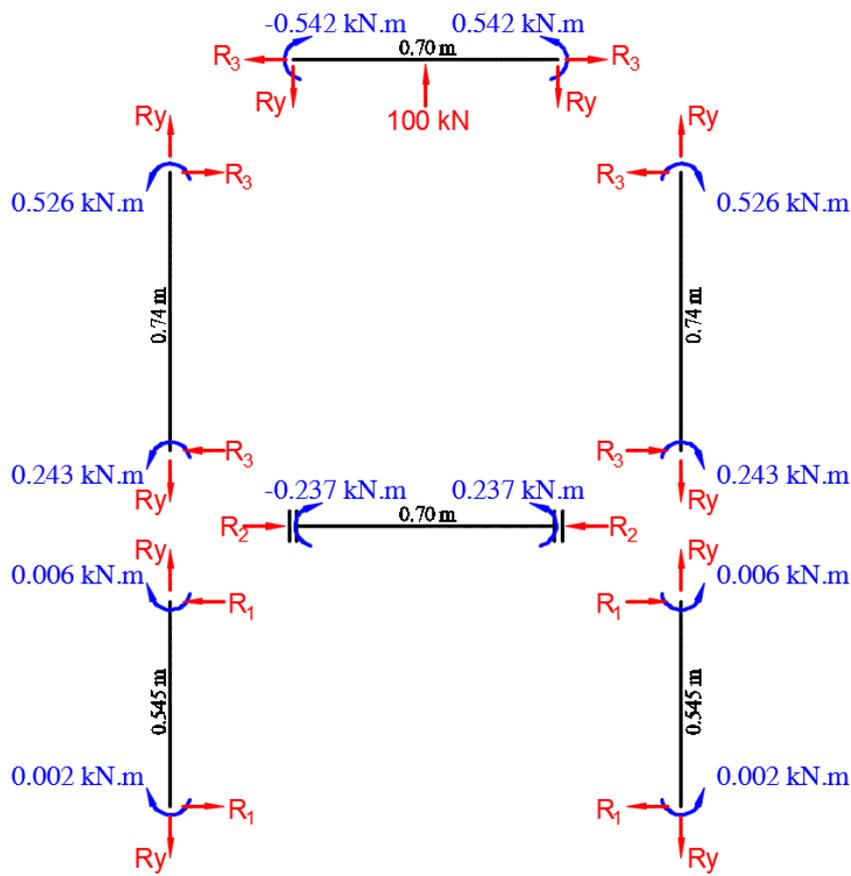


Figura 52. Distribución de Fuerzas y Momentos sobre pórtico

Con los valores de momento resultante, se puede calcular las fuerzas y momentos en cada elemento del pórtico. De modo que resolviendo el sistema de ecuaciones podemos obtener los siguientes valores:

$$R_y = 50.000 \text{ kN.m}$$

$$R_2 = 1.0539 \text{ kN.m}$$

$$R_1 = 1.0392 \text{ kN.m}$$

$$R_3 = 0.0147 \text{ kN.m}$$

Conociendo los valores de las fuerzas y momentos del sistema se puede proceder a realizar los cálculos de esfuerzo para cada uno de los elementos. Para ellos se realizarán los diagramas de cuerpo libre, fuerzas cortantes, momentos flectores y fuerzas normales de cada elemento.

2.14.2 Cálculo de esfuerzos

Columnas guías - Tramo ACE

Las fuerzas y momentos se muestran a continuación, pero hay que analizar la sección roscada de los extremos, ya que esta será la zona crítica de falla. Cuentan con rosca M48, al igual que las bridas de sujeción, los cuales soportarán 50kN de carga. Se usa acero DIN17210 20MnV6 mecanizado.

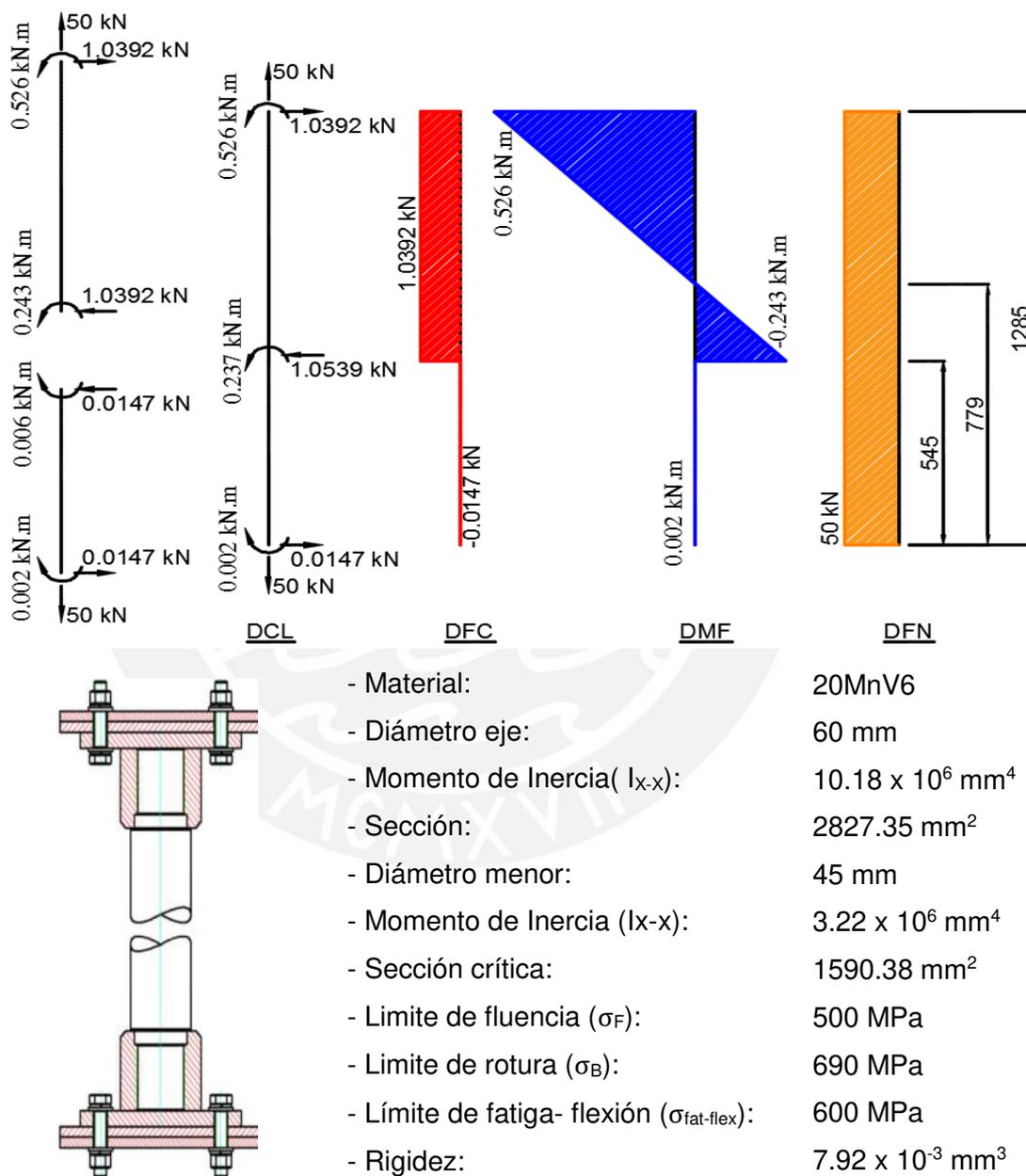


Figura 53. Sección de eje guía

- Esfuerzo a la tracción de la parte lisa del eje:

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{50 \text{ kN}}{1590.38 \text{ mm}^2} = 31.44 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo cortante:

$$\tau_c = \frac{V}{A} = \frac{1.0392 \text{ kN}}{1590.38 \text{ mm}^2} = 0.65 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo de flexión:

$$\sigma_{f \text{ tracción}} = \frac{M_y}{I} = \frac{0.52 \text{ kNm} \times 22.50 \text{ mm}}{3.22 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 3.64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{f \text{ compresión}} = \frac{M_y}{I} = \frac{0.526 \text{ kNm} \times 22.50 \text{ mm}}{3.22 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 3.64 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo equivalente:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau_c^2} = \sqrt{(31.44 + 3.64)^2 + 3 \times (0.65)^2} = 35.10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 35.10 \text{ MPa} = \frac{\sigma_F}{F.S.} = \frac{240 \text{ MPa}}{F.S.}$$

Se obtiene un factor de seguridad de 6.8, por lo cual se concluye que no fallará por resistencia. El esfuerzo equivalente de 155.12 MPa es también el esfuerzo pulsante que aparece cuando el cilindro hidráulico se encuentra ejerciendo su mayor presión.

- Fatiga:

Para el cálculo de fatiga, se debe determinar el valor de los esfuerzos fluctuantes que actúan sobre la viga, con la finalidad de determinar el factor de seguridad con el que se encuentra trabajando la viga.

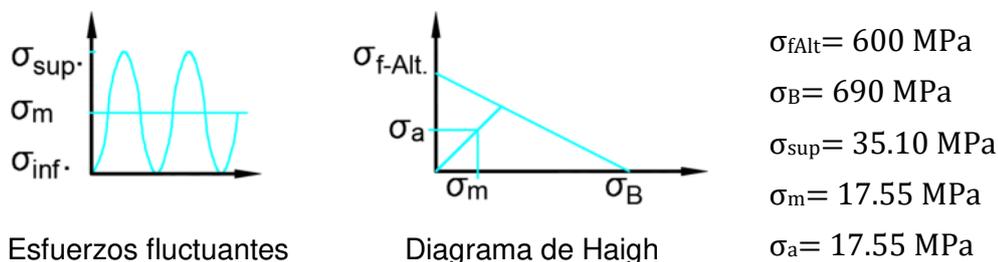


Figura 54. Cargas fluctuantes de fatiga sobre eje Guía

Con los esfuerzos calculados podemos determinar el factor de seguridad resultante:

$$F.S. = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{\sigma_{falt}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_B}} = \frac{1}{\frac{17.55}{600} + \frac{17.55}{690}} = 18$$

Sección roscada de los ejes guía

- Esfuerzo a la tracción de los extremos roscados:

$$d_{res} = \frac{d_2 + d_3}{2} = \frac{45.293 + 44.933}{2} = 45.113 \text{ mm}$$

$$\sigma_n = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times d_{res}^2} = \frac{50 \text{ kN}}{\frac{\pi}{4} \times 45.113^2 \text{ mm}^2} = 31.28 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo cortante en los filetes de la rosca:

El área de la sección de corte de los filetes es:

$$A_c = \pi d_{res} (W_i \times p) \times n_f$$

Donde: $1 \leq n_f \leq \frac{L_T}{p}$

$$A_c = \pi \times 45.113 \times (0.8 \times 5) \times \frac{55}{5} = 6235.97 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{c \text{ filetes}} = \frac{F_c}{A_c}$$

$$\tau_{c \text{ filetes}} = \frac{50 \text{ kN}}{6235.97 \text{ mm}^2} = 8 \text{ MPa}$$

Con un esfuerzo resultante de 8 MPa, se puede afirmar que la sección roscada no fallará para el acero seleccionado con esfuerzo de fluencia de 480 N/mm².

Viga Superior - Tramo EF:

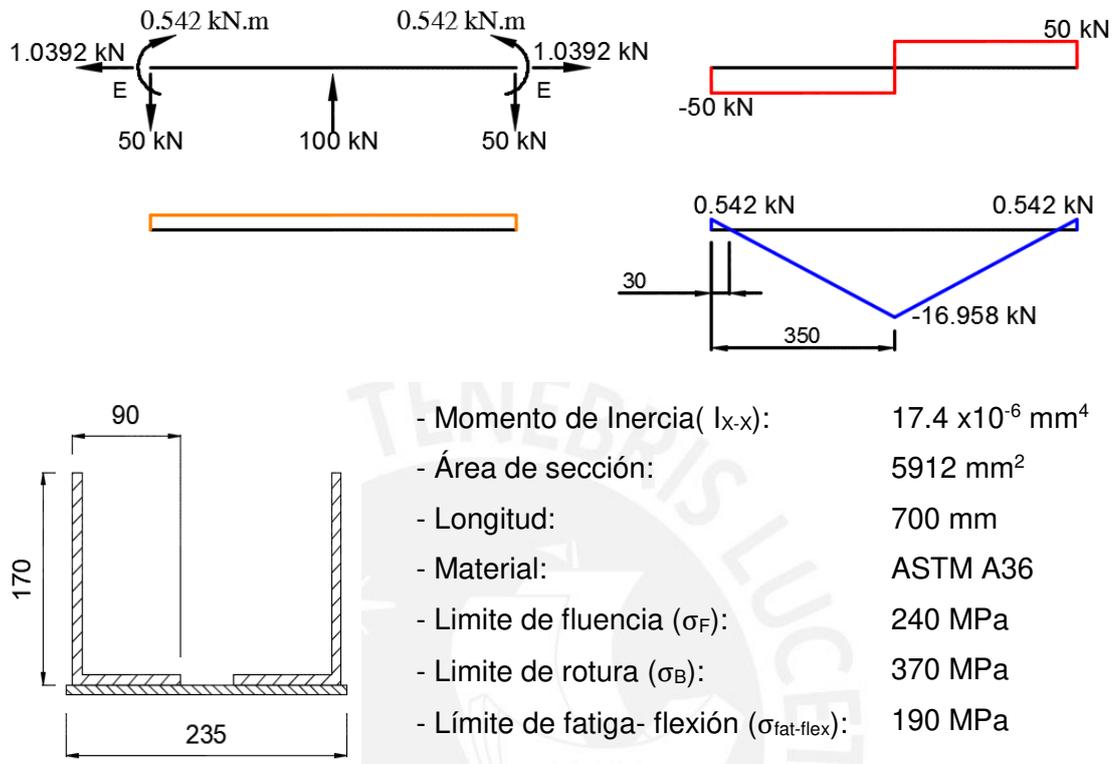


Figura 55. Sección de viga superior

- Esfuerzo cortante:

$$\tau_c = \frac{V}{A} = \frac{50 \text{ kN}}{5912 \text{ mm}^2} = 8.46 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo de flexión:

$$\sigma_f = \frac{M_y}{I}$$

$$\sigma_f \text{ tracción} = \frac{16.96 \text{ kNm} \times 131.08 \text{ mm}}{17.4 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 127.77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_f \text{ compresión} = \frac{16.96 \text{ kNm} \times 46.92 \text{ mm}}{17.4 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 45.7 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo equivalente:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau_c^2} = \sqrt{127.77^2 + 3 \times 8.46^2} = 128.61 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 128.6 \text{ MPa} = \frac{\sigma_F}{F.S.} = \frac{240 \text{ MPa}}{F.S.}$$

Con un esfuerzo equivalente de 128.6 MPa, se obtiene un Factor de Seguridad de 1.86, por lo que se concluye que los valores de diseño son adecuados.

- Fatiga:

Para el cálculo de fatiga, se debe determinar el valor de los esfuerzos fluctuantes que actúan sobre la viga, con la finalidad de determinar el factor de seguridad con el que se encuentra trabajando la viga.

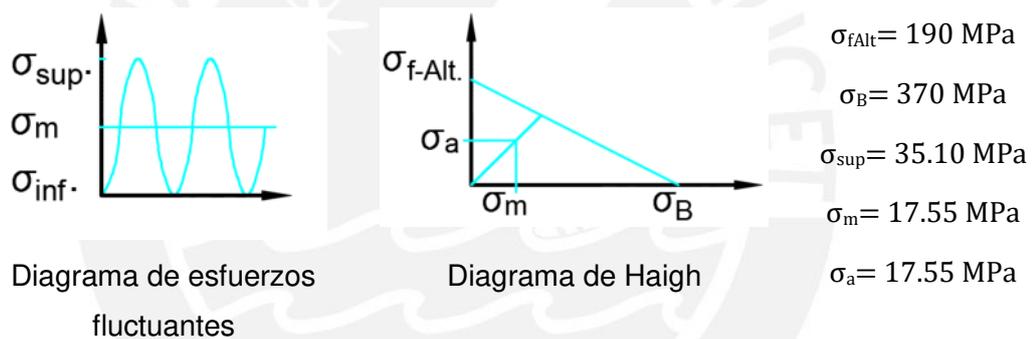


Figura 56. Cargas fluctuantes de fatiga sobre viga superior

Con los esfuerzos calculados podemos determinar el factor de seguridad resultante:

$$F.S. = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{\sigma_{falt}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_B}} = \frac{1}{\frac{77.56}{190} + \frac{77.56}{370}} = 1.62$$

Tramo EF – Viga Inferior:

Está fabricada por planchas de acero estructural ASTM A36 con espesor de 8 milímetros conformadas, doblemente empotrada y sometida a una fuerza distribuida de flexión de 100 kN.

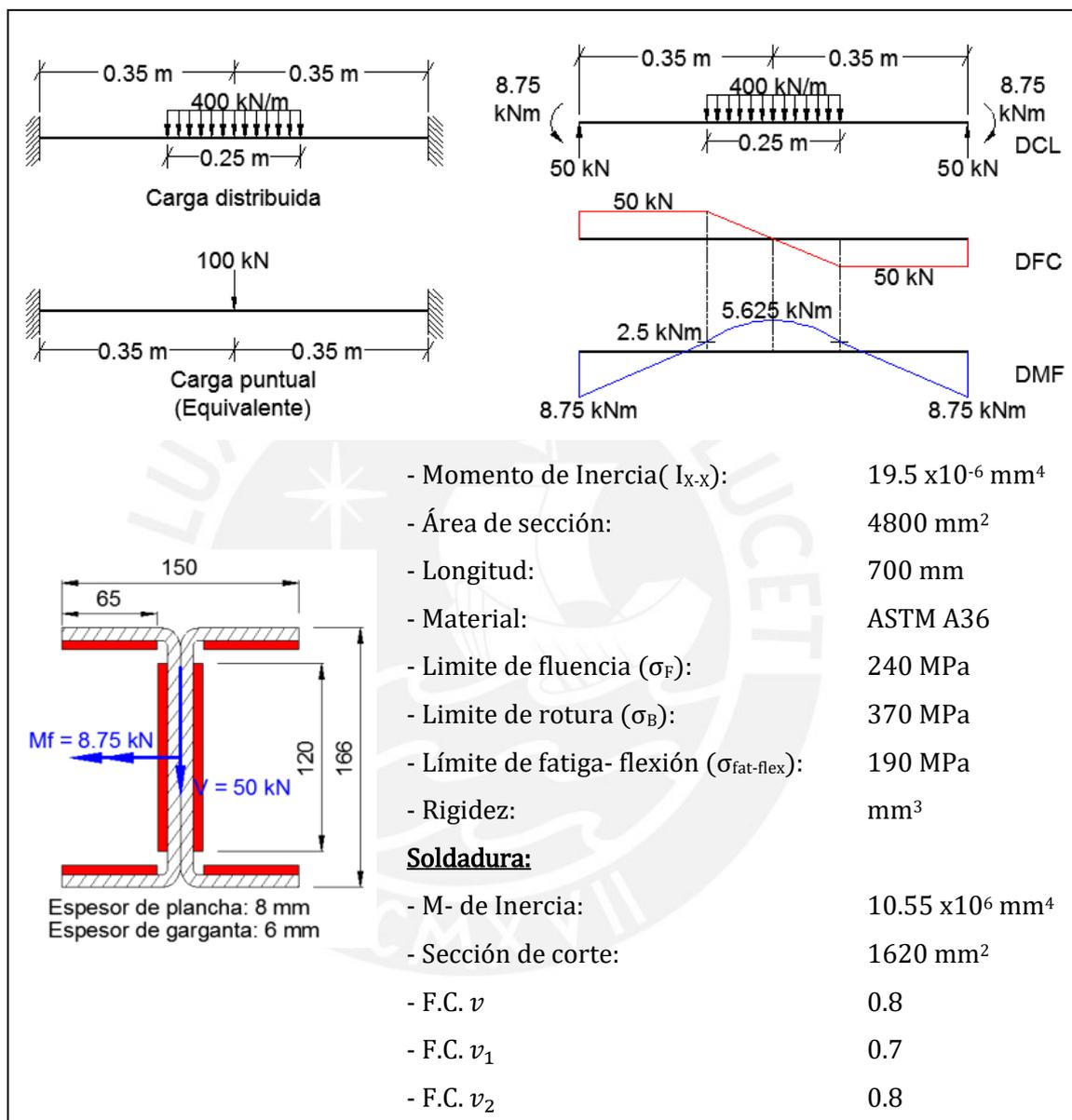


Figura 57. Diagramas de carga y propiedades de viga inferior

- Momento de reacción en los extremos:

$$M_o = \frac{FL}{8} = \frac{100 \text{ kN} \times 0.7 \text{ m}}{8} = 8.75 \text{ kNm}$$

- Esfuerzo cortante:

$$\tau_c = \frac{V}{A} = \frac{50 \text{ kN}}{4800 \text{ mm}^2} = 10.42 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo de flexión:

$$\sigma_f = \frac{M_y}{I}$$

$$\sigma_{f \text{ tracción}} = \frac{8.75 \text{ kNm} \times 83 \text{ mm}}{19.49 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 37.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{f \text{ compresión}} = \frac{8.75 \text{ kNm} \times 83 \text{ mm}}{19.49 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 37.3 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo equivalente:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau_c^2} = \sqrt{37.3^2 + 3 \times 10.42^2} = 41.44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 41.44 \text{ MPa} < \sigma_{adm} = \frac{\sigma_F}{F.S.} = \frac{240 \text{ MPa}}{1.25} = 192 \text{ MPa}$$

- Fatiga:

La viga se encuentra sometida a una carga fluctuante, que aparece únicamente cuando el vástago del cilindro hidráulico se encuentra totalmente extendido y comprimiendo el adobe.

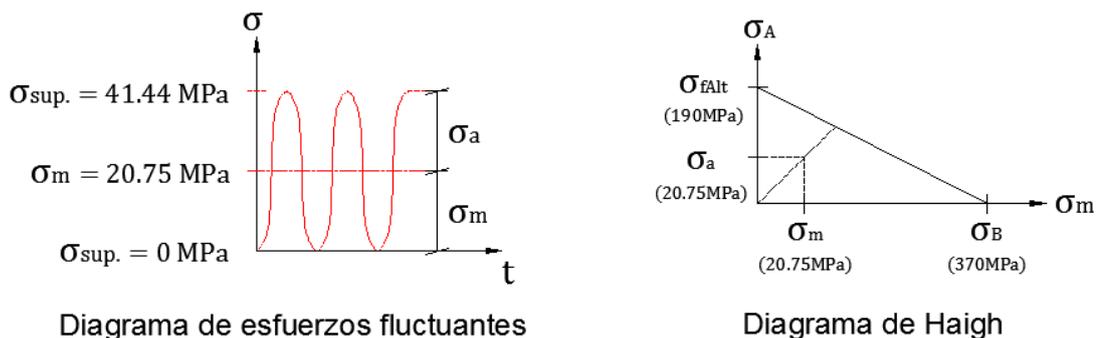


Figura 58. Cargas fluctuantes sobre la viga

$$\sigma_{f\ alt} = 190\ MPa$$

$$\sigma_m = 20.75\ MPa$$

$$\sigma_B = 370\ MPa$$

$$\sigma_a = 20.75\ MPa$$

Con los esfuerzos de la viga que se puede ver en el diagrama de Haigh, podemos conocer el factor de seguridad a la fatiga:

$$F.S. = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{\sigma_{f\ alt}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_B}} = \frac{1}{\frac{20.75}{190} + \frac{20.75}{370}} = 3$$

- Uniones soldadas:

Se usa “Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)”, con electrodo E6011 o con “Soldadura por arco con alambre y protección gaseosa (GMAW)” con electrodos ER70S-2.

- Esfuerzo de flexión – Unión soldada:

$$\sigma_f = \frac{8.75\ kNm \times 75\ mm}{10.55 \times 10^6\ mm^4} = 62.2\ MPa$$

- Esfuerzo de corte – Unión soldada:

$$\tau_c = \frac{50\ kN}{1620\ mm^2} = 30.86\ MPa$$

- Esfuerzo equivalente – Unión soldada:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 1.8\tau_c^2} = \sqrt{62.2^2 + 1.8 \times 30.86^2} = 74.7\ MPa$$

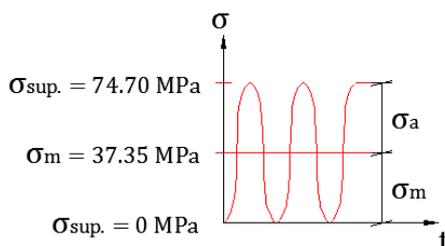
$$\sigma'_{eq} = \frac{\sigma_{eq}}{v_1} = \frac{74.72 \text{ MPa}}{0.8} = 93.4$$

- Resistencia a carga estática – Unión soldada:

$$\sigma_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_F / F.S. = 0.8 \times 0.8 \times 240 / 1.5 = 102.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 74.7 \text{ MPa} \leq \sigma_{Adm} = 102.4 \text{ MPa}$$

- Resistencia a la fatiga (Carga pulsante) – Unión soldada:



$$\sigma'_{eq a} \leq \sigma'_{fAL}$$

$$\sigma'_{eq a} = \sigma_a / v_2 = 37.35 \text{ MPa} / 0.8 = 46.70 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{fAL} = v_2 \cdot \sigma_{fAL} / F.S. = 0.8 \times 185 / 1.5 = 98.7 \text{ MPa}$$

2.14.3 Cálculo por rigidez del sistema

La rigidez de un elemento relaciona la capacidad de admitir deformaciones cuando este es sometido a una fuerza exterior, mientras más rígido es el elemento menor deformación presentará. Las máximas deformaciones ocurren cuando el cilindro ejerce su mayor fuerza de compactación, las cuales deben estar dentro de un rango de valores admisibles. Por la forma simétrica del sistema, se puede determinar fácilmente las deformaciones.

Todas las fuerzas y momentos aplicados sobre la viga y columnas ya han sido determinados por el método de Cross. Se procede entonces con el cálculo de las deflexiones matemáticamente a partir de la ecuación diferencial de la elástica de una viga.

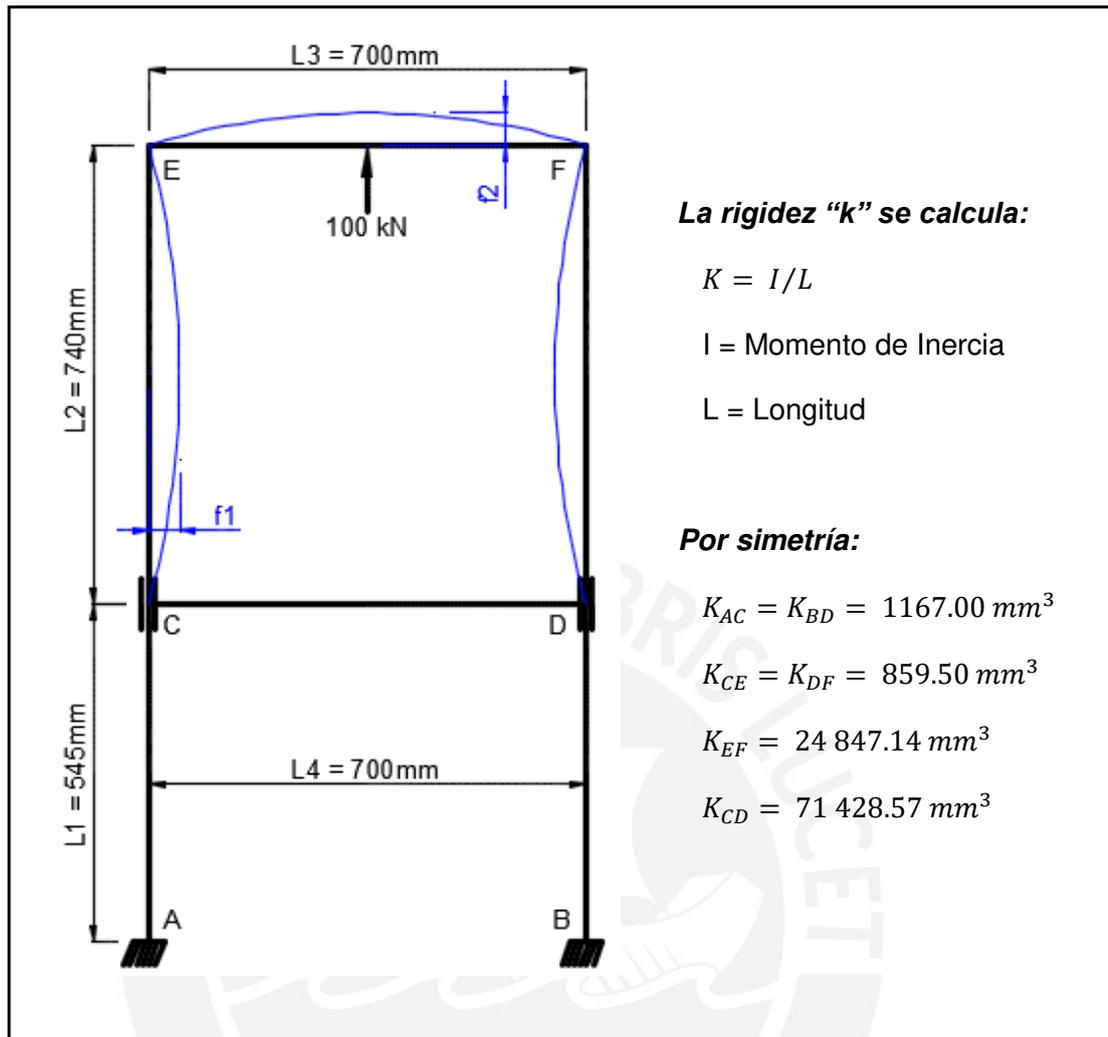


Figura 59. Cargas fluctuantes

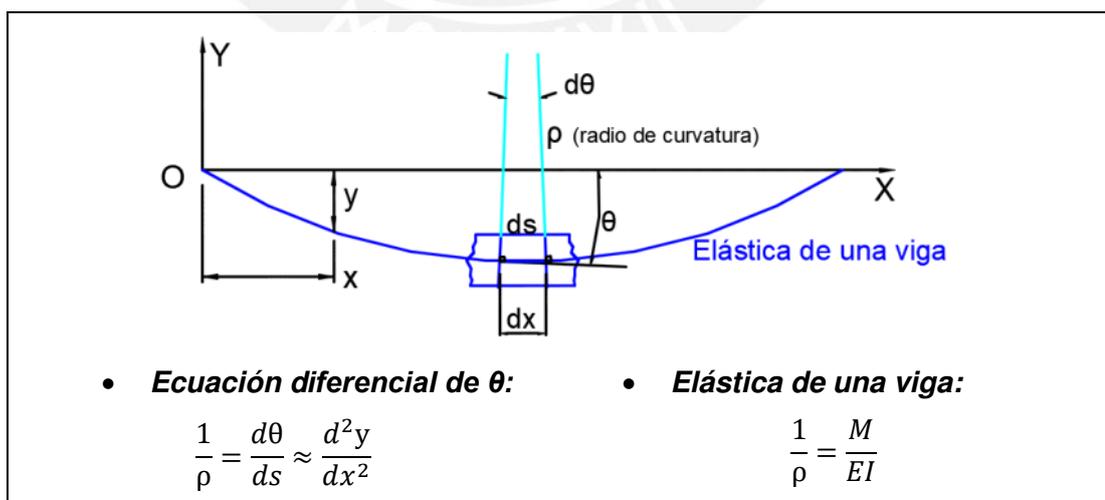


Figura 60. Modelo de elástica de una viga

Igualando ambas expresiones se obtiene la **Ecuación diferencial de la elástica de una viga** que permite calcular el valor de deformación “y” para cualquier valor de “x”. A partir de esta expresión se procede a calcular las deformaciones en función del momento.

$$M = EI \frac{d^2y}{dx^2} \quad (\text{Ecuación diferencial de la elástica de una viga})$$

Deflexión en viga superior

Obtenemos la ecuación de momentos realizando una sección en la viga.

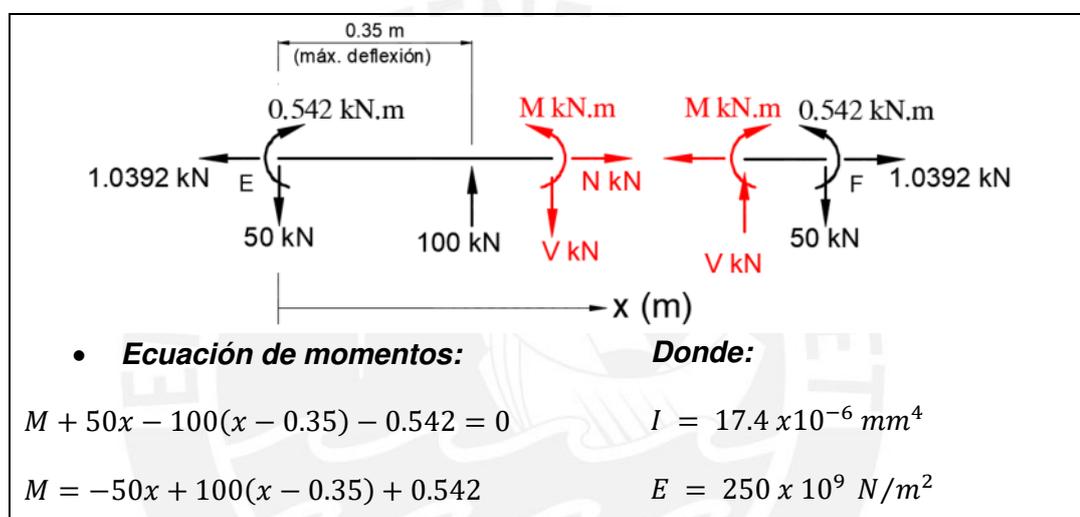


Figura 61. Cargas fluctuantes

Reemplazando la ecuación de momentos en la elástica de la viga e integrando:

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -50x + 100(x - 0.35) + 0.542$$

$$EI \frac{dy}{dx} = -25x^2 + 50(x - 0.35)^2 + 0.542x + C_1$$

$$EIy = -\frac{25}{3}x^3 + \frac{50}{3}(x - 0.35)^3 + 0.271x^2 + C_1x + C_2 \quad (\text{Ecuación de deflexión})$$

Condiciones de borde:

$$x = 0 \quad \rightarrow \quad y = 0 \quad \rightarrow \quad C_2 = 0.7145$$

$$x = 0.7 \quad \rightarrow \quad y = 0 \quad \rightarrow \quad C_1 = 1.852$$

En la ecuación de deflexión se halla la máxima deflexión en 0.35 metros.

$$EIy = -\frac{25}{3}[0.35^3] + \frac{50}{3}([0.35] - 0.35)^3 + 0.271[0.35^2] + 1.852[0.35] + 0.7145$$

$$x = 0.35 \text{ m} \quad \rightarrow \quad y = 0.000173 \text{ m} = 0.17 \text{ mm}$$

Deflexión en columnas guías

Se elabora la ecuación de momentos. Esta ecuación es válida en el tramo CE, es decir físicamente con los valores de "x" que van desde 0.545 m hasta 1.285 metros, tramo donde se encuentra la máxima deflexión. Pero matemáticamente puede tomar valores de 0 a 0.74m.

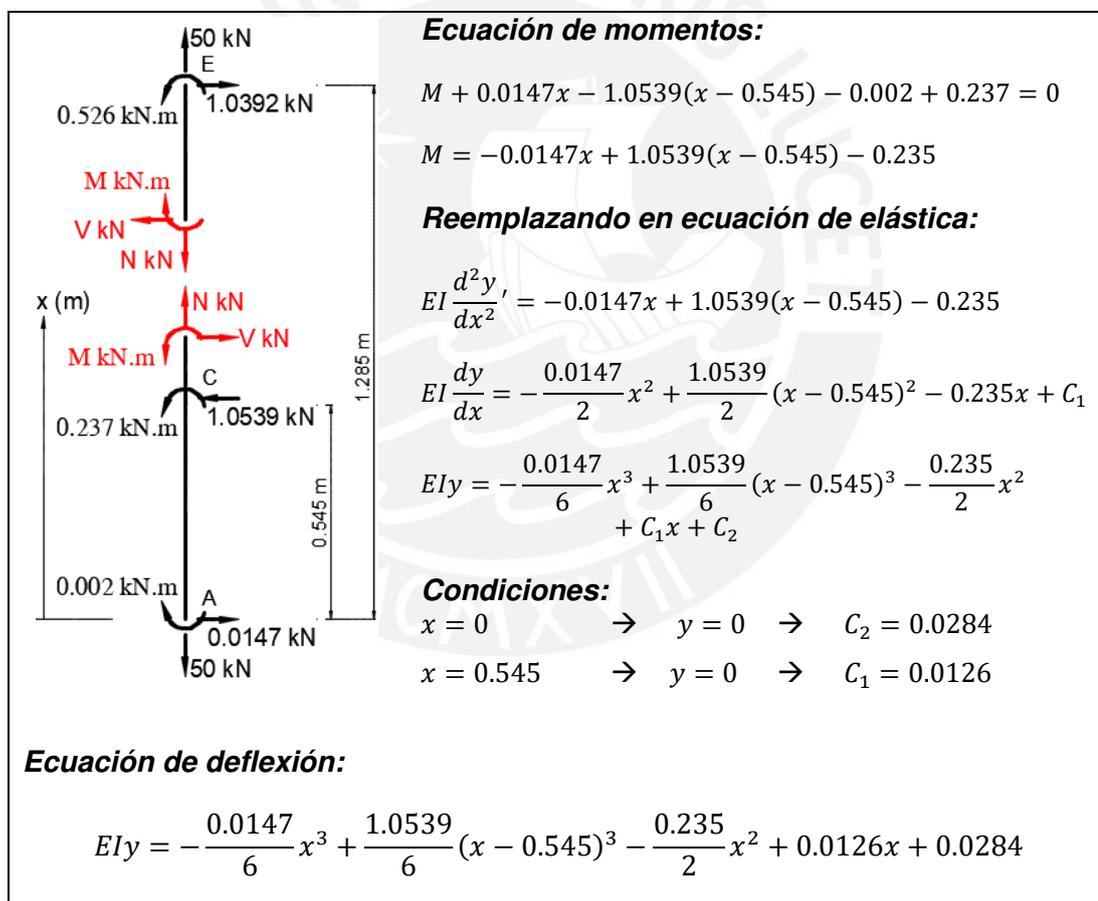


Figura 62. Deflexión en columnas

A partir de la integral de la elástica, se halla el punto de máxima deformación al igualar " $EI \frac{dy}{dx}$ " con el valor de cero para hallar puntos de inflexión.

$$EI \frac{dy}{dx} = 0 = -\frac{0.0147}{2}x^2 + \frac{1.0539}{2}(x - 0.545)^2 - 0.235x + 0.0126$$

$$EI \frac{dy}{dx} = 0 = 0.5196x^2 - 0.8094x + 0.1691$$

Resolviendo la ecuación cuadrática se obtiene:

$$x_1 = 1.3091$$

$$x_2 = 0.2486$$

El único valor posible es el de 0.2486, ya que "x" adopta valores entre 0 y 0.74 metros.

Reemplazando en ecuación de deflexión:

$$x = 0.2486 \text{ m} \quad \rightarrow \quad y = 0.000015 \text{ m} = 0.015 \text{ mm}$$

***Nota:** Valor real de la máxima deflexión es 0.2486 metros más 0.545 metros. Es decir a 0.7936 metros de altura en los ejes guía.

Para este tipo de estructura se permite una deflexión máxima de un quinientosavo de la luz de la viga.

	Luz (mm)	Deflexión admisible (mm) $\left[\delta_{adm} = \frac{L}{500} \right]$	Deflexión existente (mm)
Viga	700	1.4	0.17 (cumple)
Ejes guía	1285	2.57	0.015 (cumple)

Se observa que las deflexiones de los elementos son menores que las tolerancias aceptadas, por ello se concluye que el diseño por rigidez de la estructura es adecuado para el trabajo requerido.

2.14.4 Verificación del diseño por elementos finitos

Mediante el software de simulación Autodesk Inventor se comprueba la resistencia y rigidez de los componentes. En la figura se observa el modelo de esfuerzos y deformaciones para el pórtico en evaluación para una carga estática de 100 kN.

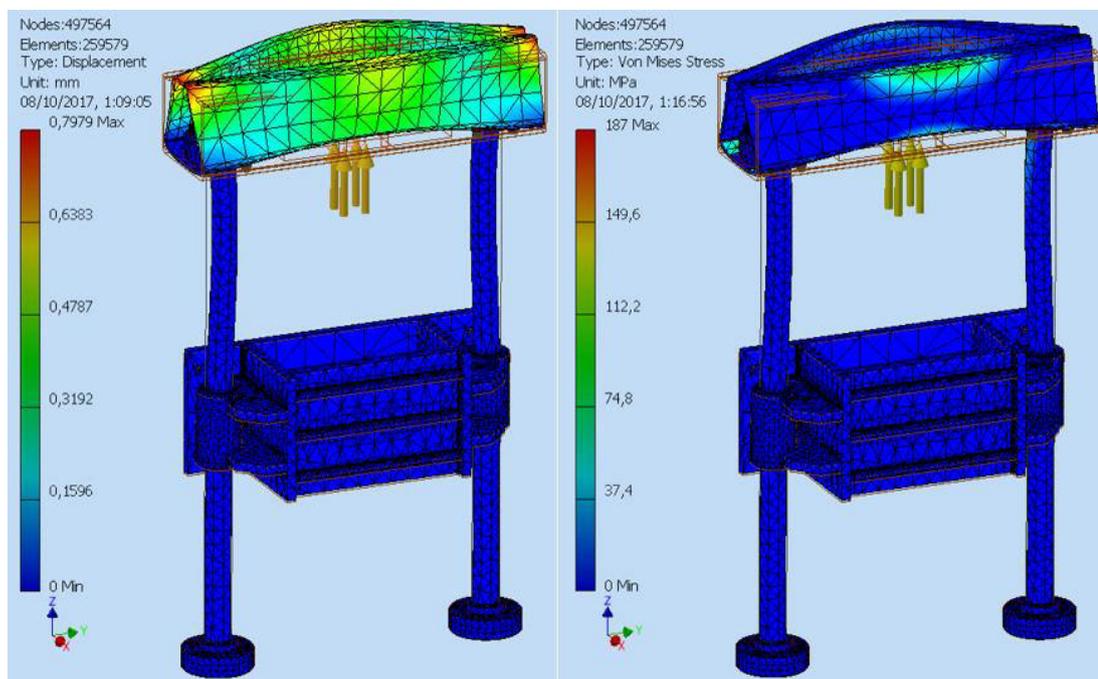


Figura 63. Modelamiento de pórtico
Izquierda: Modelo de deformaciones. Derecha: Modelo de esfuerzos

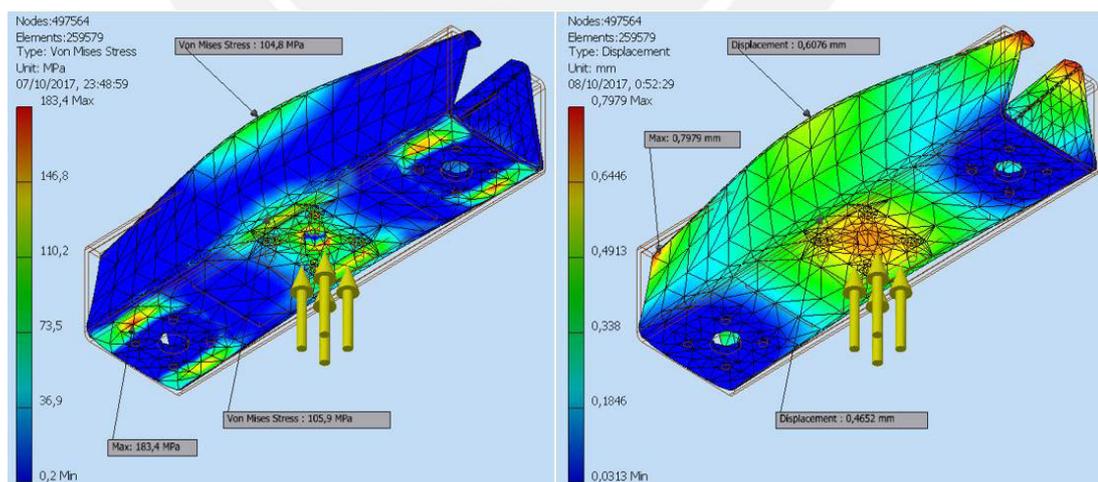


Figura 64. Modelamiento de pórtico
Izquierda: Modelo de esfuerzos. Derecha: Modelo de deformaciones

Analizando la viga superior se observa que los esfuerzos máximos, en rojo, corresponden a concentraciones de esfuerzo puntuales en los apoyos. Mientras que estructuralmente los valores de esfuerzo equivalente son de 105 MPa, que es adecuado para el funcionamiento. El desplazamiento máximo por deformación en la viga es de 0.6 milímetros, que es un valor aceptable para la luz de la misma.

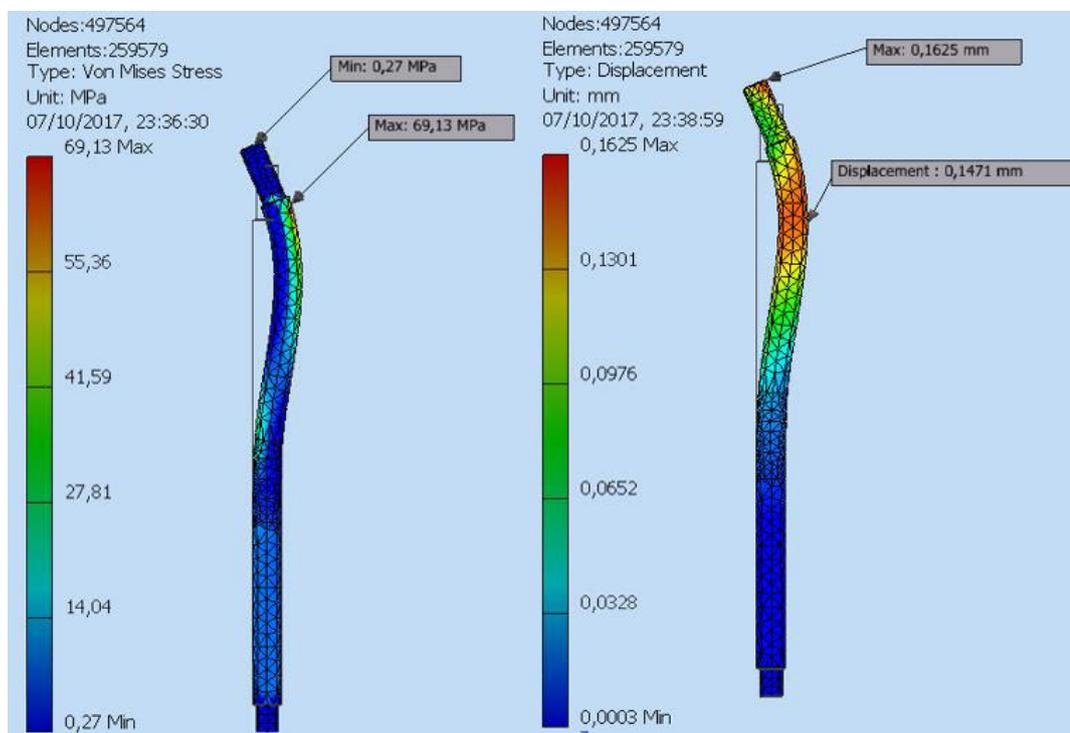


Figura 65. Modelamiento de pórtico
Izquierda: Modelo de esfuerzos. Derecha: Modelo de deformaciones

Analizando las columnas guías se puede verificar que su máximo esfuerzo es de casi 70 MPa y su máximo desplazamiento es de 0.1471 milímetros. Estos valores son congruentes con los cálculos según métodos analíticos, y son adecuados para el diseño de la máquina.

Mediante la simulación del sistema se puede observar que los valores obtenidos son congruentes con los valores obtenidos analíticamente. Tanto los valores de esfuerzo y deformaciones son adecuados para el funcionamiento deseado.

Se puede concluir que la máquina para la fabricación de adobes cumple estructuralmente las condiciones de diseño para las cargas de servicio y que no fallará por resistencia y las deformaciones se encuentran dentro de valores adecuados para el servicio.

2.14.5 Unión atornillada de las bridas

Son cuatro de bridas de amarre para las columnas guías. Estas uniones atornilladas constarán de 4 pernos M12 de paso regular, las cuales estarán sometidas a un total de 50kN, lo que individualmente sería 12.5kN de carga en cada perno.

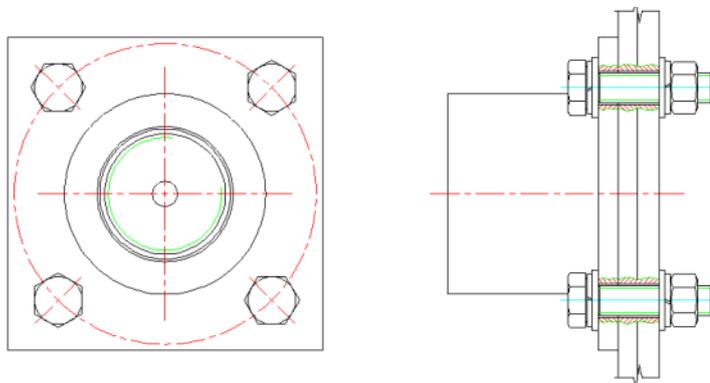


Figura 66. Brida de eje guía

Se exponen las constantes involucradas en la unión atornillada de los pernos.

- Constante de rigidez del perno: $C_t = 148\,677\text{ N/mm}$
- Constante de rigidez de las placas: $C_p = 140\,820.86\text{ N/mm}$
- Factor de distribución de carga: $n = 1$
 $\phi = 0.51357$
- Fuerza de asentamiento:

$$\delta_{as} = 3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 = 19\ \mu\text{m}$$

Con lo que la fuerza de asentamiento será: $F_{as} = \phi C_p \times \delta_{as}$

$$F_{as} = 0.51357 \times 148\,677\text{ [N/mm]} \times 19[\mu\text{m}] = 1.45\text{ kN}$$

- Aplicación de la fuerza exterior

Se conoce la fuerza exterior ($F_{ext} = 12.5\text{ kN}$), la cual se distribuye entre los tornillos y las placas, según el factor de distribución de carga.

Componente de la fuerza exterior sobre el tornillo:

$$F_{ext/t} = n\phi \times F_{ext} = 1 \times 0.51357 \times 12.5\text{ kN} = 6.42\text{ kN}$$

Componente de la fuerza exterior sobre las placas:

$$F_{ext/p} = (1 - n\phi) \times F_{ext} = (1 - 1 \times 0.51357) \times 12.5\text{ kN} = 6.08\text{ kN}$$

- Fuerza de montaje mínima requerida: $F_{Mmín} = F_{as} + F_{ext/p} + F_{res}$

Donde: $F_{res} = \frac{F_{trans}}{\mu_r}$

Por no presentar fuerzas transversales, la fuerza residual necesaria es nula.

$$F_{Mmín} = 1.45 \text{ kN} + 6.42 \text{ kN} + 0 \text{ kN} = 7.87 \text{ kN}$$

- Factor de ajuste: $\alpha_A = 1.6$ (ajuste con torquímetro)

- Fuerza de montaje: $F_{Mmáx} = \alpha_A \times F_{Mmín}$

$$F_{Mmáx} = 1.6 \times 7.87 \text{ kN} = 12.6 \text{ kN}$$

- Torque de montaje:

$$\tan \phi = P/\pi d_2 = 1.75/\pi \times 10.863 = 0.0513 \quad \phi = 2.94^\circ$$

$$\tan \rho' = \mu_r/\cos(\alpha/2) = 0.14/\cos(60/2) = 0.16 \quad \rho' = 9.09^\circ$$

$$M_{tM} = \frac{F_M}{2} \times d_2 \times \tan(\phi + \rho')$$

$$M_{tM} = \frac{12.6 \text{ kN}}{2} \times 10.863 \times \tan(2.94 + 9.09) = 14.58 \text{ Nm}$$

- Verificación de esfuerzos durante el montaje

$$\sigma_M = \frac{F_M}{A_{res}} = \frac{12.6 \text{ kN}}{84.3 \text{ mm}^2} = 149 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tM} = \frac{M_{tM}}{\pi d_{res}^3/16} = \frac{14.58 \text{ Nm}}{\pi \times 10.358^3/16} = 66.82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqM} = \sqrt{\sigma_M^2 + 3\tau_{tM}^2} \leq v \times \sigma_f \quad \text{Donde: } v = 0.9 \text{ (VDI 2230)}$$

$$\sigma_{eqM} = \sqrt{149^2 + 3 \times 66.82^2} \leq 0.9 \times 640 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqM} = 188.67 \leq 576 \text{ MPa}$$

- Verificación de esfuerzos por carga estática

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_M^2 + 3(k \times \tau_{tM})^2} \leq \sigma_f$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{149^2 + 3(0.5 \times 66.82)^2} \leq 640 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 159.84 \leq 640 \text{ MPa}$$

- Verificación de esfuerzos por fatiga

$$F_{ext/t \text{ sup.}} = 19.02 \text{ kN} \quad y \quad F_{ext/t \text{ inf.}} = 12.6 \text{ kN}$$

$$\sigma_{A/t} = (F_{ext/t \text{ sup.}} - F_{ext/t \text{ inf.}}) / (2 \times A_s)$$

$$\sigma_{A/t} = (19.02 \text{ kN} - 12.6 \text{ kN}) / (2 \times 84.3 \text{ mm}^2) = 38.08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = 0.85 \times \left(\frac{150}{d} + 45 \right) = 0.85 \times \left(\frac{150 \text{ N/mm}}{12 \text{ mm}} + 45 \text{ MPa} \right) = 48.88 \text{ MPa}$$

$$F.S. = \sigma_A / \sigma_{A/t} = 48.88 / 38.08 = 1.28$$

- Esfuerzo de aplastamiento en las superficies de contacto

$$A_c = \frac{\pi \times (d_1^2 - d_{ag}^2)}{4} = \frac{\pi \times (18^2 - 13^2)}{4} = 121.74 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{F_c}{A_c} \leq p_{adm}$$

$$p = \frac{19.02 \text{ kN}}{121.74 \text{ mm}^2} = 156.25 \text{ MPa} \leq p_{adm} = 700 \text{ MPa}$$

2.14.6 Cámara de compactación

La cámara de compactación estará sometida a una presión máxima de 12.5 kg/cm^2 , cuando se esté comprimiendo el adobe. Esta presión será transmitida a los cordones de soldadura, los cuales serán los que resistan esta presión.

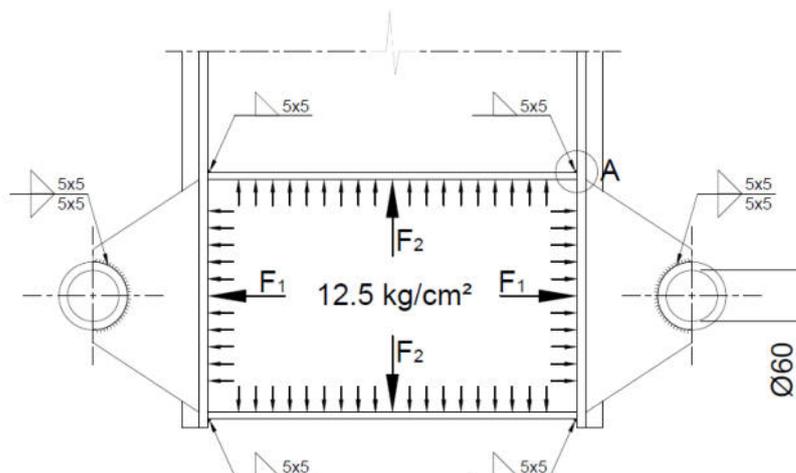


Figura 67. Cámara de compresión

En la figura 1 se puede ver la distribución de la presión sobre las paredes de la cámara de compactación y sus resultantes equivalentes. Además se puede ver la ubicación de los cordones de soldadura, los cuales resistirán el efecto de la presión interna de 12.5 kg/cm^2 sobre las paredes.

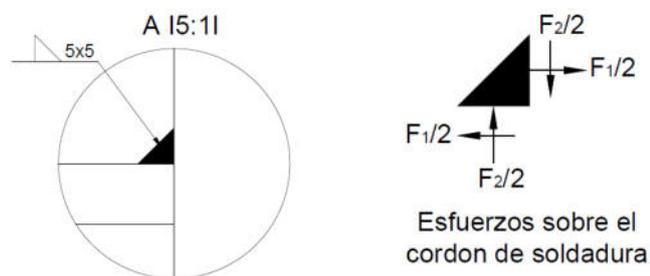


Figura 68. Fuerzas sobre el cordón de soldadura

Cálculo de las uniones soldadas

Los cordones de soldadura se encuentran sometidos a esfuerzos cortantes y de tracción sobre sus lados. Los cordones deben ser soldados de modo que sus lados midan 5 milímetros y la longitud de la garganta del cordón sea de 3.5 milímetros.

- **Fuerzas equivalentes sobre las paredes**

Las fuerzas resultantes sobre las paredes de la cámara de compactación son:

$$F_{resultante} = Presión \times Área$$

$$F_1 = 12.5 \frac{kg}{cm^2} \times [20cm \times 15 cm] = 3750 kg = 37.5 kN$$

$$F_2 = 12.5 \frac{kg}{cm^2} \times [40cm \times 15 cm] = 7500 kg = 75 kN$$

- **Esfuerzos sobre los cordones de soldadura**

Los esfuerzos normales y cortantes sobre los lados de la figura 2, son:

$$n_1 = t_{n_2} = \frac{F_1}{2} / Área$$

$$n_1 = t_{n_2} = \frac{37.5 kN}{2} / [3.5 mm \times 150 mm] = 35.7 MPa$$

$$n_2 = t_{n_1} = \frac{F_2}{2} / Área$$

$$n_2 = t_{n_1} = \frac{75 kN}{2} / [3.5 mm \times 150 mm] = 71.4 MPa$$

- **Esfuerzo equivalente**

El esfuerzo equivalente sobre el cordón de soldadura se calcula según la teoría del máximo esfuerzo normal para cada cateto, de la siguiente forma:

$$\sigma_{eq} = 0.5n + 0.5 \sqrt{n^2 + 4(t_n^2 + t_a^2)}$$

Sobre el lado del cateto vertical:

$$\sigma_{eq_1} = 0.5 \times 35.7 + 0.5 \sqrt{35.7^2 + 4 \times 71.4^2} = 91.5 \text{ MPa}$$

Sobre el lado del cateto horizontal:

$$\sigma_{eq_2} = 0.5 \times 71.4 + 0.5 \sqrt{71.4^2 + 4 \times 35.7^2} = 86.2 \text{ MPa}$$

- **Esfuerzo admisible**

El esfuerzo admisible para la sección soldada se calcula en base al esfuerzo de fluencia del material base, multiplicado por determinados factores:

$$\sigma_{adm} = \frac{v \times v_2 \times \sigma_f}{FS_R}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{0.8 \times 0.8 \times 250 \text{ MPa}}{1.2}$$

$$\sigma_{adm} = 133.3 \text{ MPa}$$

Se verifica que el esfuerzo equivalente es menor que el esfuerzo admisible:

$$\sigma_{eq} = 91.5 \text{ MPa} \leq \sigma_{adm} = 133.3 \text{ MPa}$$

Se comprueba de esta manera que las uniones soldadas soportan los esfuerzos producidos por la presión de compresión de 12.5 kg/cm².

- **Placa de compresión**

La placa de compresión de compresión y las planchas usadas para la fabricación del molde de adobes, se fabricará con acero estructural resistente a la corrosión tipo CORTEN de 0.75 pulgadas (19 mm). Estas planchas serán mecanizadas. Adicionalmente se le dará una capa de galvanizado a las planchas, esto ayudará a evitar la corrosión que pueda producirse con la humedad del barro usado para la fabricación de adobes. Por otro lado las partes de la máquina que también se encuentren en contacto con el barro, serán pintadas con una capa de base zincromato una capa de pintura anticorrosiva.

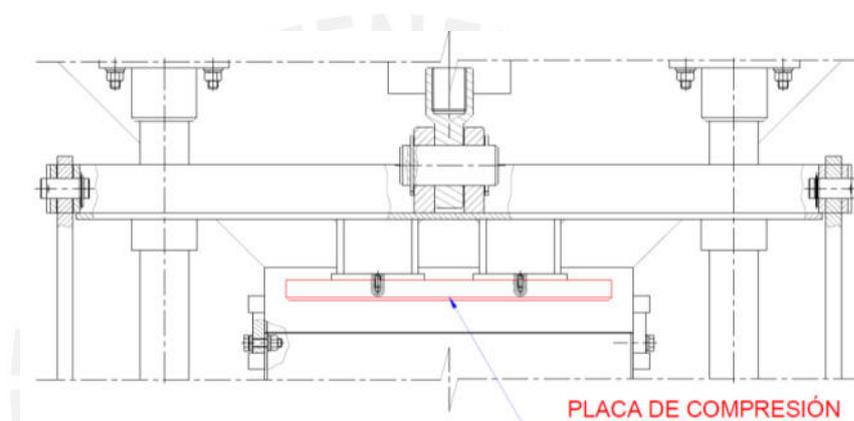


Figura 69. Ubicación de la placa de compresión

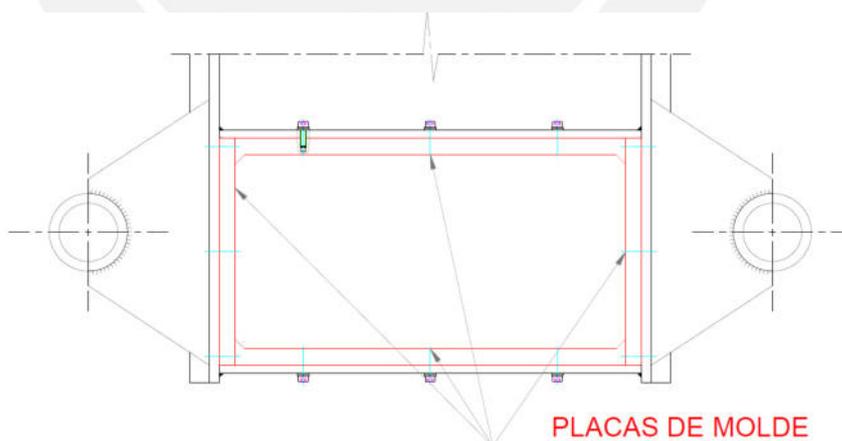


Figura 70. Placas de molde de compactación

2.14.7 Unión atornillada del cilindro de compresión

El montaje es con cuatro pernos M20 x 1.5, como lo requiere el montaje básico con los agujeros roscados del cilindro hidráulico. Esta unión resiste 100 kN en total, haciendo una carga sobre cada perno de 25 kN.

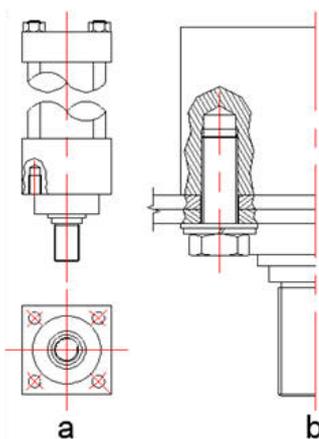


Figura 71. Unión atornillada del cilindro de compresión

Datos de la unión atornillada:

Número de pernos:	4
Medida de pernos:	M20 x 1.5
Grado del material:	8.8
Límite de fluencia:	$\sigma_F = 640 \text{ MPa}$
Límite de tracción:	$\sigma_B = 800 \text{ MPa}$
Díámetro resistente:	18.392 mm
Área resistente (A_{res}):	272 mm ²
Coef. de fricción general:	$\mu = 0.14$
Factor de ajuste (α_A):	1.4

- Constante de rigidez del perno

La constante de rigidez del perno se calcula con las dimensiones de cada tramo como en la figura 54 y el módulo de elasticidad del acero, con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_I} + \frac{1}{C_{II}} + \frac{1}{C_{III}} + \frac{1}{C_{IV}}$$

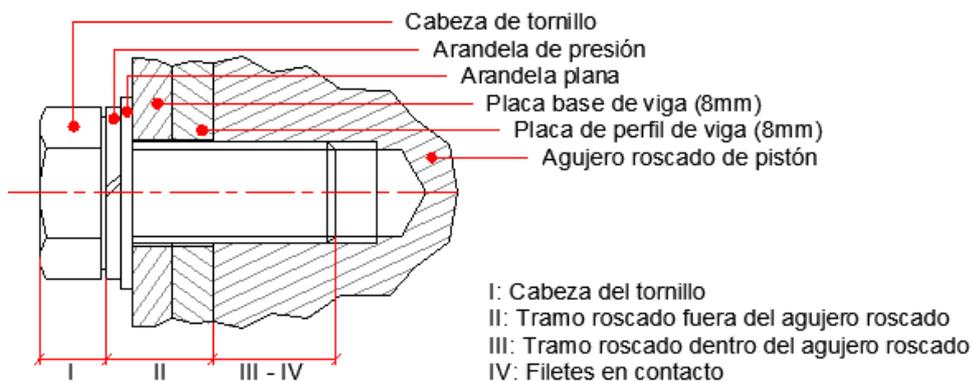


Figura 72. Unión atornillada y tramos del tornillo

Donde el coeficiente de rigidez de cada tramo del tornillo es:

$$C_i = \frac{E\pi}{4} \times \frac{d_i^2}{L_i}$$

Los diámetros y longitudes correspondientes son:

TABLA 9. Tramos de la unión atornillada

Tramo	d_i (mm)		L_i (mm)		Comentarios
I	d	20	0.5 d	10	Tornillo de cabeza hexagonal
II	d_3	18.128	L_{II}	21	Tramo roscado libre
III	d_3	18.128	L_{III}	24	Tramo roscado atornillado
IV	d	20	0.33 d	6.6	Filetes en contacto de agujero roscado

Reemplazando los valores mencionados en la ecuación, se obtiene que la constante de rigidez del perno es:

$$C_t = 1\,367\,386.73 \text{ N/mm}$$

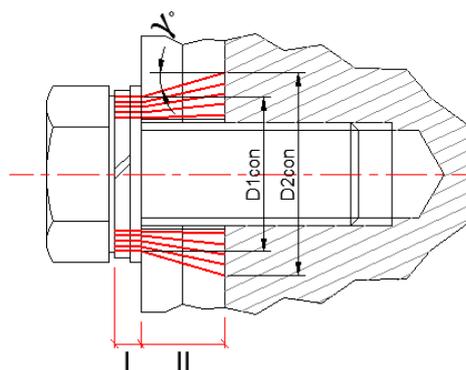
- Constante de rigidez de las placas

La constante de rigidez de las placas se aproxima como la formación de un cilindro de líneas de fuerza, y un tronco de cono por donde continúan las líneas de fuerza.

Cilindro:

$$C_{cil} = \frac{\pi E}{4} \times \frac{(D_{int}^2 - D_{ag}^2)}{8}$$

$$C_{cil} = \frac{\pi E}{4} \times \frac{(30^2 - 21^2)}{8} = 9463066.12 \text{ N/mm}$$



I: Coeficiente de rigidez de arandelas (forma de cilindro)

II: Coeficiente de rigidez de las placas (forma de tronco de cono)

Figura 73. Tramos y diámetros para el cálculo de la constante de rigidez de las placas

Tronco de cono:

$$C_{cono} = \pi E \times \frac{D_{ag} \times \tan \gamma}{\ln \left[\frac{(D_{2con} - D_{ag})(D_{1con} + D_{ag})}{(D_{2con} + D_{ag})(D_{1con} - D_{ag})} \right]}$$

$$tg \gamma = 0.348 + 0.013 \ln(\beta_L) + 0.193 \ln \varepsilon$$

$$\beta_L = L_p / d_1$$

$$\varepsilon = D_{ext} / d_1$$

Reemplazando los valores adecuados en las ecuaciones, tenemos que el valor de la constante de rigidez del cono será:

$$C_{cono} = 10\,063\,127.6 \text{ N/mm}$$

Con lo que el valor real del coeficiente de rigidez de las placas será:

$$\frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_{cil}} + \frac{1}{C_{cono}}$$

$$C_p = 4\,876\,954.44 \text{ N/mm}$$

- Factor de distribución de carga

$$n = \frac{L_n}{L_k}$$

$$n = \frac{20 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 1$$

$$\phi = \frac{C_t}{C_t + C_p}$$

$$\phi = 0.21898$$

- Fuerza de asentamiento

Para el cálculo de la fuerza de asentamiento en primer lugar se procede a calcular el valor total de deformación de asentamiento:

Altura promedio de la rugosidad R_z (μm)	Carga	Valores para el asentamiento δ_{as} . Por par de superficies. (μm)		
		En los hilos	Cabeza o tuerca	Entre placas
$R_z < 10$	Normal	3,0	2,5	1,5
	Transversal (corte)	3,0	3,0	2,0
$10 \leq R_z < 40$	Normal	3,0	3,0	2,0
	Transversal (corte)	3,0	4,5	2,5
$40 \leq R_z < 160$	Normal	3,0	2,0	3,0
	Transversal (corte)	3,0	2,5	3,5

R_z : promedio de la profundidad de la rugosidad. Promedio aritmético de cinco profundidades significativas consecutivas en la longitud de medición.

VDI 2230 Parte 1 – Febrero 2003

VDI: Verein Deutscher Ingenieure (Sociedad de Ingenieros Alemanes)

Figura 74. Valores recomendados de asentamiento [PAUL10]

$$\delta_{as} = 3 + 2 + 2 + 2 + 3 = 12 \mu\text{m}$$

Con lo que la fuerza de asentamiento será:

$$F_{as} = \phi C_p \times \delta_{as}$$

$$F_{as} = 0.21898 \times 4\,876\,954.44 [N/mm] \times 12 [\mu m] = 12.8 \text{ kN}$$

- Aplicación de la fuerza exterior

Se conoce la fuerza exterior ($F_{ext} = 25 \text{ kN}$), la cual se distribuye entre los tornillos y las placas, según el factor de distribución de carga.

Componente de la fuerza exterior sobre el tornillo:

$$F_{ext/t} = n\phi \times F_{ext} = 1 \times 0.21898 \times 25 \text{ kN} = 5.47 \text{ kN}$$

Componente de la fuerza exterior sobre las placas:

$$F_{ext/p} = (1 - n\phi) \times F_{ext} = (1 - 1 \times 0.21898) \times 25 \text{ kN} = 19.53 \text{ kN}$$

- Fuerza de montaje mínima requerida:

$$F_{M\text{mín}} = F_{as} + F_{ext/p} + F_{res}$$

Donde: $F_{res} = \frac{F_{trans}}{\mu_r}$

No se presentan fuerzas transversales, entonces la fuerza residual es nula.

$$F_{M\text{mín}} = 12.8 \text{ kN} + 19.53 \text{ kN} + 0 \text{ kN}$$

$$F_{M\text{mín}} = 32.33 \text{ kN}$$

- Factor de ajuste: $\alpha_A = 1.6$ (Ajuste con torquímetro)
- Fuerza de montaje: $F_{M\text{máx}} = \alpha_A \times F_{M\text{mín}}$
 $F_{M\text{máx}} = 1.6 \times 32.33 \text{ kN} = 51.73 \text{ kN}$
- Torque de montaje:

$$\tan \phi = P/\pi d_2 = 1.5/\pi \times 18.854 = 0.0253 \quad \phi = 1.45^\circ$$

$$\tan \rho' = \mu_r/\cos(\alpha/2) = 0.14/\cos(60/2) = 0.16 \quad \rho' = 9.09^\circ$$

$$M_{tM} = \frac{F_M}{2} \times d_2 \times \tan(\phi + \rho')$$

$$M_{tM} = \frac{51.73 \text{ kN}}{2} \times 18.854 \times \tan(1.45 + 9.09) = 90.73 \text{ Nm}$$

- Verificación de esfuerzos durante el montaje

$$\sigma_M = \frac{F_M}{A_{res}} = \frac{51.73 \text{ kN}}{272 \text{ mm}^2} = 190 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tM} = \frac{M_{tM}}{\pi d_{res}^3 / 16} = \frac{90.73 \text{ Nm}}{\pi \times 18.392^3 / 16} = 74.27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqM} = \sqrt{\sigma_M^2 + 3\tau_{tM}^2} \leq v \times \sigma_f \quad \text{Donde: } v = 0.9 \text{ (VDI 2230)}$$

$$\sigma_{eqM} = \sqrt{190^2 + 3 \times 74.27^2} \leq 0.9 \times 640 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqM} = 229.45 \leq 576 \text{ MPa}$$

- Fuerzas de trabajo aplicadas sobre el perno

Con la fuerza externa aplicada, el diagrama de fuerza-deformación quedaría de la siguiente forma:

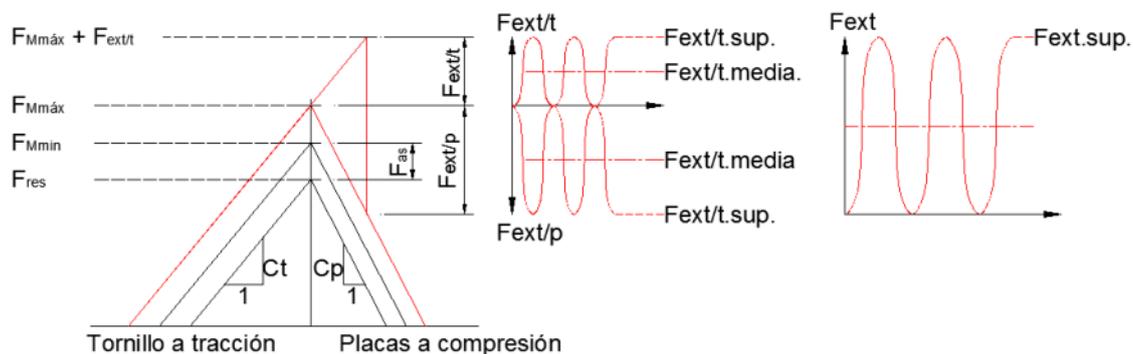


Figura 75. Aplicación de fuerzas sobre los pernos

De la figura se deduce que los pernos trabajarán con una carga alternante, cuyo valor inferior corresponde a la fuerza de montaje máxima aplicada $F_{M\text{máx}}$ y el valor máximo corresponde a la misma fuerza de montaje máxima, más el valor de $F_{\text{ext}/t}$.

- Verificación de esfuerzos por carga estática

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_M^2 + 3(k \times \tau_{tM})^2} \leq \sigma_f$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{190^2 + 3(0.5 \times 74.27)^2} \leq 640 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq} = 200.59 \leq 640 \text{ MPa}$$

- Verificación de esfuerzos por fatiga

$$F_{\text{ext}/t \text{ sup.}} = 57.2 \text{ kN} \quad \text{y} \quad F_{\text{ext}/t \text{ inf.}} = 51.73 \text{ kN}$$

$$\sigma_{a/t} = (F_{\text{ext}/t \text{ sup.}} - F_{\text{ext}/t \text{ inf.}}) / (2 \times A_s)$$

$$\sigma_{A/t} = (57.2 \text{ kN} - 51.73 \text{ kN}) / (2 \times 272 \text{ mm}^2) = 10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = 0.85 \times \left(\frac{150}{d} + 45 \right) = 0.85 \times \left(\frac{150 \text{ N/mm}}{20 \text{ mm}} + 45 \text{ MPa} \right) = 42 \text{ MPa}$$

$$F.S. = \sigma_A / \sigma_{a/t} = 42 / 10 = 4.2$$

- Esfuerzo de aplastamiento en las superficies de contacto

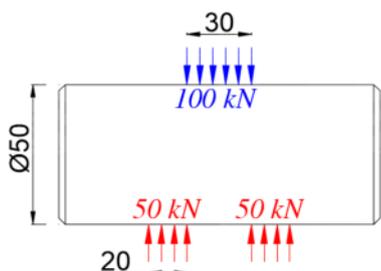
$$A_c = \frac{\pi \times (d_1^2 - d_{ag}^2)}{4} = \frac{\pi \times (30^2 - 21^2)}{4} = 360 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{F_c}{A_c} \leq p_{adm}$$

$$p = \frac{57.2 \text{ kN}}{360 \text{ mm}^2} = 158.9 \text{ MPa} \leq p_{adm} = 700 \text{ MPa}$$

Pasador de rótula

El pasador que une la rótula del cilindro hidráulico con la masa deslizante de compresión, está sometido a 100 kN.



- Materiales aceptados: DIN 17 100 St 70
DIN 17 200 Ck 60
AISI/SAE 1060
- Límite de fluencia (σ_F): 450 MPa
- Límite de rotura (σ_B): 620 MPa
- Lím. aplastamiento (p_{sup}): 120 MPa
- Área de sección: 1963.5 mm²

Figura 76. Cargas fluctuantes

- Verificación por corte:

$$F_c = \frac{F}{2} = \frac{100 \text{ kN}}{2} = 50 \text{ kN}$$

$$\tau_c = \frac{4 F_c}{\pi d^2} = \frac{4 \times 50 \text{ kN}}{\pi \times 50^2 \text{ mm}^2} = 25.46 \text{ MPa}$$

$$\tau_c = 25.46 \text{ MPa} \leq 68 \text{ MPa} = \tau_{c \text{ Adm}}$$

*El valor admisible de esfuerzo pulsante al corte es de 68 MPa para el material.

- Verificación por aplastamiento:

$$p_1 = \frac{F}{2t_1 \times d} = \frac{100 \text{ kN}}{2 \times 20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}} = 50 \text{ MPa}$$

$$p_2 = \frac{F}{b \times d} = \frac{100 \text{ kN}}{30 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}} = 66.67 \text{ MPa}$$

*El valor admisible de presión superficial o aplastamiento pulsante es de 120 MPa.

De los resultados anteriores, se puede decir que el pasador no fallará por resistencia.

2.15.1 Ejes rectos

La medida de chasis real de la máquina es de 90 centímetros, por lo que la medida necesaria del track o distancia entre ejes debería ser de 49 pulgadas (1245 mm) con una capacidad de carga de 908 kilogramos. Pero debido a que la carga de la máquina es mayor, se ha seleccionado el eje CF3560 Clase B con capacidad de carga de 1589 kilogramos y 61 pulgadas (1950 mm) de distancia entre masas, con la salvedad de la longitud del eje se puede modificar, ya que el eje se puede cortar a la medida requerida y soldarlo en los extremos con las espigas.

Clave		Descripción	Medida track	Medida Chasis	Lbs.	Kgs.
CF2048	A	Eje recto	49"	90 cm	2,000	908
CF2060	A	Eje recto	61"	120 cm	2,000	908
CF2072	A	Eje recto	73"	150 cm	2,000	908
CF2084	A	Eje recto	85"	180 cm	2,000	908
CF2088	A	Eje recto	89"	190 cm	2,000	908
CF3560	B	Eje recto	61"	120 cm	3,500	1,589
CF3572	B	Eje recto	73"	150 cm	3,500	1,589
CF3584	B	Eje recto	85"	180 cm	3,500	1,589
CF3588	B	Eje recto	89"	190 cm	3,500	1,589
CF3591	B	Eje recto	91"	200 cm	3,500	1,589
CF3595	B	Eje recto	95"	210 cm	3,500	1,589
CF6074	C	Eje recto	73"	150 cm	6,000	2,724
CF6084	C	Eje recto	85"	180 cm	6,000	2,724
CF6088	C	Eje recto	89"	190 cm	6,000	2,724
CF6091	C	Eje recto	91"	200 cm	6,000	2,724
CF6095	C	Eje recto	95"	210 cm	6,000	2,724
CF7074	C	Eje recto	75"	150 cm	7,000	3,405
CF7084	C	Eje recto	85"	180 cm	7,000	3,405
CF7088	C	Eje recto	89"	190 cm	7,000	3,405
CF7095	C	Eje recto	95"	210 cm	7,000	3,405

Figura 78. Selección de ejes

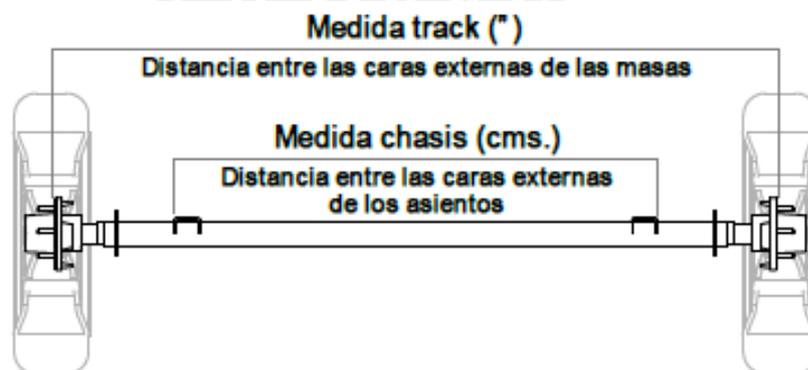


Figura 79. Ejes rectos de suspensión

2.15.2 Espinas

Las espinas van soldadas a los extremos del eje, y sobre estas van montadas los rodamientos con las masas. La carga total seleccionada del eje que es de 1589 kilogramos se dividirá equitativamente sobre cada espina, con lo que cada espina deberá soportar una carga máxima de 795 kilogramos.

Clave	Descripción	Lbs.	Kgs.	Diámetro					Longitud
				a	b	c	d	e	f
2156	A Espina a desnivel 84	1,750	795	2.00"	1.73"	1.38"	1.06"	1.00"	---
2157	A Espina a desnivel 42	3,000	1,362	2.25"	2.24"	1.74"	1.25"	1.00"	---
47221	B Espina recta BT16	1,000	454	1.25"	1.24"	1.06"	1.06"	1.00"	3.50"
4720	B Espina recta 84	1,750	795	2.00"	1.73"	1.38"	1.06"	1.00"	6.00"
4721	B Espina recta 42	3,000	1,362	2.25"	2.24"	1.74"	1.25"	1.00"	6.00"
4720F	C Espina recta 84 con placa para frenos	1,750	795	2.00"	1.73"	1.38"	1.06"	1.00"	6.00"

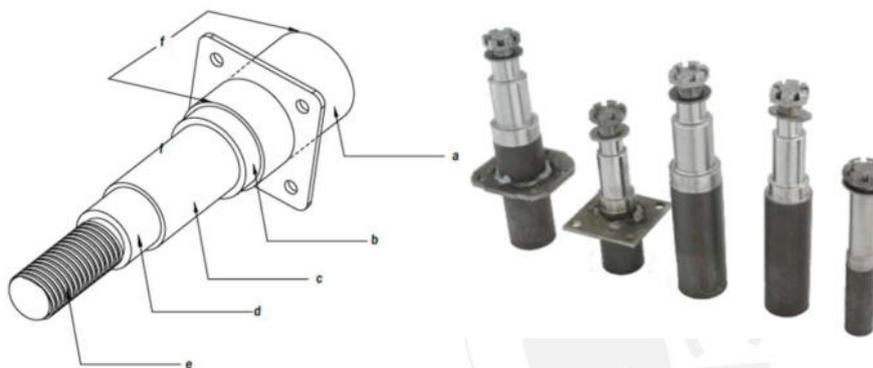


Figura 80. Selección de espinas

2.15.3 Muelles

Estos componentes mecánicos son capaces de absorber una determinada cantidad de energía mediante su deformación. Están fabricados en acero especial al carbono SAE 5160H. Para su selección se considera una carga de 795 kilogramos sobre cada uno.

Clave	Descripción	Hojas	Ancho	Largo	Ojo	Lbs.	Kgs.	Tipo de eje
WIE3	A Muelle deslizante	3	1-3/4"	24"	3/4"	750	339	2,000 lbs.
WIH4	B Muelle deslizante	4	1-3/4"	24"	3/4"	1,000	454	2,000 lbs.
SW4B	C Muelle doble ojo	4	1-3/4"	25-1/4"	3/4"	1,750	795	3,500 lbs.
SW4	D Muelle doble ojo	4	1-3/4"	25-1/4"	3/4"	2,400	1,090	4,800 lbs.
E226	E Muelle deslizante	5	2"	27"	3/4"	3,000	1,362	6,000 lbs.



Figura 81. Selección de muelles

2.15.4 Masas

Las masas también se seleccionan en base a 795 kilogramos sobre cada una.

Clave		Descripción	Birlo	Lbs.	Kgs.
34822444UC1	A	Masa para espina BT16	4 en 4"	1,000	454
34822545UC1	A	Masa para espina BT16	5 en 4.5"	1,000	454
84545UC1	B	Masa para espina 84	5 en 4.5"	1,750	795
84550UC1	B	Masa para espina 84	5 en 5"	1,750	795
84555UC1	B	Masa para espina 84	5 en 5.5"	1,750	795
84575UC1	B	Masa para espina 84	5 en 4.75"	1,750	795
84655UC1	B	Masa para espina 84	6 en 5.5"	1,750	795
42655UC1	C	Masa para espina 42	6 en 5.5"	2,600	1,180
42865UC1	C	Masa para espina 42	8 en 6.5"	3,000	1362



Figura 82. Selección de masas

Ya estando seleccionado todos los componentes del sistema de suspensión, en la figura xx, se puede ver un vista de despiece de como sería la instalación.

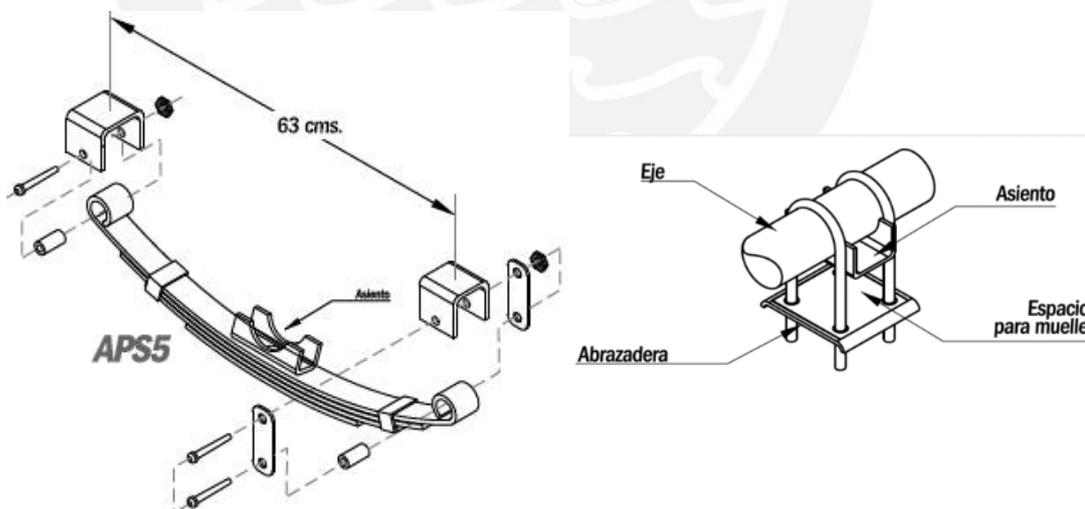


Figura 83. Montaje de ejes sobre los muelles

2.15.5 Accesorios

Dos accesorios necesarios para el funcionamiento y transporte de la máquina, son el gato fijo y el tirón respectivamente. El gato sirve para brindar estabilidad y nivelar la máquina, para su correcto funcionamiento. Por otro lado, el tirón tiene como objetivo acoplar la máquina al vehículo que lo transportará. Sin embargo, como ya se indicó líneas arriba, se recomienda transportar la máquina sobre un remolque de plataforma, cuando se va a recorrer grandes distancias.



Figura 84. Gato nivelador



Figura 85. Tirón de remolque

CAPITULO 3: Planos

3.1 Planos de ensamble

Como se ha podido ver en los capítulos anteriores, el diseño de la máquina ha sido concebido como una prensa hidráulica móvil, con un sistema de suspensión para poder transportarla y con un motor de combustión como elemento motriz.

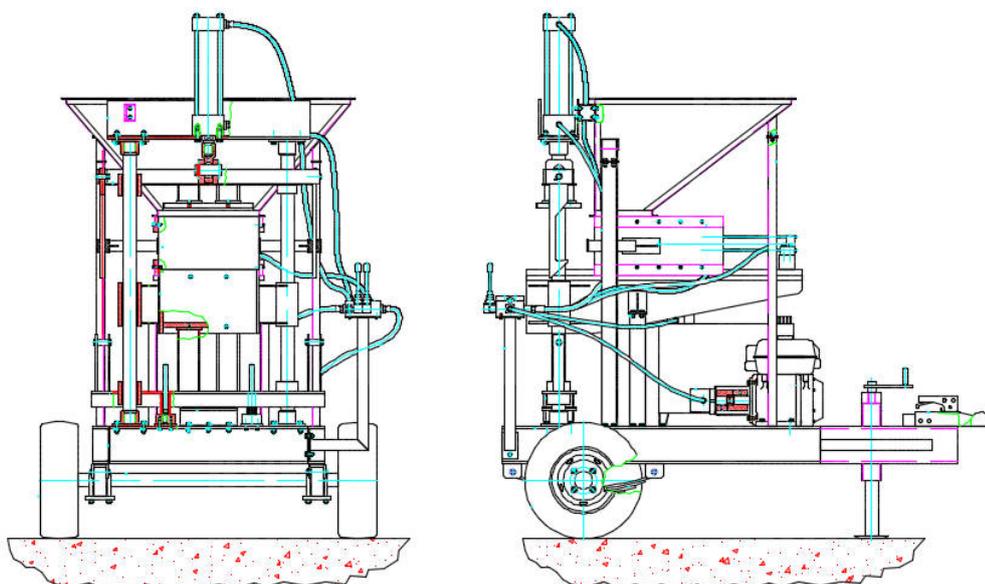


Figura 86. Vista frontal y lateral de la máquina adobera

A continuación se muestra una lista de planos de ensamble que se pueden observar en el documento dedicado a los planos.

Tabla 9. Lista de planos de ensamble

Nº	Planos de ensamble	Lamina
1	ENSAMBLE GENERAL	EN01-A0-EG1
2	ESQUEMA OLEOHIDRAULICO	EN02-A3-EO1
3	ENSAMBLE DE REMOLQUE	EN03-A3-ER1

3.2 Planos de despiece

A continuación se listan los planos de despiece que se pueden observar en el documento dedicado a los planos.

Tabla 10. Lista de planos de ensamble

N°	Planos de despiece	Lamina
1	BASE METALICA	DS01-A3-BM01
2	BRIDA SOPORTE	DS02-A4-BR01
3	EJE GUIA	DS03-A3-EG01
4	BASE DESLIZANTE INFERIOR	DS04-A3-BI01
5	MOLDE DE COMPRESION	DS05-A3-MC01
6	COLUMNA DE MOLDE	DS06-A4-CM01
7	BASE DESLIZANTE SUPERIOR	DS07-A4-BS01
8	GANCHO DE ELEVACIÓN	DS08-A4-GE01
9	PIN DE GANCHO	DS09-A4-PG01
10	BOCINA DE BRONCE	DS10-A4-BB01
11	PIN \varnothing 50 x120	DS11-A4-P501
12	PLACA DE COMPRESION	DS12-A4-PC01
13	CAJA DOSIFICADORA	DS13-A3-CD01
14	BARRA DE DESLIZAMIENTO	DS14-A4-BD01
15	PIN \varnothing 20 x60	DS15-A4-P201
16	COLUMNA DE TOLVA 1182mm	DS16-A4-CT01
17	COLUMNA DE TOLVA 1295mm	DS17-A4-CT02
18	SOPORTE LATERAL	DS18-A4-SL01
19	TOLVA DE ALIMENTACION	DS19-A3-TA01
20	SOPORTE DE RESORTE	DS20-A4-SR01
21	EJE DE RESORTE	DS21-A4-ER01
22	VIGA SUPERIOR	DS22-A3-VS01

CAPITULO 4: Costos

Durante todo el proceso de diseño de la máquina se ha considerado el uso de componentes y procesos de fabricación accesibles al mercado local. De este modo todos los componentes pueden ser adquiridos en comercios locales de la ciudad de lima y la mayor parte de las provincias. Otros componentes que se tienen que fabricar, se pueden elaborar por los métodos de manufactura tradicionales. Tales como corte, dobles, soldadura, torneado, fresado, rectificado, entre otros tradicionales.

4.1 Consideraciones generales para la fabricación

Algunas consideraciones generales previas al costeo de la máquina son:

- El costo de adquisición de equipos y materiales, se ha elaborado en base a cotizaciones reales preparadas por diferentes proveedores que han sido contactados de manera presencial, por correo electrónico, como se puede ver en el anexo 10, y por vía telefónica.
- El cálculo del costo total de la máquina se realizará en soles. Se usará un tipo de cambio referencial del dólar equivalente a S/2.80.
- El costo general de ensamblaje de la máquina será elaborado en base a una estimación aproximada de horas hombre requerida por dos operarios de experiencia media, y un ayudante para poder completar el trabajo.
- Se asumirá que se cuenta con todas las herramientas y utillaje necesarios para el montaje de la máquina.
- Los costos por hora que se considerarán son los siguientes:

- Soldador calificado:	S/. 25.00
- Maestro mecánico de producción:	S/. 20.00
- Operario mecánico de media experiencia:	S/. 12.00
- Ayudante aprendiz de producción:	S/: 8.00

4.2 Costo de diseño e ingeniería

El costo de la ingeniería para el desarrollo del producto se puede estimar en las horas hombre invertidas para el diseño. Para esto se asume que se ha destinado un promedio de 20 horas semanales para el desarrollo del proyecto, por un periodo de 30 semanas que es precisamente tiempo de abarca los dos cursos de proyecto de tesis. Siendo distribuidas estas horas de la siguiente manera:

Tabla 11. Costo de diseño

DISEÑO					
Nº	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Estudio del estado de la tecnología y recopilación de datos	120	h-h	S/. 15,00	S/. 1.800,00
2	Desarrollo de cálculos de diseño	160	h-h	S/. 20,00	S/. 3.200,00
3	Desarrollo de la ingeniería de detalle	180	h-h	S/. 20,00	S/. 3.600,00
4	Elaboración de planos de ensamble y despiece	140	h-h	S/. 20,00	S/. 2.800,00
Total soles incluido I.G.V.					S/. 11.400,00

4.3 Costo de componentes y materiales para la fabricación

Estos costos se han dividido en tres categorías para poder identificar mejor los precios y poder buscar los proveedores de estos.

Tabla 12. Costo de componentes del sistema hidráulico

SISTEMA HIDRÁULICO					
Nº	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Motor de combustión 15hp@3600 rpm	un	1	S/. 1.700,00	S/. 1.700,00
2	CH-100x50x0350RBD	un	1	S/. 3.550,00	S/. 3.550,00
3	CH-50x25x0310RBD	un	1	S/. 1.600,00	S/. 1.600,00
4	Unidad de presión hidráulica	un	1	S/. 9.800,00	S/. 9.800,00
	INCLUYE:				
	Campana de union motor-bomba	un	1		
	Acoplamiento motor-bomba	un	1		
	Indicador de nivel y temperatura	un	1		
	Filtro de aire con tapa de llenado	un	1		
	Filtro de succión con check	un	1		
	Filtro de retorno	un	1		
	Bomba de engranajes	un	1		
	Válvula distribución DN6 4/3 PT con resorte	un	1		
	Mainfolfd hidráulico para 5 válvulas	un	1		
	Válvula estranguladora y otros accesorios	un	1		
Total soles incluido I.G.V.					S/. 16.650,00

Tabla 13. Costo de materiales para la fabricación

MATERIALES						
N°	Descripción	Material	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Plancha ASTM A36 8mm x 5' x 10'	ASTM A36	PL	1	S/. 1.582,00	S/. 1.582,00
2	Barra acero Ø63.5 mm x 2800mm	20MnV6	kg	65	S/. 25,00	S/. 1.625,00
3	Perno hexagonal M12 x 55mm	8.8	un	16	S/. 5,00	S/. 80,00
4	Arandela de presión 12mm		un	32	S/. 1,50	S/. 48,00
5	Arandela plana 12mm		un	32	S/. 1,50	S/. 48,00
6	Tuerca hexg. M12	8	un	16	S/. 2,00	S/. 32,00
7	Platina 3" x 1" x 6m	ASTM A36	un	0,5	S/. 225,00	S/. 112,50
8	Barra redonda de 1plgx500mm	Ck45	kg	2	S/. 25,00	S/. 50,00
9	Bocina de bronce Ø60 x 100mm	SAE 64	un	4	S/. 35,00	S/. 140,00
12	Perno hexg M16x35	8.8	un	4	S/. 3,50	S/. 14,00
13	Arandela plana M16		un	4	S/. 1,50	S/. 6,00
14	Arandela presión M16		un	4	S/. 1,50	S/. 6,00
17	Barra acero 50mm x120mm	Ck45	kg	3,5	S/. 25,00	S/. 87,50
18	Pasador flexible Ø3mm ISO 1234		un	8	S/. 0,50	S/. 4,00
19	Perno socket hexagonal M8 x 15mm	5,6	un	8	S/. 5,00	S/. 40,00
20	Planca de acero ASTM A-588 20mm	ASTM A588	kg	60	S/. 15,00	S/. 900,00
21	Platina de NYLON 50x15x3000	PTFE	Mt	3	S/. 50,00	S/. 150,00
22	Perno hexagonal M8 x 40mm	8.8	un	8	S/. 3,50	S/. 28,00
23	Tuercas M8	8	un	8	S/. 2,50	S/. 20,00
24	Arandellas de presión M8		un	16	S/. 1,50	S/. 24,00
25	Arandellas planas M8		un	16	S/. 1,50	S/. 24,00
26	Plancha 3mm x 1200 x 2400mm	ASTM A36	pl	1,5	S/. 238,00	S/. 357,00
27	Angulo 1 1/2" x 3mm x 6000m	ASTM A36	un	1	S/. 75,00	S/. 75,00
28	Tubo cuadrado 1 1/2" x 2mm x 6m	ASTM A36	un	0,5	S/. 58,00	S/. 29,00
29	Electrodos E6011 - Ø1/8"		kg	25	S/. 15,00	S/. 375,00
30	Prisioneros M8 x 15mm		un	2	S/. 2,50	S/. 5,00
Total soles incluido I.G.V.						S/. 5.862,00

Tabla 14. Costo de componentes del sistema de suspensión

SISTEMA DE SUSPENSIÓN					
N°	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Eje recto de suspensión - 3500 lb	un	1	S/. 3.640,00	S/. 3.640,00
	INCLUYE				
	Espina de 1750 lb	un	2		
	Masa de rodaje - 1750 lb	un	2		
2	Muelle 4 hojas y accesorios - 1750 lb	un	2	S/. 314,00	S/. 628,00
3	Gato nivelador - 7000 lb	un	1	S/. 300,00	S/. 300,00
4	Tiron de remolque	un	1	S/. 270,00	S/. 270,00
5	Aros N° 15	un	2	S/. 187,00	S/. 374,00
6	Neumaticos N°15	un	2	S/. 215,00	S/. 430,00
Total soles incluido I.G.V.					S/. 5.642,00

El costo total de adquisición de componentes y materiales para la fabricación asciende a S/. 28 004.00, como se ha podido observar en los cuadros anteriores.

4.4 Fabricación y montaje

El costo total de fabricación y montaje asciende a S/. 17 195.00, como se describe a continuación:

Tabla 15. Costo de fabricación

FABRICACION					
N°	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Habilitado de materiales -Ayudante	h-h	30	S/. 10,00	S/. 300,00
2	Oxicorte de planchas con pantógrafo	Servicio	1	S/. 1.380,00	S/. 1.380,00
3	Corte con cizalla mecánica	Servicio	1	S/. 500,00	S/. 500,00
4	Doble de planchas con prensa hidráulica	Servicio	1	S/. 750,00	S/. 750,00
5	Corte de barras y tubos	h-h	10	S/. 20,00	S/. 200,00
6	Soldadura	h-h	50	S/. 60,00	S/. 3.000,00
7	Mecanizado en torno	h-h	45	S/. 80,00	S/. 3.600,00
8	Mecanizado en fresadora	h-h	25	S/. 100,00	S/. 2.500,00
9	Maestro mecánico	h-h	70	S/. 20,00	S/. 700,00
10	Operario mecánico	h-h	70	S/. 12,00	S/. 420,00
11	Ayudante	h-h	70	S/. 8,00	S/. 280,00
Total soles incluido I.G.V.					S/. 13.630,00

Tabla 16. Costo de pintado

PINTURA Y ACABADO					
N°	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Arenado industrial al metal blanco	Servicio	1	S/. 1.120,00	S/. 1.120,00
3	Pintura zincromato	gl	3	S/. 35,00	S/. 105,00
4	Pintura esmalte anticorrosivo	gl	4	S/. 65,00	S/. 260,00
5	Thinner	gl	2	S/. 40,00	S/. 80,00
6	Trapo industrial, Lijas, otros	un	1	S/. 50,00	S/. 50,00
7	MO	h-h	30	S/. 25,00	S/. 750,00
Total soles incluido I.G.V.					S/. 2.365,00

Tabla 17. Costo de ensamblaje

ENSAMBLAJE					
N°	Descripción	Und.	Cant.	P. Un.	Subtotal
1	Maestro mecánico	h-h	30	S/. 20,00	S/. 600,00
2	Operario mecánico	h-h	30	S/. 12,00	S/. 360,00
3	Ayudante	h-h	30	S/. 8,00	S/. 240,00
Total soles incluido I.G.V.					S/. 1.200,00

4.5 Costo total

Ahora que se ha determinado los costos totales de fabricación, podemos sumarlos para obtener nuestro costo total, sobre el cual se debe calcular una rentabilidad de 30%. De esta manera, se puede calcular el precio de venta final de la máquina como se explica a continuación:

Tabla 18. Costo total

Costo total		
N°	Descripción	Subtotal
1	Costo total de diseño	S/. 11.400,00
2	Costo total de componentes y materiales	S/. 28.004,00
3	Costo tal de fabricación y montaje	S/. 17.195,00
Total soles sin incluir I.G.V.		S/. 56.599,00

De esta manera podemos decir que el precio de venta de la máquina asciende a S/. 56 599.00, equivalente a US\$ 20 214.00. Ya que en el mercado nacional no hay fabricantes de este tipo de máquinas, se puede hacer una buena comparación con la EcoMaster de Brasil. De este modo, el precio de la máquina en cuestión, es considerablemente menor a los US\$ 40 000.00 que cuesta la EcoMaster, que se muestra en el Anexo 3. Hay que tener en cuenta también dos factores muy importantes. Uno de ellos son los gastos de importación y traslado, y en segundo lugar hay que tener en cuenta que esta máquina produce adobes con dimensiones máximas de 30 cm de largo y 15 cm de ancho, con una altura variable.

Por lo tanto, se puede decir que el precio de la máquina que se ha diseñado en el presente proyecto, tiene un valor aceptable de introducción en el mercado.

CONCLUSIONES

1. La máquina diseñada cumple con el objetivo principal del proyecto, el cual es producir 100 adobes por hora. Adicionalmente, se cumple con las exigencias y deseos secundarios del proyecto, como son la transportabilidad, ergonomía, acceso a una fuente de energía confiable, entre otros.
2. Todos los componentes que conforman la máquina pueden ser adquiridos en el mercado local o en caso sea necesario fabricar algún componente, este puede ser elaborado con métodos de fabricación tradicionales, en diferentes talleres locales que cuenten con las herramientas adecuadas y con materiales accesibles en el mercado. Hay que prestar especial atención en las dimensiones y tolerancias finales durante la fabricación, debido a que las deformaciones pueden producir problemas en el funcionamiento.
3. El adobe es un material de construcción ecológico, el cual posee buenas características térmicas y se puede mejorar las propiedades mecánicas de la misma si se usa algún tipo de aglomerante adicional que ayude a la adhesión de partículas. Es cierto que las construcciones de adobe no tienen buenas propiedades de resistencia ante sismos. Sin embargo, en la actualidad se viene usando métodos alternativos para el reforzamiento de las construcciones de adobe, tales como el uso de mallas reforzadas y columnas reforzadas con caña y varillas de acero, con lo que pueden adoptar buenas propiedades de resistencia ante sismos.
4. El costo de fabricación estimado de la máquina es atractivo para su introducción al mercado, ya que resulta más económica al compararla con otras máquinas de igual funcionalidad. Teniendo en cuenta que actualmente solo se encuentran máquinas similares de importación, mas no hay fabricantes locales especializados de este tipo de máquinas. De este modo los clientes finales para este tipo de máquina son los fabricantes de adobes, municipalidades y empresas interesadas en brindar servicios de fabricación de viviendas en la sierra.

RECOMENDACIONES

1. Para el correcto funcionamiento de la unidad hidráulica es necesario el mantenimiento del aceite mediante filtrado cada 5000 horas de uso.
2. Los cartuchos de celulosa correspondientes a los filtros de succión y retorno de la unidad hidráulico deberán inspeccionados cada 5000 horas de uso y evaluar su posible cambio.
3. Se recomienda cumplir con todas las especificaciones y recomendaciones de fabricación, con la finalidad de garantizar un buen funcionamiento de la máquina.
4. Es importante verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico y regular adecuadamente alrededor de los 130 bar.
5. Es muy importante verificar las dimensiones de las piezas que estarán en contacto y tendrán movimiento relativo entre ellas. Ya que es extremadamente necesario mantener las tolerancias de las piezas con la finalidad de garantizar un buen funcionamiento de la máquina.
6. Se recomienda el uso de gasolina de 95 octanos, con la finalidad de mantener en buenas condiciones el motor y garantizar la calidad de energía generada durante el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 [ITAC93] Instituto de Transferencias de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales (ITACAB)
1993 Manual de Transferencia de Tecnologías Apropriadas. Lima: Instituto de Transferencias de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales.
- 2 [MORA93] Ing. MORALES, Roberto; Dr. Torres, Rafael; Ing. Rengifo, Luis y Ing. Irala, Carlos
1993 Manual para la construcción de Viviendas de adobe.
LIMA: CISMID-FCI-UNI.
- 3 [ELPE06] EL PERUANO
2006 “NORMA E.080 ADOBE”. Normas Legales. EL PERUANO.
Lima, 10 de Junio.
- 4 [GALI07] Dr. GALÍNDEZ, Fernando - FUNDACIÓN MAPFRE
2007 Bloques de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento.
Investigación. Salta-Argentina.
- 5 [VARG07] VARGAS, Julio; TORREALVA, Daniel y BLONDET, Marcial
2007 Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas Zona de la sierra. Primera Edición.
Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial / Sencico.
- 6 [SILV08] SILVA, Wilson; SAN BARTOLOMÉ, Ángel y RAMÍREZ, Victoria
2008 Cartilla de construcción de adobe confinado. Documento.
Lima.
- 7 [BARR10] BARROS, Luis y IMHOFF, Felipe
2010 “Resistencia sísmica del suelo-cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica”. Revista de la construcción. Santiago, Chile. Volumen 9 No 2 – 2010. pp: 26 – 38
- 8 [BENJ85] Dr. BARRIGA GAMARRA, Benjamín
1985 “Métodos de diseño en Ingeniería Mecánica”.
Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú
- 9 [MAPF07] Dr. GALINDEZ, Fernando
2007 “Bloques de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento”.
Investigación - FUNDACIÓN MAPFRE
- 10 [REXR79] Ing. SCHMITT, Grad
1979 “Training hidráulico”.
Marktheidenfeld, Alemania: G.L. Rexroth GmbH

- 11 [PUCP99] Pontificia Universidad Católica del Perú
1999 "Dibujo Mecánico 1".
Lima: Fondo Editorial PUCP
- 12 [PUCP00] Pontificia Universidad Católica del Perú
2000 "Dibujo Mecánico 2".
Lima: Fondo Editorial PUCP
- 13 [RODR08] Dipl. Ing. RODRÍGUEZ, Jorge
2000 "Resistencia de Materiales 2".
Lima: Fondo Editorial PUCP
- 14 [BARR10] Ing. BARRIGA, Benjamín
2000 "Oleohidráulica Industrial".
Lima: Fondo Editorial PUCP
- 15 [PYTE94] PYTEL, Andrew y SINGER, Ferdinand
1994 "Resistencia de materiales".
New York: Oxford University Press
- 16 [TIMO57] TIMOSHENKO, Stephen
1957 "Resistencia de Materiales".
Madrid: Espasa-Calpe
- 17 [PAUL10] PAULSEN, Kurt
2000 "Elementos de máquinas 1, Apuntes de clases".
Lima: Fondo Editorial PUCP
- 18 [ACER97] ACEROS AREQUIPA
2000 "Manual de Aceros Arequipa".
Lima: Aceros Arequipa
- 19 [RUIZ13] RUIZ, Cristopher
2013 Diseño del sistema oleohidráulico de una prensa de 4 toneladas
para fabricar crisoles / Tesis para optar el Título de Ingeniero
Mecánico.
Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú
- 20 [ARQUEO] ARQUEOTUR
"Zona Arqueológica de Chan Chan y Museo de Sitio".
Recuperado de: <http://www.arqueotur.org/yacimientos/zona-arqueologica-de-chan-chan-y-museo-de-sitio.html>
- 21 [HISTPER] HISTORIA PERUANA
"Ciudadela de Chan Chan".
Recuperado de: <https://historiaperuana.pe/periodo-autoctono/ciudadela-de-chan-chan/>
- 22 [MADECHINA] MADE IN CHINA
Directorio de producto: "Prensa mecánica".
Recuperado de: <https://es.made-in-china.com/product>

- 23 [TEXCIEN] TEXTOS CIENTIFICOS
"Moldeado, inyección, extrusión".
Recuperado de:
<https://www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado>
- 24 [ECOMAQ] ECOMAQUINAS BRASIL
Nuestros productos - Línea de ladrillos btc ecológicos
Recuperado de: <https://ecomaquinas.com.br/>
- 25 [ISOFORM] ISOFORM 300 - TIENDAS LATINAS
Máquinas para fabricar adobes – Isoform 300
Recuperado de:
<http://tiendaslatinas.com/centrodenegocios/adobe/esp.htm>
- 26 [TIKABL] TIKABLOCKS PERU
Sistema constructivo no convencional
Recuperado de: [http:// Tikablocksperu.com](http://Tikablocksperu.com)
- 27 [HONDAGX] HONDA GX Series Engines
GX Series Engines – GX340 Manual
HONDA. Recuperado de: [http:// engines.honda.com/](http://engines.honda.com/)
- 28 [CARFAC14] CARGA FACIL
Catálogo de partes y accesorios para remolques 2014
Recuperado de:
http://www.cargafacil.com/catalogo_online_2014/pdf/catalogo_pp_r.pdf

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**DISEÑO DE UNA MINI PLANTA MÓVIL PARA LA
FABRICACIÓN DE CIENTO ADOBES POR HORA**

ANEXOS Y PLANOS

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, que presenta el bachiller:

Julio Ernesto Javier Cortez

ASESORES: **Dipl. Ing. Eliseo Benjamín Barriga Gamarra**
 Dipl. Ing. Jorge Hernán Alencastre Miranda

Lima, Diciembre del 2013

ANEXOS

- ANEXO 1. Proceso y ensayos para una buena selección de tierra.
- ANEXO 2. Preparación del adobe tradicional.
- ANEXO 3. Cotización ECOMASTER 7000.
- ANEXO 4. Registro fotográfico de los ensayos de compresión.
- ANEXO 5. Extracto del catálogo de cilindros hidráulicos Fluidtek S.R.L.
- ANEXO 6. Extracto del catálogo de bombas de engranajes Fluidtek S.R.L.
- ANEXO 7. Extracto del catálogo de unidades de presión Fluidtek S.R.L.
- ANEXO 8. Motor de combustión interna 15 HP.
- ANEXO 9. Extracto del catálogo de acoplamientos Lovejoy.
- ANEXO 10. Cotizaciones

ANEXO 1. Proceso y ensayos para una buena selección de tierra.



Proceso y ensayos para una buena selección de tierra

La unidad o bloque de adobe para nuestro caso específico, estará conformado por tierra arcillosa, paja de ichu y agua. Existen muchas formas empíricas de determinar la cantidad de agua apropiada para lograr una mezcla homogénea del adobe. Así también podemos identificar diferentes calidades de tierra para fabricar un adobe, cada una de ellas con diferente composición de arcilla, limo y arena.

1. Selección de tierras apropiadas

Para poder entender esta sección previamente tenemos que definir lo siguiente:

- Arcilla, es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Procede de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura.
- Adquiere plasticidad al ser mezclada con agua, y se torna muy duro al calentarse por encima de 800 °C. Las primeras piezas cerámicas fueron hechas de arcilla cocida al fuego.
- Limo, es un material suelto con un tamaño de grano comprendido entre la arena fina y la arcilla. Es un sedimento clástico por los ríos y por el viento. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,002 mm a 0,06 mm.
- Arena, la arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas cuyo componente más común es el sílice en forma de cuarzo. Su tamaño de grano varía entre 0,063 y 2 mm.

- **Tabla 1. Tabla Granulométrica [SILV08]**

Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,0039 mm
Limos	0,0039-0,0625 mm
Arenas	0,0625-2 mm

La tierra adecuada para la fabricación de adobes, debe tener los siguientes porcentajes de composición:

TABLA 2. Porcentaje de materia en volumen para la fabricación de adobe [SILV08]

	Porcentaje en Volumen
Arena	55 - 70%
Limo	15 - 25%
Arcilla	10 - 20%

La presencia de pequeñas piedras e impurezas son inherentes al proceso de extracción de suelos, por esto, la gravilla presente en la tierra no debe superar los 5mm de diámetro, pudiendo ser menor en su defecto. Para esto, podemos tamizar la tierra con el número de tamiz más adecuado para nuestro propósito.

Hay que resaltar también el reconociendo de tierras inadecuadas, así por ejemplo, no se debe utilizar tierras de cultivo, ya que al presentar componentes orgánicos que desfavorecen las propiedades ante la presencia de humedad, estas tierras de cultivo suelen tener un color negruzco. Por otro lado las tierras salitrosas son de color blanquecino y sabor salado, también son desfavorables para la fabricación de adobes.

Si la tierra es muy arcillosa esta puede ocasionar encogimiento y rajadura, producto del aumento y disminución de humedad en los adobes. Si el suelo es muy arenoso no ofrece una buena adhesión entre partículas de tierra, ya que es la arcilla la encargada de la adhesión, obteniendo así adobes con poca cohesión que se desmoronarían fácilmente con un contacto severo.

Para determinar si la tierra es adecuada o no, podemos realizar diferentes pruebas dentro de las cuales podemos identificar como las más útiles:

- Prueba granulométrica
- Prueba de plasticidad
- Prueba de resistencia

2. Prueba granulométrica (Prueba de sedimentación)

Con esta prueba podemos determinar la composición de los principales componentes de la tierra; es decir, arcilla, limo y arena. Consiste en llenar una botella transparente con tierra previamente tamizada con Tamiz N°4, hasta la mitad. Luego llenar la otra mitad con agua limpia.

Se tiene que agitar vigorosamente con mucha velocidad la botella, hasta lograr que todas las partículas queden suspendidas en el agua logrando que el agua se vea turbia producto de la mezcla del agua y la tierra. Las partículas de arena son las que más rápido descenderán ya que estas son más densas, posteriormente descenderán más lentamente las partículas de arcilla y limo. Hay que dejar reposar la botella por 24 horas y verificar las proporciones.

Finalmente medimos, las capas que se formaron y las proporciones adecuadas deben ser de manera que la arena fluctúe entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limo y arcilla. De esta forma podemos aproximarnos a la composición adecuada que se determinó en 55-70% de arena, 15-25% de limo y 10-20% de arcilla. Así por ejemplo si tenemos 2 cm de limos y 2 cm de arcilla, la cantidad de arena debe variar entre 3cm y 6 cm para lograr la proporción adecuada. De no ser así, recordar que si la tierra es muy arcillosa, esta será muy quebradiza después de haber fabricado el adobe y por el contrario si es muy arenosa, se desmoronará muy fácilmente.



FIG. 1. Prueba de Sedimentación [SILV08]

3. Prueba de plasticidad (Prueba del rollo)

Con esta prueba también podemos determinar si la tierra es muy arcillosa, arenosa o si tiene la cantidad correcta de ambos.

Consiste en humedecer ligeramente un poco de tierra de manera que se pueda formar un rollito de aproximadamente 1.5 cm de diámetro. Hacer girar el rollito con las manos y ver qué tan fácilmente se quiebra y de qué longitud es el rollo al quebrarse.

Si la tierra es adecuada el rollo formado debería alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm antes de romperse, dentro de ese rango es lo adecuado. Si la longitud del rollo al romperse, es menor a 5cm podemos decir que la tierra es muy arenosa (inadecuada) y si se rompe después de los 15cm esta será muy arcillosa (inadecuada).

A continuación, se muestra una imagen muy didáctica de cómo realizar esta prueba.



FIG. 2. Prueba de Plasticidad [SILV08]

4. Prueba de resistencia

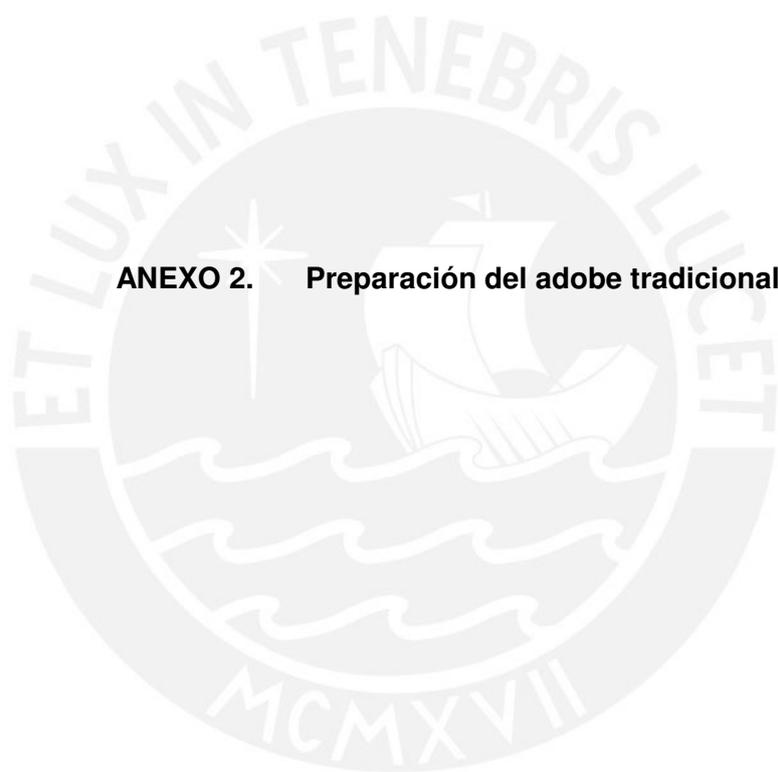
Consiste en preparar bolitas con la tierra humedecida de aproximadamente 2 cm de diámetro, simplemente dándole forma con las palmas de las manos. Dejamos reposar las bolitas por 24 horas o más. Verificamos posteriormente el tipo de fractura que tienen las bolitas al presionar con los dedos, y así podemos determinar si es o no adecuada la tierra que escogimos.

Si se pulveriza o se desmorona en pedazos muy pequeños es que posee demasiada arena y no es apropiada. Si vemos que esta no se rompe es que tiene demasiada arcilla y tampoco será apropiada. Si la bolitas se fractura en 2 o 3 trozos grandes sin desmoronarse, es que tiene la composición adecuada de arcilla, limo y arena.



FIG. 3. Prueba de Resistencia [SILV08]

Estas son las pruebas que ayudarán a determinar si la tierra es o no adecuada para la fabricación de adobes.



ANEXO 2. Preparación del adobe tradicional.

Preparación del adobe tradicional

Los adobes pueden ser cuadrados o rectangulares. Para los rectangulares se suele usar la proporción de largo igual al doble del ancho, lo cual permitiría un traslape horizontal en proporción 2 a 1, brindando mejores propiedades constructivas. Las dimensiones del adobe varían entre los 30-40 cm de largo, 15-20 cm de ancho y 12-15 cm de altura (40×20×15). Tras haber visitado y contactado con los pobladores que suelen fabricar adobes se acordó que la medida adecuada para sus necesidades es de 40cm de largo, 20cm de ancho y 15cm de alto.

El siguiente paso, es analizar la cantidad de tierra, paja y agua que se agregará a la mezcla. Para obtener un buen adobe se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- La tierra arcillosa será humedecida con una consistencia de 8% en volumen de agua.
- El volumen de tierra arcillosa húmeda será igual a cinco veces el volumen de paja que se agregará a la mezcla.

Siguiendo estas recomendaciones y además sabiendo que el volumen de un adobe (40 x 20 x 15cm), es 0.012 m³, procederemos a calcular las proporciones en volumen necesarias para la mezcla.

Dado que la proporción de tierra arcillosa húmeda y paja estarán en la siguiente proporción:

$$\frac{\text{tierra arcillosa húmeda}}{\text{paja}} = \frac{5}{1}$$

Entonces, denominando a la mezcla de ambos como el 100% obtenemos que:

Paja + tierra arcillosa húmeda = mezcla (100%)

Paja + 5 (paja) = 100%

Paja = 16.67%

Tierra arcillosa húmeda = 83.33%

Además, trabajando con una consistencia de agua, presente en la tierra húmeda, del 8%, calculamos los porcentajes de agua y tierra presentes en la mezcla:

$$\text{Agua} = 0.08 \times 83.33 = 6.67\%$$

$$\text{Tierra arcillosa} = 0.92 \times 83.33 = 76.66\%$$

Por lo tanto las materias primas a mezclar estarán en la siguiente proporción volumétrica:

Tabla 1. Proporciones volumétricas

Paja	16.67%
Agua	6.67%
Tierra arcillosa	76.66%

1.. Mezclado de la tierra

Hay que buscar un terreno adecuado para realizar la mezcla. La tierra debe ser humedecido y dejar reposar hasta la mañana siguiente. Una vez dispuesta la tierra arcillosa agregar la cantidad de agua necesaria para logra la mezcla adecuada usando lampas, picos, pisando energéticamente con los pies, o utilizando animales de carga como caballos o burros de mayor peso que faciliten este trabajo.



FIG. 1 Preparación del adobe [SILV08]

Se deja reposar la tierra por un día, de modo que la arcilla logre humedecerse bien y lograr una buena adhesión. Al día siguiente se agrega la paja en una proporción de 5 a 1, y se vuelve a mezclar con los métodos ya mencionados. Si se observa que el barro se encuentra muy seco se vuelve a agregar agua para poder darle la plasticidad necesaria, de modo que se pueda realizar unos adobes de prueba.

Se hace un adobe de prueba, dándole la forma ayudándose de una gavera rectangular. Se deja secar por un par de días aproximadamente, y si este se agrieta al secarse, quiere decir que el adobe posee demasiada arcilla. Este adobe debe soportar ser rayado con un cuchillo pudiendo recibir daños leves sin desmoronarse. Además se realizará otra prueba que depende mucho de la experiencia, ya que es una simple inspección visual. Se dejará caer el adobe desde una altura de un (1) metro. Si se observa que este se parte en numerosas piezas pequeñas, quiere decir que el adobe no sirve y le falta arcilla. Si el adobe se parte en pocas partes grandes o por su contrario no se rompe pero se raja y presenta algunas fracturas que comprometen su integridad, quiere decir que el adobe es apropiado, como podemos verlo en la figura 7.

2. Moldeo y Vaciado

El molde o gavera debe ser hecho de madera, con un acabado superficial rugoso. Y las dimensiones deben proveer el encogimiento del adobe al momento de secarse.

Primero se debe humedecer el molde. Luego se toma una bola grande barro, lo suficientemente grande para llenar el molde de una sola puesta ya que no se debe hacer rellenados posteriores. Luego hay tirar con fuerza el barro dentro del molde. Se retira el excedente con una regla a la vez que se aplana la superficie libre.

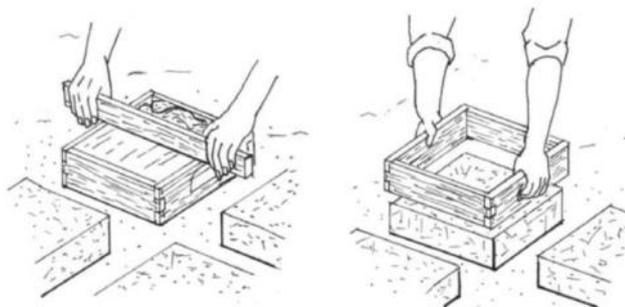


FIG. 2. Moldeo y Vaciado [VARG07]

La superficie donde se dejará reposar el adobe debe estar plana, limpia de impureza y con una capa de arena seca. Luego dar vuelta al molde para expulsar el adobe. Como ya mencionamos si el adobe se deforma, es que posee mucha agua. Si este se raja, quiere decir que está muy seco, tal como se observa en la figura 7.

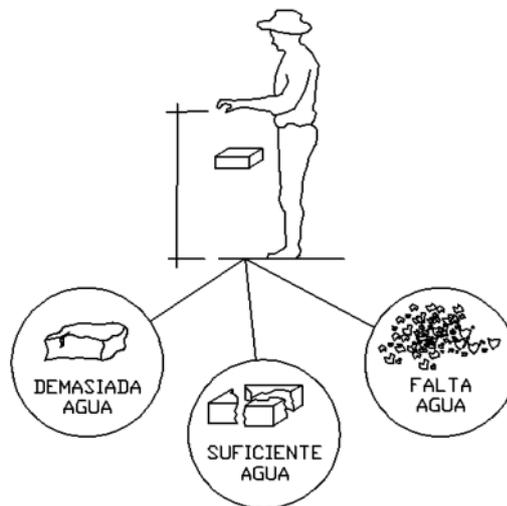


FIG. 3. Ensayo de calidad para adobes [VARG07]

3. Secado y almacenamiento

Los adobes están propensos a rajarse con el sol, para esto se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días, luego se puede retirar este. Los adobes se secan en un área o tendal limpio, nivelado y suficientemente extenso para albergar toda la producción. Para evitar la adherencia entre el adobe y el tendal, a fin de que no se produzcan grietas y rajaduras, se coloca una capa de arena fina.

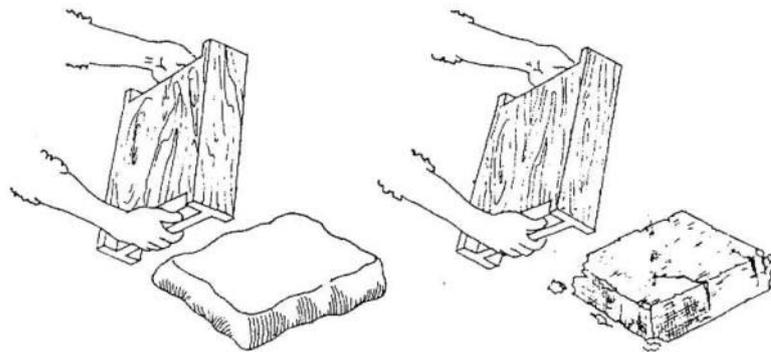


FIG. 4. Consistencia del adobe [VARG07]

Cuando la consistencia de los adobes lo permita (3 a 5 días) se les coloca de canto para asegurar un secado más rápido, completo y uniforme. Después se puede apilar “de canto”, para que circule el aire entre los adobes, hasta que complete su secado.

A continuación, se muestra una imagen con la secuencia de pasos para la fabricación de adobes.

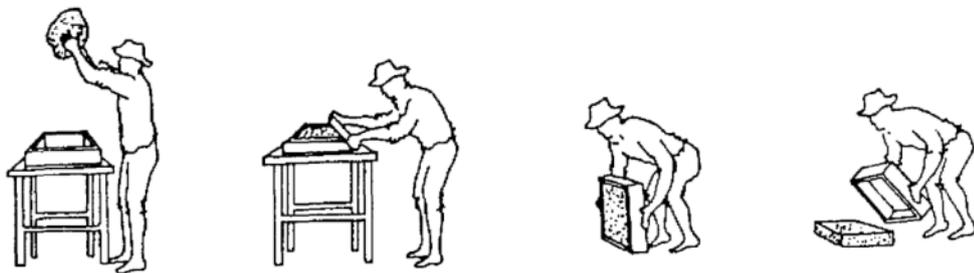


FIG. 5. Secuencia de fabricación del adobe [VARG07]

4. Pruebas de control de calidad

Si a las 4 semanas el adobe se ve agrietado o rajado, presentando deformaciones, quiere decir que este debió haber sido preparado con más paja. Lo cual se puede corregir desmoronando los bloques agregar paja y realizar nuevamente en proceso.

A las 4 semanas de secado el adobe se someterá a una prueba de resistencia. Esta consiste en pararse con un pie sobre el adobe apoyado en dos extremos, como se ve en la figura 10.

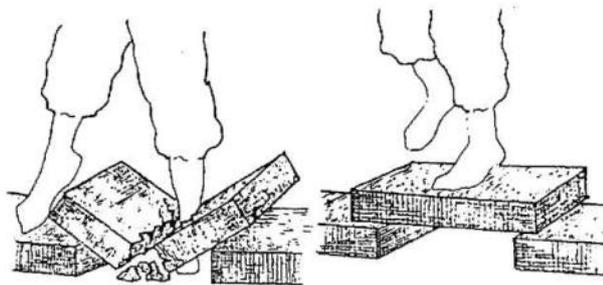


FIG. 6. Control de Calidad [VARG07]

Debe soportar el peso de una persona promedio por poco más de 1 minuto sin romperse, este proceso debe repetirse cada 50 ladrillos para verificar que todos los adobes cumplen con los requerimientos.

De esta manera es como se logra producir los adobes, listos para poder realizar una construcción.



FIG. 7. Producción tradicional de adobes ¹

¹ www.ecoportat.net



ANEXO 3. Cotización ECOMASTER 7000.

BUDGET Nº 545

VALID: 20/08/2013

CUSTOMER: Julio

ECO MASTER TURBO 7000 II

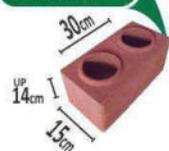
THE MOST DESIRED IN THE WORLD

THE ONLY IN MARKET WHICH PRODUCES
BLOCKS, BRICKS AND FLOOR ECOLOGICAL

DAILY PRODUCTION UP 4.000



BLOCKS



BRICKS



US\$ 40.000,00

LINE ECO PREMIUM

THE MOST SOLD IN THE WORLD

PRODUCES BRICKS AND FLOOR ECOLOGICAL

DAILY PRODUCTION UP 3.500

TWO VERSIONS



MODEL 2600



MODEL 2700



US\$ 16.500,00



ECO BRAVA

IS EASIER TO OPEN YOUR OWN BUSINESS

PRODUCES BRICKS AND FLOOR ECOLOGICAL

DAILY PRODUCTION UP 1.600

BRICKS AND FLOORS



US\$ 6.300,00

ECO MIX-250

MIXER HOMOGENIZER



US\$ 7.400,00

ECO MIX-180

MIXER HOMOGENIZER



US\$ 2.700,00

ECO LHS-10

LIQUADOR HOMOGENIZER



US\$ 2.500,00

ECO TRS-70

SOIL TRITURATOR



US\$ 2.590,00

ECO TES-C MAT CONVEYOR



3 METERS

US\$ 2.700,00

6 METERS

US\$ 3.500,00

6 METERS ROTARY

US\$ 4.000,00

ECO PER 24R

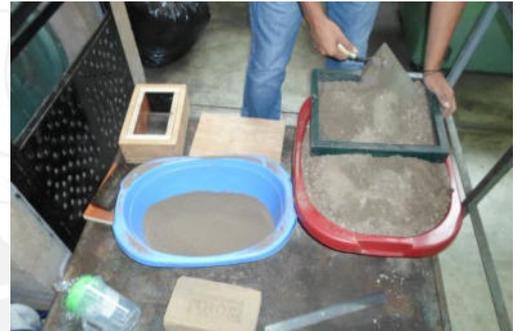
ELECTRIC ROTARY SIFT

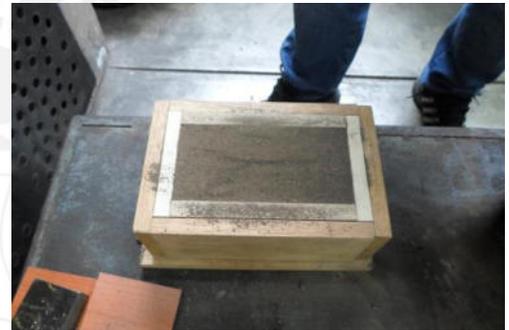


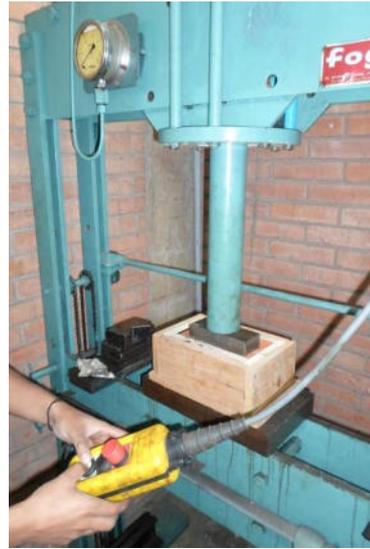
US\$ 3.700,00

ANEXO 4. Registro fotográfico de los ensayos de compresión.





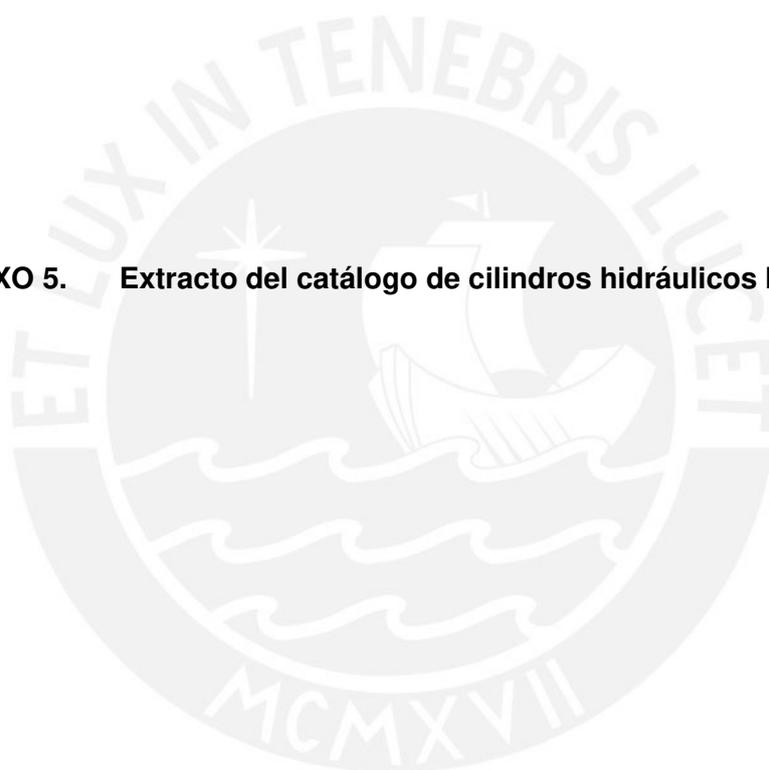


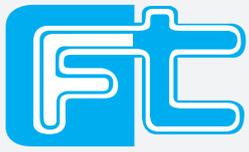






ANEXO 5. Extracto del catálogo de cilindros hidráulicos Fluidtek S.R.L.





FLUIDTEK S.R.L.
www.fluidteksrl.com

Pistones Hidraulicos Fluidtek

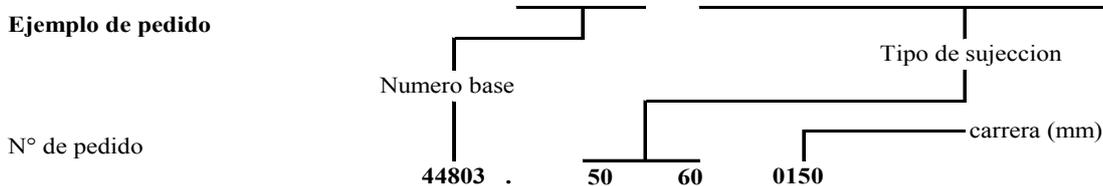


FLUIDTEK S.R.L.
www.fluidteksrl.com

Magnitudes Características

Embolo Ø (mm)	Vástago Ø (mm)	Conexión	Area de embolo (cm ²)	Area anular (cm ²)	Long. De amortiguacion (mm)	Numero Base		Tipo de sujeccion									
						Amortiguacion en ambos lados	Sin amortiguacion	Del cilindro						Del vástago			
								Ejecucion basica	Sujeccion con patitas	Pivote intermedio	Pivote esferico	Brida posterior	Brida anterior	Pivote posterior	Ejecucion basica	Horquilla	Rotula
40	20	G3/8	12,57	9,42	35	44801	44824	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
40	25	G3/8	12,57	7,67	-	-	44825	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
50	20	G1/2	19,63	16,48	40	44802	44826	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
50	25	G1/2	19,63	14,73	40	44803	44827	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
50	32	G1/2	19,63	11,59	-	-	44828	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
63	25	G1/2	31,17	26,27	40	44804	44829	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
63	32	G1/2	31,17	23,13	40	44805	44830	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
63	40	G1/2	31,17	16,60	-	-	44831	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
80	32	G3/4	50,27	42,27	40	44806	44832	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
80	40	G3/4	50,27	37,70	45	44807	44833	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
80	50	G3/4	50,27	30,64	45	44808	44834	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
100	40	G3/4	78,54	65,97	45	44809	44835	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
100	50	G3/4	78,54	58,90	48	44810	44836	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
100	63	G3/4	78,54	47,37	48	44811	44837	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
125	50	G1	122,52	102,89	48	44812	44838	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
125	63	G1	122,52	91,55	50	44813	44839	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
125	80	G1	122,52	72,25	50	44814	44840	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
160	63	G1	201,06	169,89	50	44815	44841	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
160	80	G1	201,06	150,80	50	44816	44842	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
160	100	G1	201,06	122,52	55	44817	44843	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
200	80	G1 1/4	314,16	263,89	55	44818	44844	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
200	100	G1 1/4	314,16	235,62	55	44819	44845	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
200	125	G1 1/4	314,16	191,64	60	44820	44846	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
250	100	G1 1/2	490,9	412,36	60	44821	44847	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
250	125	G1 1/2	490,9	368,38	75	44822	44848	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62
250	150	G1 1/2	490,9	289,84	75	44823	44849	50	51	52	53	54	55	56	60	61	62

Ejemplo de pedido

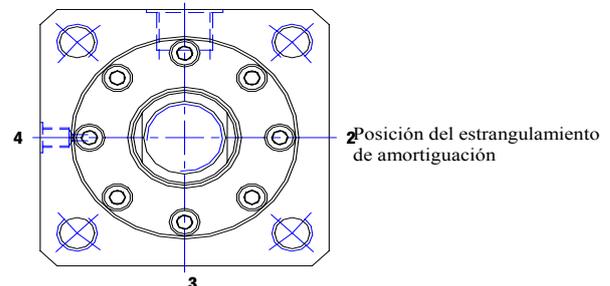


Vista mirando el vástago

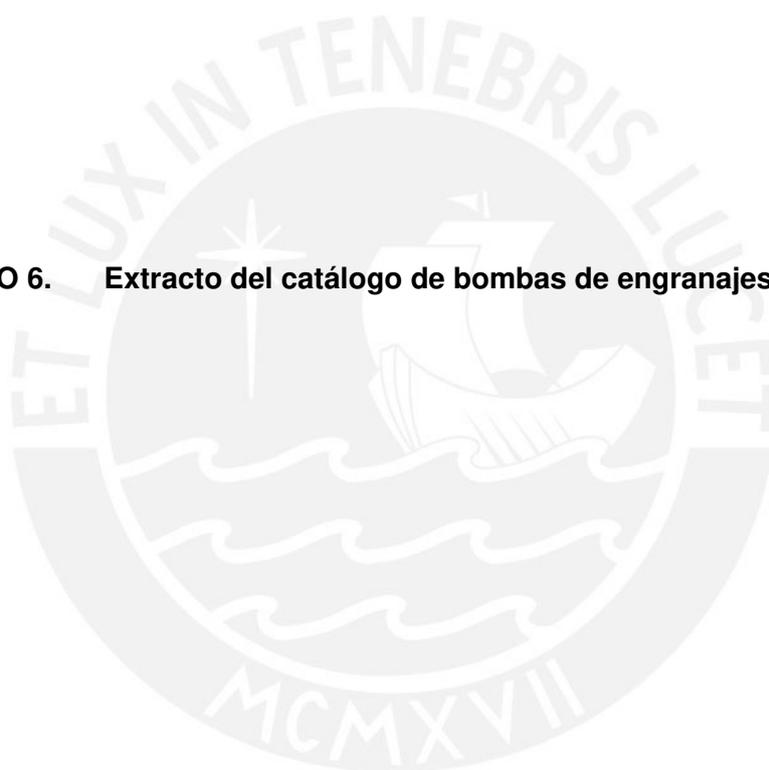
= Posición de conexión para fabricaciones en serie

Datos necesarios para la elección con purga:

1. Elección en: Brida anterior, posterior o en ambas
2. Posición del tornillo de purga (4)
3. Posición de montaje del cilindro



ANEXO 6. Extracto del catálogo de bombas de engranajes Fluidtek S.R.L.





FLUIDTEK S.R.L.
www.fluidteksrl.com

BOMBA Y MOTOR HIDRAULICO DE ENGRANAJES



FLUID POWER DESIGN

PLP

GENERAL DATA PUMPS AND MOTORS

Series	Pump type PLP Motor type PLM	Displacement in ³ /rev (cm ³ /rev)	Max. pressure			Max. speed	Min. speed
			p ₁	p ₂	p ₃		
			psi (bar)				
POLARIS 10	PL. 10•1	0.07 (1,07)	3770 (260)	4060 (280)	4205 (290)	4000	650
	PL. 10•1,5	0.10 (1,60)	3770 (260)	4060 (280)	4205 (290)	4000	650
	PL. 10•2	0.13 (2,13)	3770 (260)	4060 (280)	4205 (290)	4000	650
	PL. 10•2,5	0.16 (2,67)	3770 (260)	4060 (280)	4205 (290)	4000	650
	PL. 10•3,15	0.20 (3,34)	3770 (260)	4060 (280)	4205 (290)	4000	650
	PL. 10•4	0.26 (4,27)	3625 (250)	3915 (270)	4060 (280)	4000	650
	PL. 10•5	0.33 (5,34)	3625 (250)	3915 (270)	4060 (280)	4000	650
	PL. 10•5,8	0.38 (6,20)	3335 (230)	3625 (250)	3770 (260)	3500	650
	PL. 10•6,3	0.41 (6,67)	3335 (230)	3625 (250)	3770 (260)	3500	650
	PL. 10•8	0.52 (8,51)	2610 (180)	2900 (200)	3045 (210)	3500	650
	PL. 10•10	0.65 (10,67)	2030 (140)	2320 (160)	2465 (170)	3500	650
POLARIS 20	PL. 20•4	0.30 (4,95)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000	600
	PL. 20•6,3	0.40 (6,61)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000	600
	PL. 20•7,2	0.44 (7,29)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	4000	600
	PL. 20•8	0.50 (8,26)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500	600
	PL. 20•9	0.56 (9,17)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500	600
	PL. 20•10,5	0.66 (10,9)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500	600
	PL. 20•11,2	0.69 (11,23)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500	600
	PL. 20•14	0.89 (14,53)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3500	500
	PL. 20•16	1.03 (16,85)	3625 (250)	4060 (280)	4350 (300)	3000	500
	PL. 20•19	1.16 (19,09)	2900 (200)	3190 (220)	3480 (240)	3000	500
	PL. 20•20	1.29 (21,14)	2900 (200)	3190 (220)	3480 (240)	3000	500
	PL. 20•24,5	1.52 (24,84)	2465 (170)	2755 (190)	3045 (210)	2500	500
	PL. 20•25	1.61 (26,42)	2465 (170)	2755 (190)	3045 (210)	2500	500
	PL. 20•27,8	1.72 (28,21)	1885 (130)	2175 (150)	2465 (170)	2000	500
PL. 20•31,5	2.01 (33,03)	1885 (130)	2175 (150)	2465 (170)	2000	500	
POLARIS 30	PL. 30•22	1.34 (21,99)	3625 (250)	3915 (270)	4060 (280)	3000	350
	PL. 30•27	1.63 (26,70)	3625 (250)	3915 (270)	4060 (280)	3000	350
	PL. 30•34	2.11 (34,55)	3480 (240)	3770 (260)	3915 (270)	3000	350
	PL. 30•38	2.40 (39,27)	3480 (240)	3770 (260)	3915 (270)	3000	350
	PL. 30•43	2.68 (43,98)	3335 (230)	3625 (250)	3770 (260)	3000	350
	PL. 30•51	3.16 (51,83)	3045 (210)	3335 (230)	3480 (240)	2500	350
	PL. 30•61	3.74 (61,26)	2755 (190)	3045 (210)	3190 (220)	2500	350
	PL. 30•73	4.50 (73,82)	2465 (170)	2755 (190)	2900 (200)	2500	350
	PL. 30•82	4.98 (81,68)	2320 (160)	2465 (170)	2610 (180)	2200	350
	PL. 30•90	5.56 (91,10)	2175 (150)	2320 (160)	2465 (170)	2200	350

p₁= Max. continuous pressure

p₂= Max. intermittent pressure

p₃= Max. peak pressure

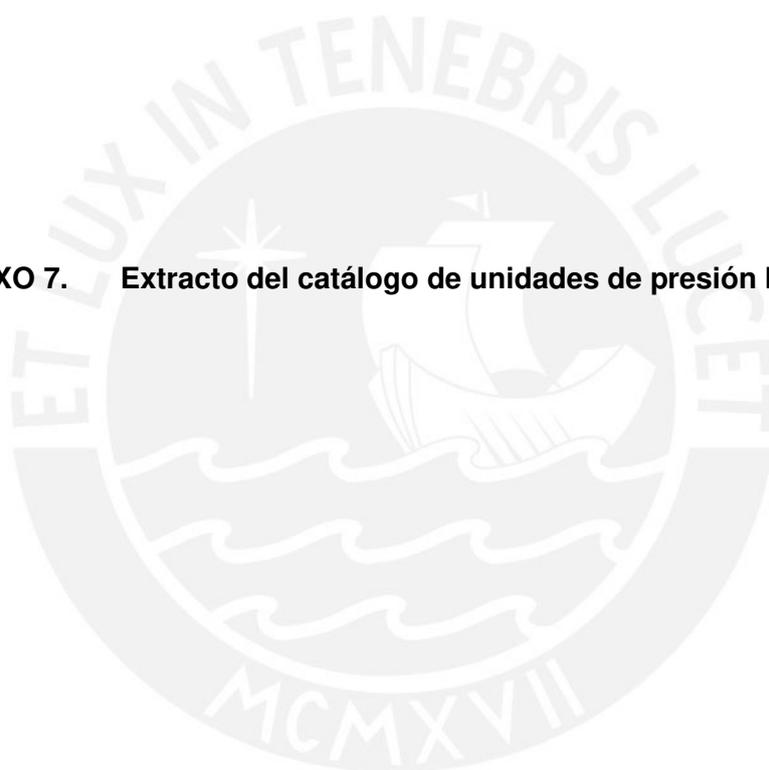
The values in the table refer to unidirectional pumps and motors.

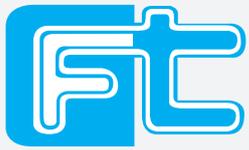
Reversible pump and motors max pressures are 15% lower than those shown in table.

For different working conditions please consult our sales department.

01/10.03

ANEXO 7. Extracto del catálogo de unidades de presión Fluidtek S.R.L.





FLUIDTEK S.R.L.
www.fluidteksrl.com

UNIDAD DE PRESION HIDRAULICA



Your Success. Our Passion.

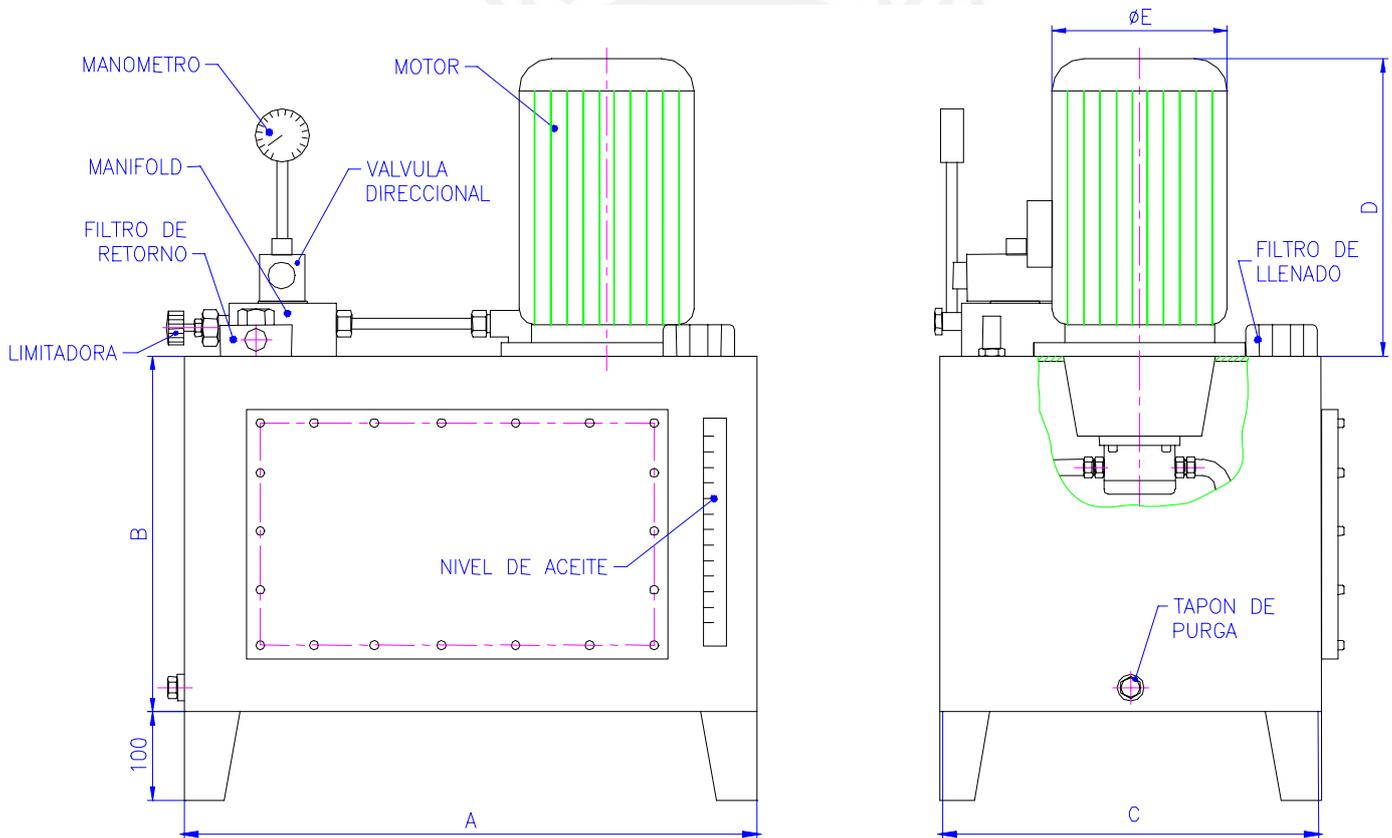
UPH



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Fluido : Aceite hidráulico	Según DIN 51524 HL y HLP
Viscosidad cinemática ν	ISOVG 10 – 220 mm^2/s (cSt)
Presión de trabajo	50 a 250 bar
Rango de temperatura	-10 hasta 60°C

DIMENSIONES:



Capacidad (Litros)	A (mm)	B (mm)	C (mm)
50	500	350	350
80	600	400	400
125	600	500	500
160	700	520	520
200	700	600	600
250	700	700	600
320	800	800	600

Motor HP (kW)	D (mm)	E (mm)
1 (0,75)	233	165
2 (1,5)	274	187
4 (3,0)	305	207
5.5 (4,1)	326	231
7.5 (5,5)	372	270
10 (7,5)	410	270
12 (9,0)	410	270



ANEXO 8. Motor de combustión de 15 HP

Calidad y durabilidad

Con más de 23 millones de motores vendidos al año, Honda es la marca líder en motores estacionarios, gracias a su amplia variedad de productos de gran calidad y durabilidad. Quien tenga un producto Honda le dirá que su gran resistencia, fácil arranque, eficiencia y economía no tienen comparación.

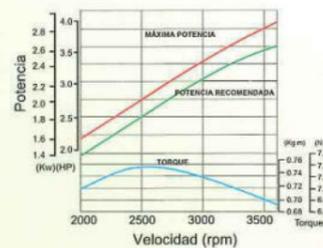


Amplia variedad, desde 4Hp hasta 18Hp



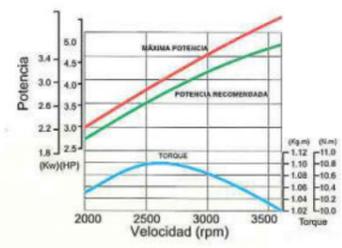
MODELO	GX120U1 KRF4	GX120T1 QH	GX160T1 QM	GX160T1 QAB3	GX200 LHB2	GX270T QH	GX270T QP	GX390T1 QH	GX610U1 QZX5	
Tipo de motor	4 Tiempos, OHV (Válvulas sobre la culata)									
Cilindros	Monocilíndrico				Monocilíndrico				V-Twin	
Desplazamiento	118 cc		163 cc		196 cc		270 cc		614 cc	
Diámetro x carrera	60 x 42 mm		68 x 45 mm		68 x 54 mm		77 x 58 mm		77 x 66 mm	
Potencia Máxima	4 HP / 3,600 rpm		5.5 HP / 3,600 rpm		6.5 HP / 3,600 rpm		9 HP / 3,600 rpm		13 HP / 3,600 rpm	
Torque Máximo	7.4 N.m / 2,500 rpm		10.8 N.m / 2,500 rpm		26.5 N.m / 1,250 rpm		19.12 N.m / 2,500 rpm		43.1 N.m / 2,500 rpm	
Relación de compresión	8.5 : 1		8.5 / 7.5 : 1		8.5 / 7.65 : 1		8.2 : 1		8.0 : 1	
Consumo de Combustible	230 g / HPh									
Sistema de Ventilación	Aire Forzado									
Avance de Ignición	Magneto transistorizado									
Tiempo de Ignición	25° BTDC				20° BTDC				25° BTDC	20° BTDC
Bujías					BP6ES, BPR6ES				Z6R5A (NGK), J16CR-U (DENSO)	
Filtro de Aire	Dual	Semi-seco	Semi-seco	Baño de Aceite	Dual	Dual	Baño de Aceite	Dual	Dual	
Gobernador	Gobernador Centrífugo-mecánico									
Sistema de Lubricación	Splash (salpicadura)									
Capacidad de aceite de motor	0.4 L		0.6 L		1.1 L		1.1 L		1.5 L	
Sistema de Arranque	A cuerda retráctil									
Sistema de Parada	Circuito Primario ignición a tierra									
Combustible usado	90 oct recomendado									
Capacidad de tanque de combustible	--	2.5 L	3.6 L		6.0 L		6.5 L		--	
Alerta de Aceite	--	--	--		--		--		●	
Dimensiones L x A x Al	313 x 331 x 321 mm	341 X 305 X 318 mm	362 x 312 x 335 mm		313 x 376 x 335 mm	380 x 430 x 410 mm		405 x 450 x 443 mm	388 x 457 x 452 mm	
Peso en seco	16.5 kg	13 kg	15 kg		16 kg	25 kg		31 kg	42 kg	
Accesorios										
Kit de Herramientas:										
● Sacabujía con palanca	--	●	●		●	--	●	--	--	
● Llave boca 10/12 ATC	●	●	●		●	--	●	--	--	
● Llave boca 14/17 ATC	●	●	●		●	--	●	--	--	
● Calibrador de balancines	●	●	●		●	--	●	--	--	
● Perno para acople	--	--	--		●	--	--	--	--	
● Espárragos / Tuercas	4 / 4	--	--		--	--	--	--	--	
● Seguros de manguera	2	--	--		--	--	--	--	--	
● Arandela	●	--	--		●	--	--	--	--	
● Filtro de Tanque de Combustible	--	--	●		●	--	●	--	--	
● Bobina para lámpara	●	--	--		--	--	●	--	--	

GX120U1 KRF4



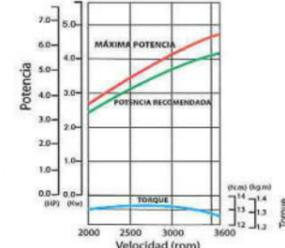
GX120T1QH

GX160T1 QM

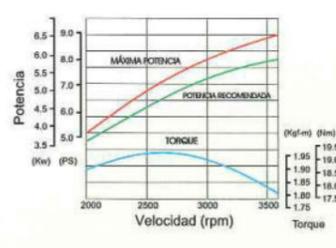


GX160T1 QAB

GX200 LHB2

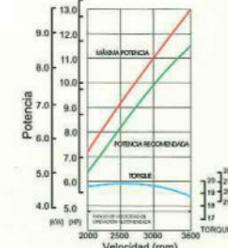


GX270TQH

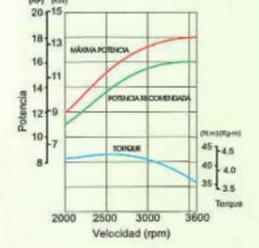


GX270TQP

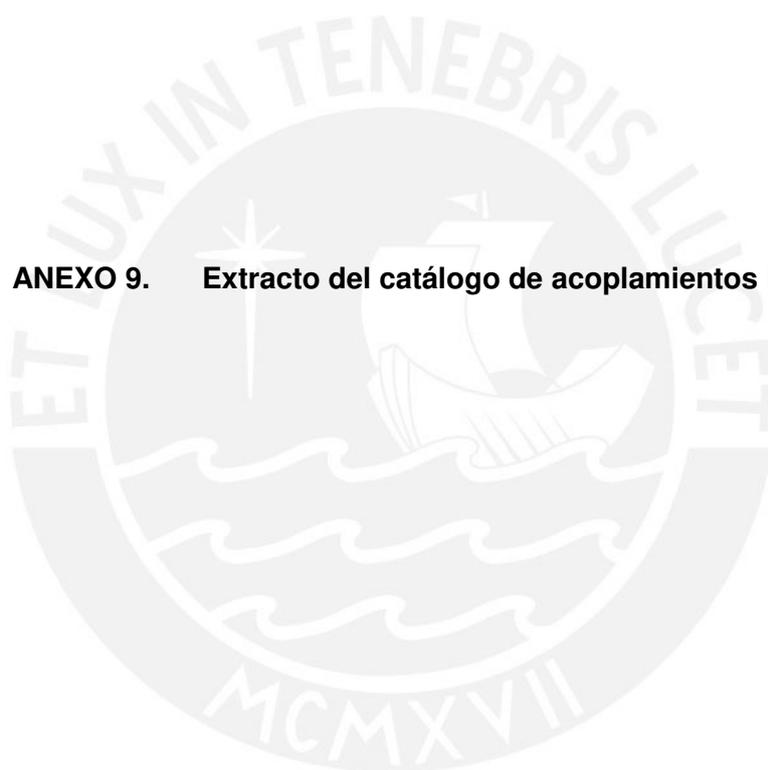
GX390T1QH



GX610U1QZX5



ANEXO 9. Extracto del catálogo de acoplamientos Lovejoy.



L Type Spiders / Hub Spline Bores Item Selection

JW

L Type Coupling

- Sizes range from L035 to L276
- Ordering requires selecting UPC numbers for two standard L hubs and one standard open or solid center elastomer (spider)

SW Type Coupling

- Sizes range from L090 to L190
- Ordering requires selecting UPC numbers for two standard L hubs and one snap wrap spider with snap ring
- Both L and SW Type couplings, select hubs from the standard bore and keyway chart (pages JW-11 and JW-12) maximum RPM for SW + Ring is 1,750 RPM
- LC coupling uses a snap wrap spider with a collar instead of a retaining ring

Jaw In-Shear Coupling

- Ordering requires selecting item numbers for two standard hubs, one In-Shear elastomer and one In-Shear ring. See pages JIS-1 through JIS-4



L Type Spider UPC Number Selection Table

Spider Type	Coupling Size										
	L035	L050	L070	L075	L090/095	L099/100	L110	L150	L190	L225	L276
SOX (NBR) (Solid)	10118	10194	10406	10621	11070	11494	11724	12001	12274	12409	—
SOX (NBR) (open center)	—	—	10393	10620	10968	11492	11711	37880	37881	12406	12612
Urethane (Solid)	—	37786	10395	—	—	—	—	—	—	12417	—
Urethane (open center)	—	—	10411	10626	11075	11499	11729	12006	12280	—	—
Hytrel® (Solid)	—	25307	—	—	—	—	11717	11993	12265	12401	—
Hytrel® (open center)	—	—	25308	25309	25310	11486	38097	38098	38099	12400	—
Bronze (open center)	—	10198	10409	10624	11073	11497	11727	12004	12277	34517	25767
Snap Wrap (NBR) w/ring	—	—	—	—	24669	24670	24671	24672	24673	—	—
Snap Wrap (NBR) w/o ring	—	—	—	—	11071	11495	11725	12002	12275	—	—
SOX (NBR) Bulk - pk 25	50115	50116	50117	50118	50119	—	—	—	—	—	—
SOX (NBR) Bulk - pk 10	—	—	—	—	—	51020	50121	50122	—	—	—
Snap Wrap Urethane - solid ring	—	—	—	—	—	41170	41171	—	28284	26093	—
In-Shear Elastomer	—	—	—	—	67576	67577	67578	67579	67580	68559	67581
In-Shear Ring	—	—	—	—	67584	67585	67586	67587	67588	68560	67589

Note: ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.

L Type Hub - Spline Bore UPC Number Selection Table

Teeth	Pitch	SAE	Spline Bore Diameters		Major Dia	Coupling Size								
			Major	Minor		L090	L095	L099	L100	L110	L150	L190	L225	L276
9	16/32	A	0.651	0.509	0.625	38568	37900	38571	37904	—	—	—	—	—
11	16/32		0.776	0.631	0.750	38569	37901	38572	37905	37909	37917	37925	—	—
13	16/32	B	0.901	0.754	0.875	38570	37902	38573	37906	37910	37918	37926	37935	—
13	8/16	D, E	1.798	1.506	1.750	—	—	—	—	37915	37923	37931	37940	38576
14	12/24	C	1.289	1.087	1.250	—	—	—	—	37912	37920	37928	37937	38577
15	16/32	BB	1.026	0.877	1.000	—	—	38574	37907	37911	37919	37927	37936	38578
21	16/32		1.401	1.250	1.375	—	—	—	—	37913	37921	37929	37938	—
23	16/32		1.526	1.375	1.500	—	—	—	—	37914	37922	37930	37939	—
27	16/32		1.776	1.625	1.750	—	—	—	—	37916	37924	37932	37941	38579
15	8/16	F	2.048	1.753	2.000	—	—	—	—	—	—	37933	37942	—

- Notes: ■ All pressure angles on above splines = 30°. Class 5 fit is standard, unless otherwise specified.
 ■ All stock spline bore hubs are supplied standard with Lovejoy's exclusive L-LOC Clamping Feature. See page T-7 for description.
 ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.

**L Type Inch Bore / Keyway
 Item Selection**

The L Type coupling consists of two standard L Type hubs and one spider. Refer to pages JW-11, JW-12, and JW-10.



Bore	Keyway	L035	L050	L070	L075	L090	L095	L099	L100	L110	L150	L190	L225	L276
1/8	No Keyway	10124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/16	No Keyway	10126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	No Keyway	10127	10206	10416	10680	10766	—	—	—	—	—	—	—	—
1/4	1/8 x 1/16	—	—	—	35744	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5/16	No Keyway	10128	10207	10417	10681	26209	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	No Keyway	24687	10208	10418	10682	10767	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	3/32 x 3/64	—	46121	41985	37234	37235	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8	1/8 x 1/16	—	44136	48829	35745	37236	—	—	—	—	—	—	—	—
7/16	No Keyway	—	10209	10419	10683	10768	11082	31297	11505	—	—	—	—	—
7/16	3/32 x 3/64	—	44713	44007	28089	28877	27613	38198	37237	—	—	—	—	—
7/16	1/8 x 1/16	—	—	44066	28875	28878	28879	38199	37238	—	—	—	—	—
1/2	No Keyway	—	10210	10420	10684	10769	11083	11333	11506	—	—	—	—	—
1/2	1/8 x 1/16	—	10211	10421	10685	26087	26088	11334	26089	—	—	—	—	—
9/16	No Keyway	—	10212	52338	10686	24976	37239	11335	11508	—	—	—	—	—
9/16	1/8 x 1/16	—	10213	10423	10687	28876	11084	38200	11509	—	—	—	—	—
5/8	No Keyway	—	10214	24771	44322	46052	41911	44174	44291	11733	12101	—	—	—
5/8	5/32 x 5/64	—	—	51104	37240	37241	37242	38201	37243	37244	37245	—	—	—
5/8	3/16 x 3/32	—	—	10424	10688	10771	11085	11336	11510	26211	26212	—	—	—
11/16	3/16 x 3/32	—	—	10425	10689	10772	11086	11337	11511	11734	12102	—	—	—
3/4	No Keyway	—	—	46116	56140	54282	56887	49705	45212	—	—	12285	12422	—
3/4	1/8 x 1/16	—	—	51719	35881	37246	37074	38202	37247	37248	37249	37250	—	—
3/4	3/16 x 3/32	—	—	10426	10690	10773	11087	11338	11512	11735	12103	38468	35882	—
13/16	3/16 x 3/32	—	—	—	10691	10774	11088	11339	11513	11736	12104	37252	37255	—
7/8	No Keyway	—	—	—	56941	—	—	59063	—	—	—	—	—	12582
7/8	3/16 x 3/32	—	—	—	10692	10775	11089	11340	11514	11737	12105	12286	12423	12585
7/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	38188	35747	38203	35686	35749	35750	37256	35753	54883
15/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	32332	11090	11341	11515	11738	12160	12287	12424	—
1	1/4 x 1/8	—	—	—	—	31296	11091	11342	11516	11739	12107	12288	12425	12586
1	3/16 x 3/32	—	—	—	—	37257	37258	38204	37259	37260	37261	37262	37263	—
1-1/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11092	11343	11517	11740	12108	12289	12426	—
1-1/8	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	11093	11344	11518	11741	12109	12290	12427	12587
1-3/16	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	11345	11519	11742	12110	12291	12428	—
1-1/4	1/4 x 1/8	—	—	—	—	—	—	—	11520	11743	12111	12292	12429	12588
1-1/4	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	35748	35752	35751	37294	35754	12589
1-5/16	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	11521	11744	12112	12293	26090	—
1-3/8	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	11522	11745	12113	12294	12430	12590
1-3/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	44348	37265	37266	37267	37568	46758
1-7/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11746	12114	12295	12431	12591
1-1/2	5/16 x 5/32	—	—	—	—	—	—	—	—	37269	37270	37271	37272	—
1-1/2	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11747	12115	12296	12432	12592
1-9/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11748	12116	12297	12433	45689
1-5/8	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	11749	12117	12297	12434	12593
1-11/16	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12118	12298	12435	60057
1-3/4	3/8 x 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12119	12299	13436	12594
1-3/4	7/16 x 7/32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37274	37275	37276	48250
1-13/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12120	12300	26091	—
1-7/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12121	12301	12437	12595
1-15/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12302	12438	49762
2	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12303	12439	12596
2-1/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12304	26092	—
2-1/8	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12305	12440	12597
2-3/16	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12441	12598
2-1/4	1/2 x 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12442	12599
2-3/8	5/8 x 5/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12443	12602
2-5/8	5/8 x 5/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41809	12605
2-7/8	3/4 x 3/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12607

Notes: ■ Tolerances for bore and keyways are found in Engineering Data section (pages ED-10 and ED-11). All hubs supplied standard with one set screw.
 ■ Non-standard bores available – consult Lovejoy Engineering.
 ■ When referencing the Lovejoy UPC number in this table, include 685144 as a prefix to the number shown.



ANEXO 10. Cotizaciones.



EXIMPORT DISTRIBUIDORES DEL PERU S.A. – RUC: 20100041520
Av. Argentina N° 1710 – Lima – Perú

PROFORMA

Atención : Javier Cortez

Fecha:

30 Noviembre 2013

Estimado Cliente:
En atención a su solicitud de compra ponemos a su consideración:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	V. VENTA	V. VENTA
			UNIT. S/.	TOTAL S/.
01	01	MOTOR GAS 13.0HP A/MANUAL 1C OHV 389CC 3.7L/H MODELO: GX390 MARCA: HONDA	S/. 1,700.00	S/. 1,700.00

Proforma valida por 05 días.
Forma de pago: contado – depósito bancario
Entrega inmediata
Lugar de entrega: Av. Argentina 1710 Lima



TODOS LOS PRECIOS INCLUYEN I.G.V.

TIPO DE CAMBIO: 2.82

Atentamente,

GUILLERMO CARDENAS RUIZ
Representante de Ventas
Rpm: #976795453 Cel.: 976795453
Nextel:
gcardenas@edipesa.com.pe





COTIZACION N° DTC0212201301

SEÑORES

JJ DISEÑA, CONSTRUYE, FABRICA E INSTALA S.A.

JR. CRISOCOLAS NRO. 265 URB. SAN CARLOS

LIMA 36

ATT.: Sr. Javier Valenzuela

TEL.: 987156305

FECHA 25/11/2013

RESPONSABLE Ing. Daniel Torres

REFERENCIA OHIDRAULICA

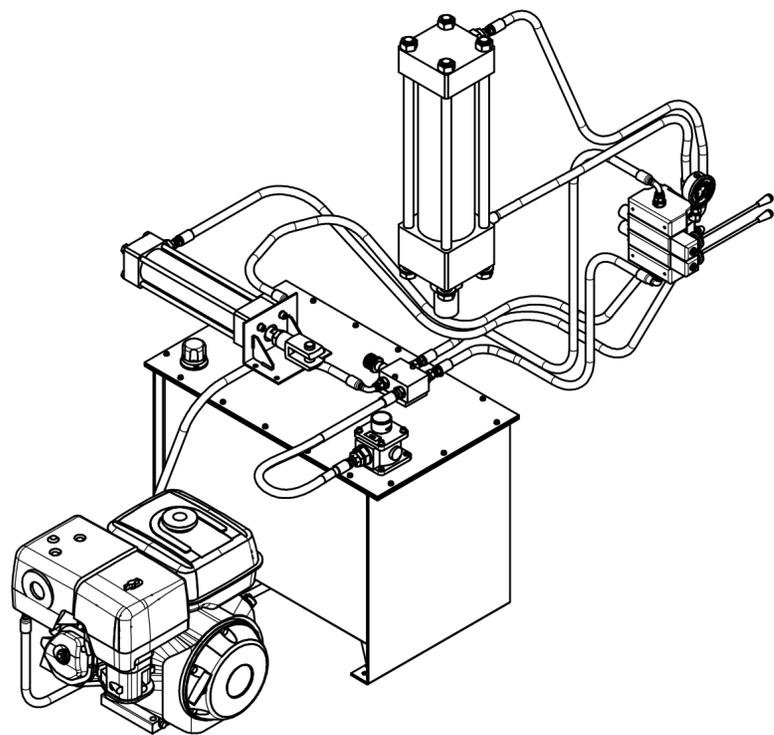
De nuestra mayor consideración :

En atención a su amable solicitud de cotización, tenemos el agrado de presentarles nuestra oferta económica por los componentes mencionados de la referencia

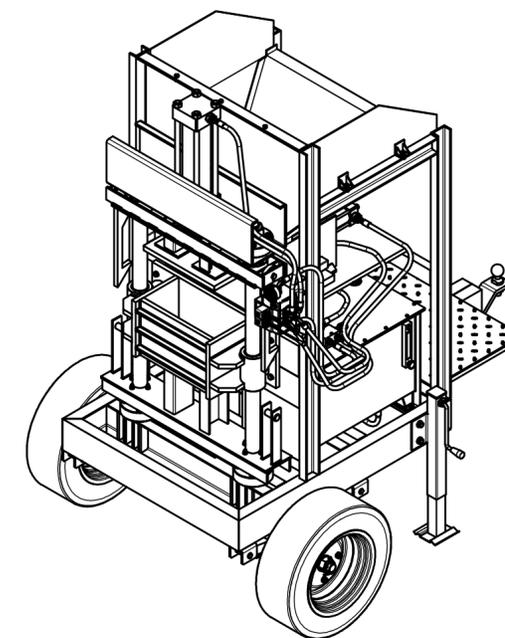
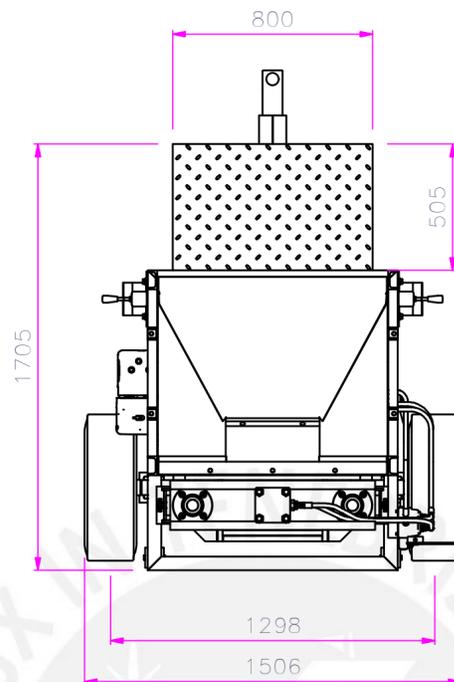
POS	N.DE PEDIDO	DESCRIPCION	CANT	Precio Unitario	Precio Total
1	CH-100x50x0350RBD	CILINDRO HIDRAULICO DOBLE EFECTO DIAMETRO DE EMBOLO : 100 MM DIAMETRO DE VASTAGO : 50 MM CARRERA : 350 MM BRIDA DELANTERA ROTULA Marcas: Sellos: Parker (USA) Tubos y Vástagos: AL (Alemania) Garantía: 1 Año Repuestos: Garantizado 5 años	1.00	1258.24	1258.24
2	CH-40x20x0310ARPA	CILINDRO HIDRAULICO DOBLE EFECTO DIAMETRO DE EMBOLO : 40 MM DIAMETRO DE VASTAGO : 20 MM CARRERA : 310 MM PIVOTE DOBLE ROTULA AMORTIGUACION REGULABLE Marcas: Sellos: Parker (USA) Tubos y Vástagos: AL (Alemania) Garantía: 1 Año Repuestos: Garantizado 5 años	1.00	508.92	508.92



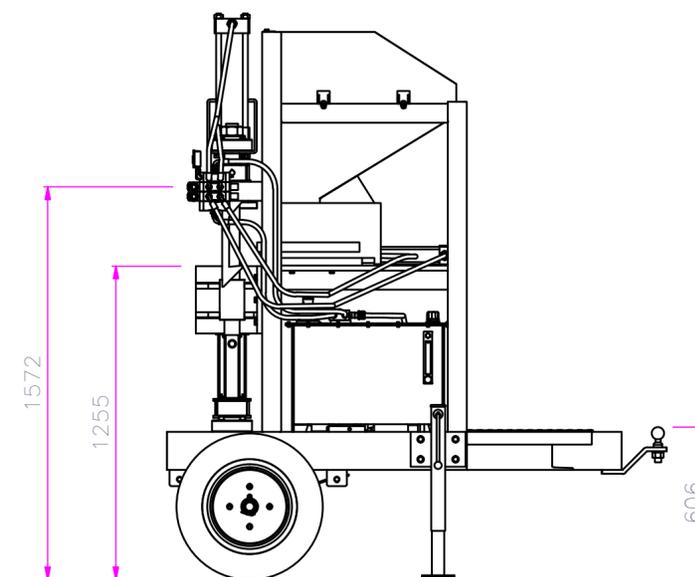
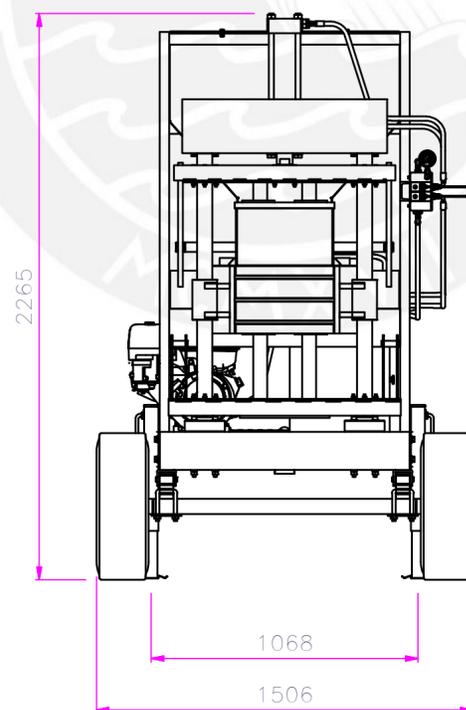
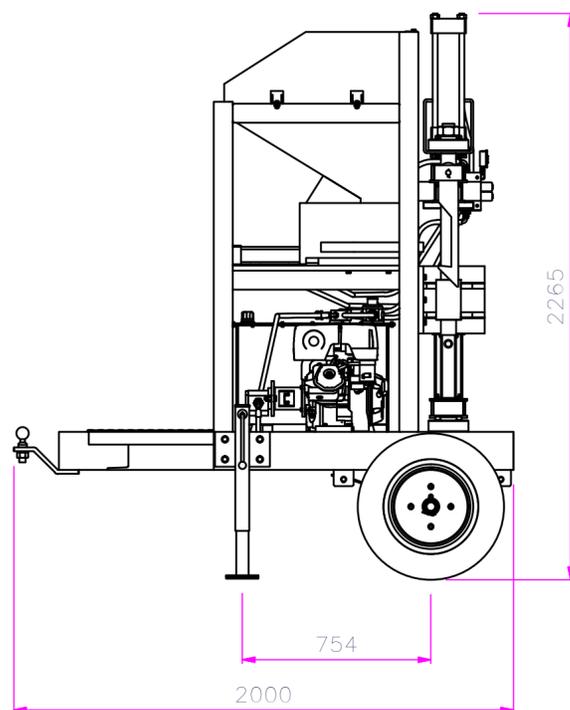
ANEXO 11. Planos.



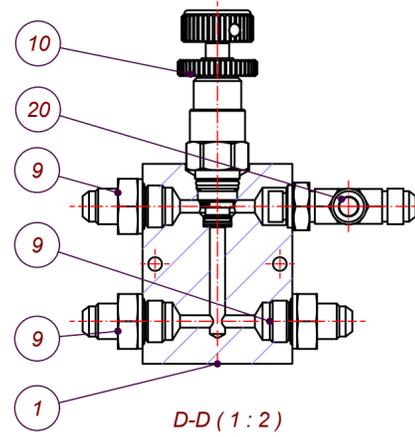
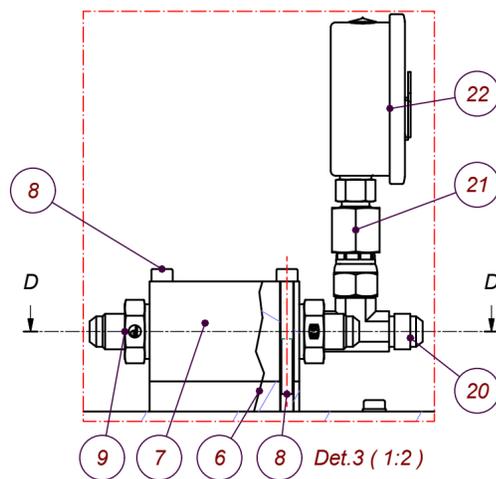
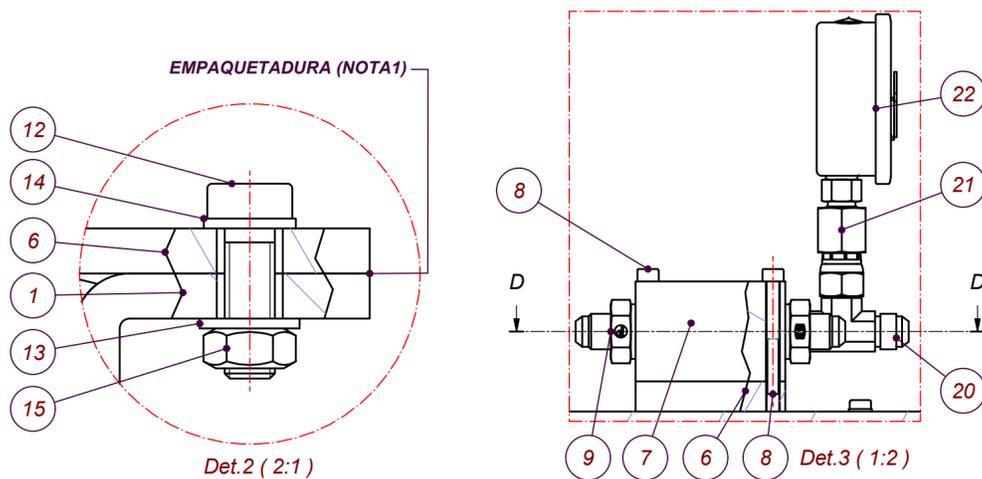
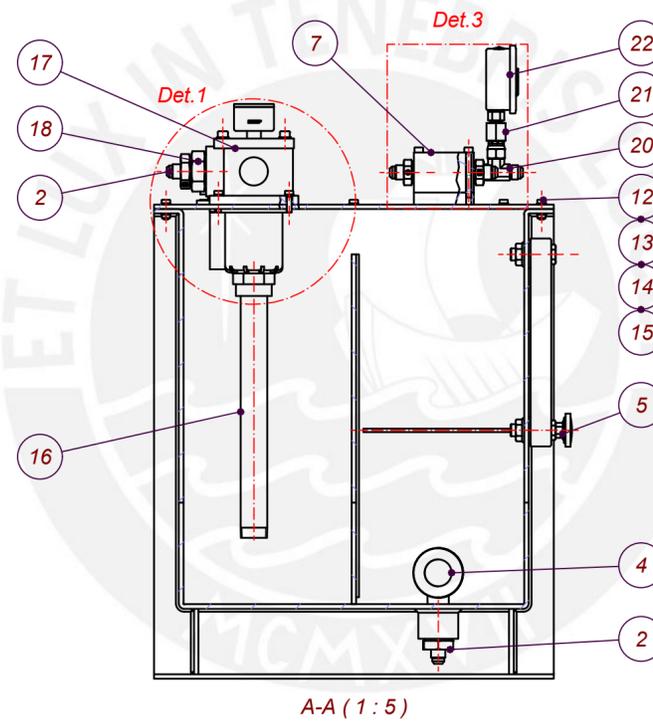
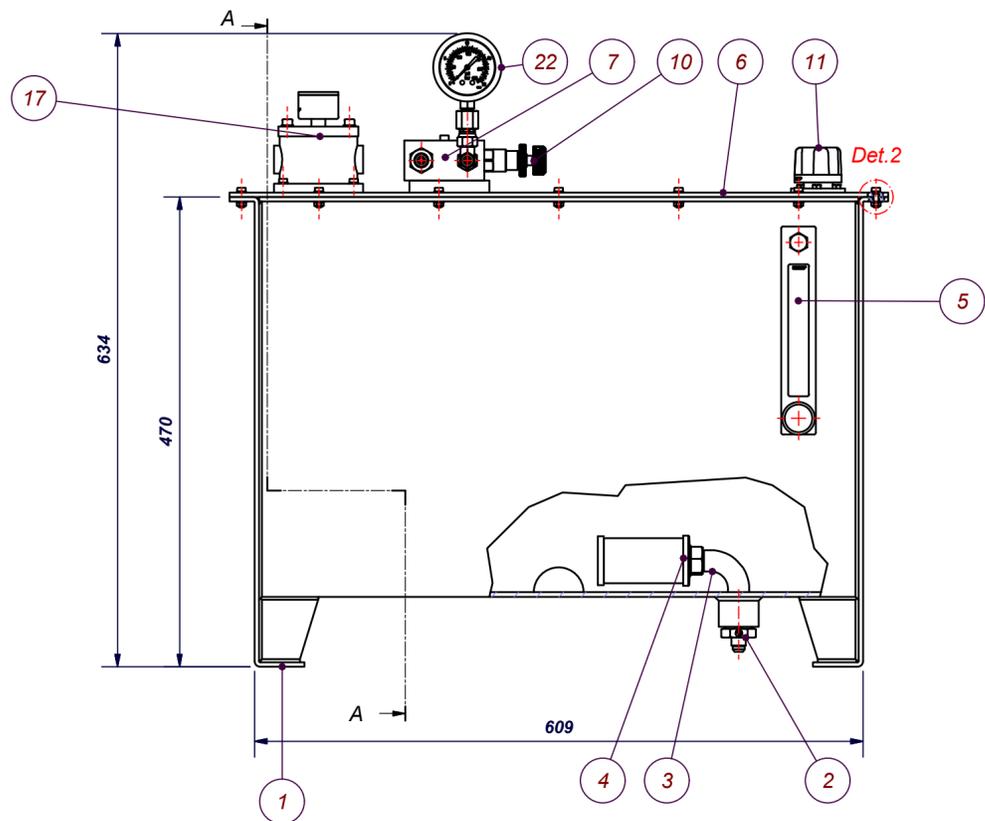
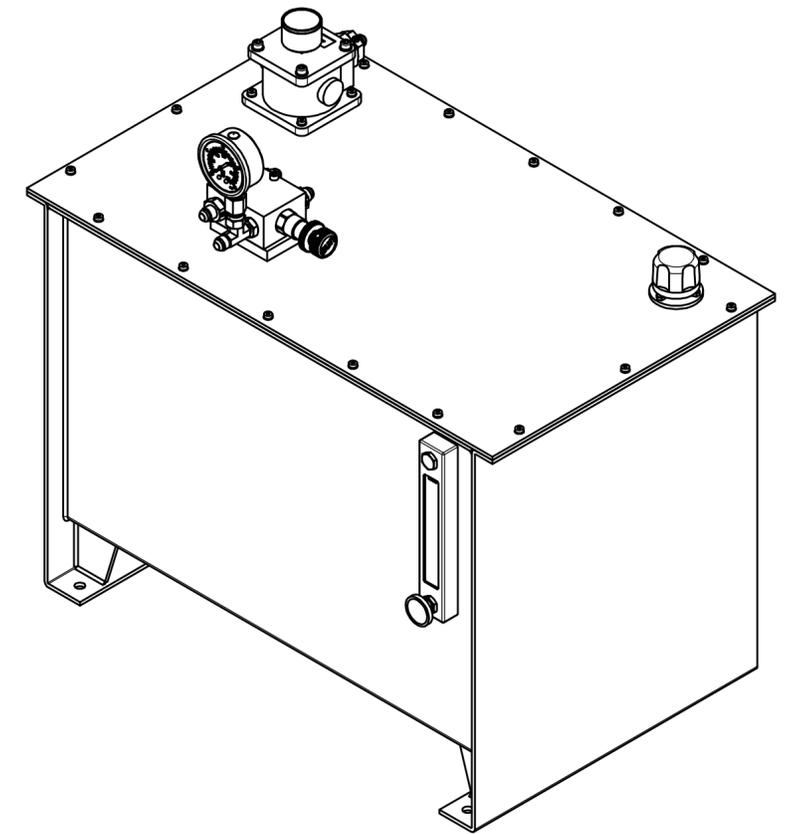
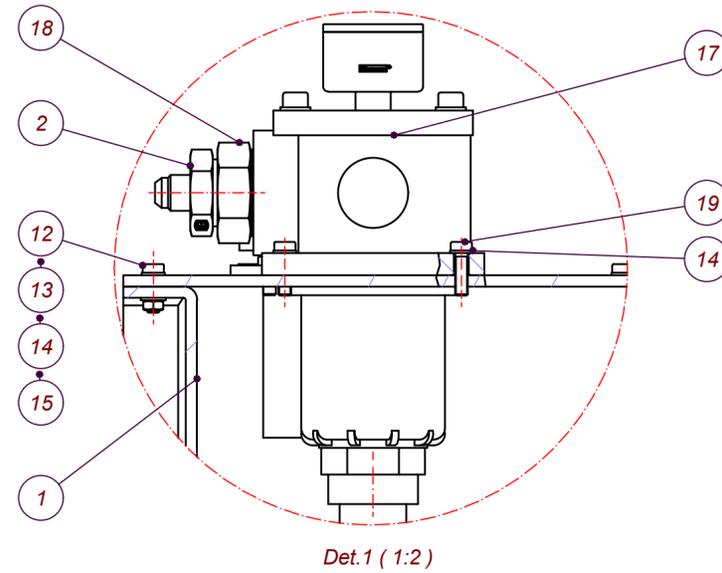
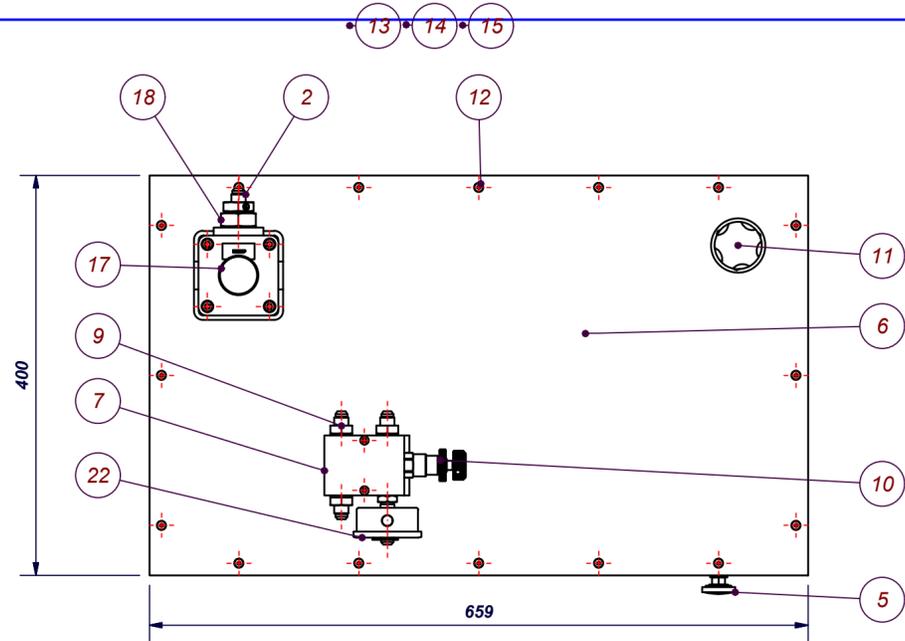
PERSPECTIVA DE SISTEMA HIDRAULICO
ESCALA (1:20)



VISTA ISOMETRICA
ESCALA (1:20)



POS. CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA				
MÉTODO DE PROYECCIÓN	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO			ESCALA
	PRENSA DE ADOBES			1:10
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ			FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA			LÁMINA: A2 - JJC - 001.1



CONEXIONES HIDRAULICAS CON MANGUERAS 3/8" - 5000 PSI:
 (1) SUCCION DE TANQUE HIDRAULICO HACIA BOMBA
 (2) LADO PRESION VIENE DE BOMBA HACIA MANIFOLD
 (3) LADO PRESION HACIA VALVULA DISTRIBUIDORA
 (4) LADO TANQUE RETORNA DE VALVULA HACIA MANIFOLD
 (5) LADO TANQUE RETORNA DE MANIFOLS HACIA FILTRO
 (6) RETORNO HACIA TANQUE / FILTRO

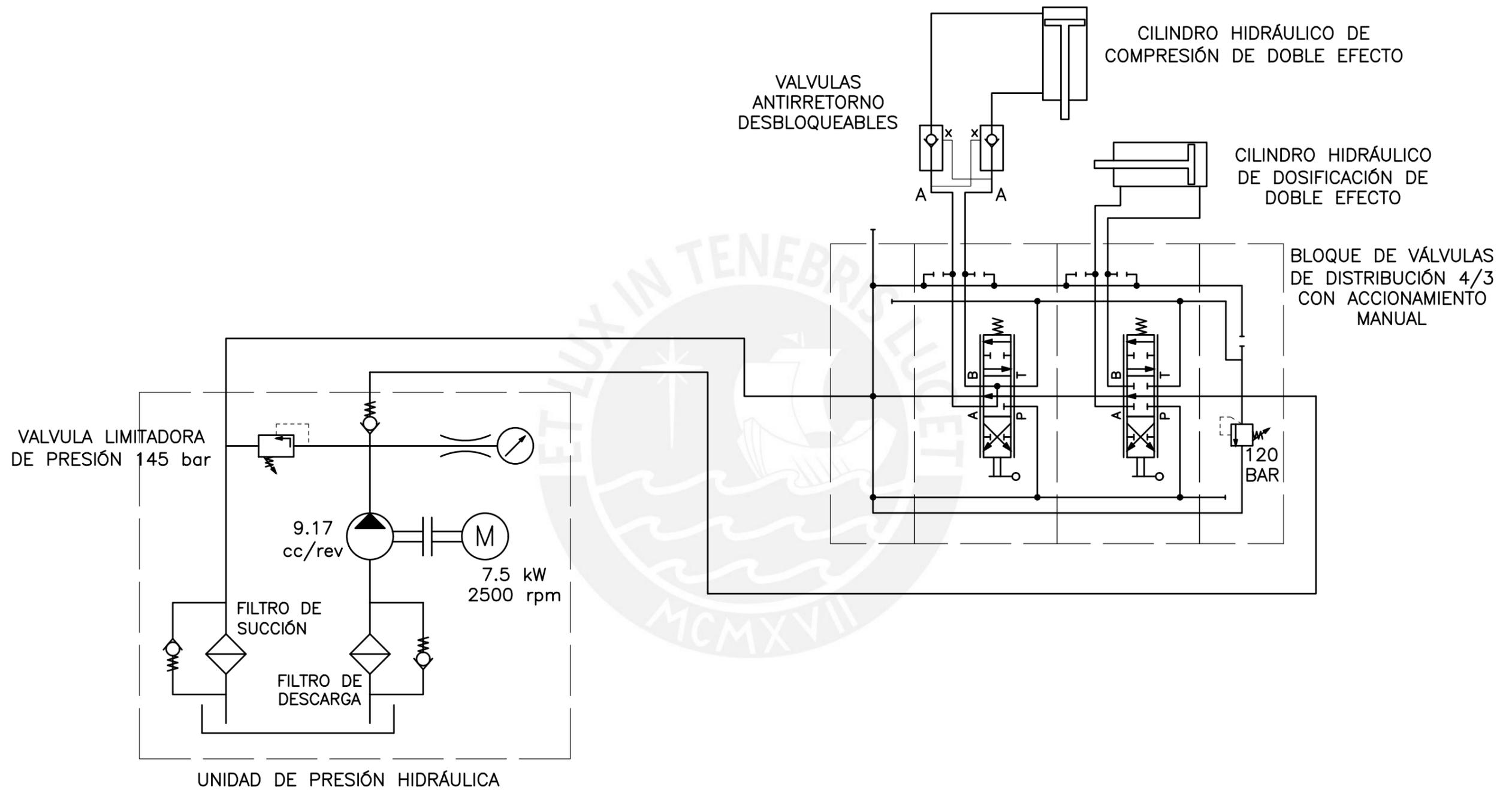
NOTA 1: EMPAQUETADURAS ACEPATDAS
 - GRAFITO EXPANDIDO SIN INSERCCION.
 - PTFE EXPANDIDO (ASME B16.21)
 - ESTIRENO - BUTADIENO (SBR)
 - NITRILO (SBR)

FORMATO: LAMINAS 2,00 - 3,00 mm
ESPOSORES: -10°C
TEMPERATURA MÍNIMA: 150°C
TEMPERATURA MÁXIMA: 5000 PSI
PRESION MÁXIMA:

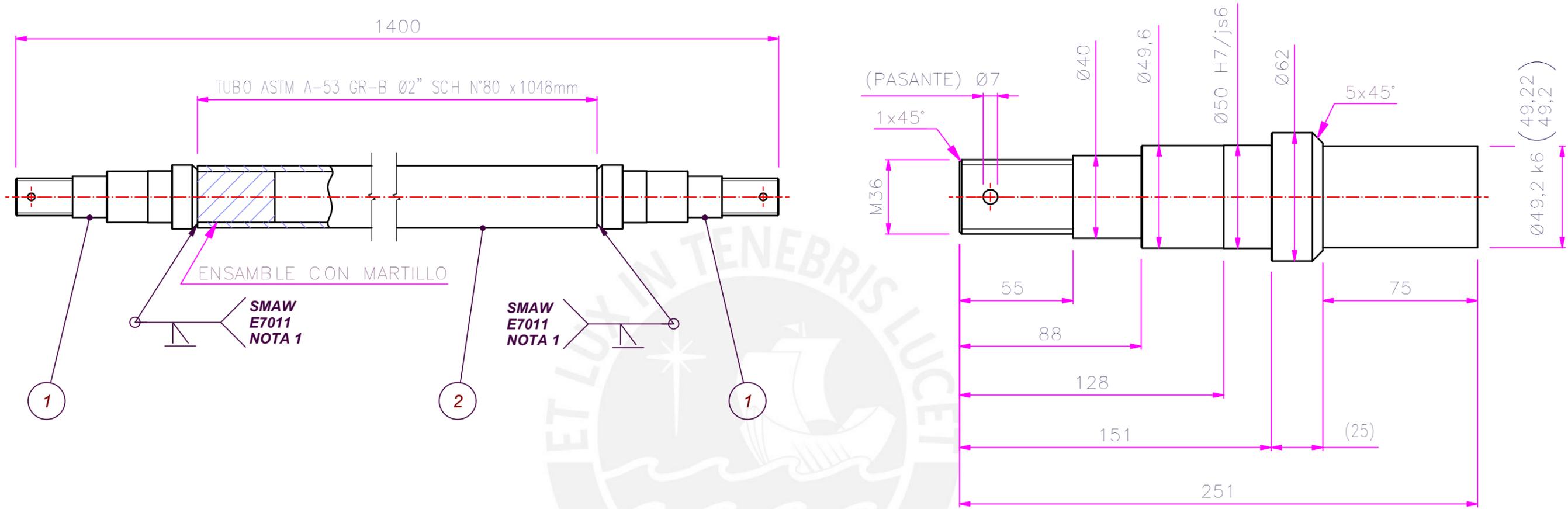
22	1	MANOMETRO 63 (0-250BAR) G1/4"	STAUFF		
21	1	CONECTOR FEMALE SAE 37 JIC 3/8" x FEMALE G1/4"	ISO 8434-2	ASTM B462	PARKER 6G6XS
20	1	TEE BSPP-ORR 3/8"-19 x SAE 37 JIC 3/8"	ISO 8434-2	ASTM B462	PARKER 6R40MXS
19	4	PERNO SOCKET HEXAGONAL M5x18	DIN 7984	ISO 898-1 Class8.8	ASTM F568M Class8.8
18	1	CONCTOR MALE BSPP-ORR 3/4"-14	ISO 8434-2	ASTM B462	PARKER 12-BL0HB3-S
		FEMALE BSPP 1/2"-14 (5000PSI)	SAE 520104		
17	1	FILTRO DE RETORNO EN LINEA	STAUFF		RF014 N10-B-N-M-0
16	1	TUBO SIN COSTURA Ø2" Sch80	API 5L GrB	ASTM A53	ROSCADO EN EXTREMO
15	16	TUERCA HEXAGONAL M5	ISO 4032	ISO 898-2 Class8	
14	16	ARANDELA DE PRESION A5	DIN 128	ISO 898-1 Class8.8	
13	16	ARANDELA PLANA A5.3	ISO 7091	ISO 898-1 Class8.8	
12	16	PERNO SOCKET HEXAGONAL M5x16	DIN 7984	ISO 898-1 Class8.8	ASTM F568M Class8.8
11	1	RESPIRADOR METALICO	STAUFF		SMBB-47-S-10-0-C-5065-P
10	1	VALVULA LIMITADORA DE PRESION 9.5 l/min			350 Bar (Max Presión)
		SUN HYDRAULICS Código: RBAELAN	DIN 24339-2016	ASTM A36	9.5 l/min
9	4	CONECTOR SAE 37 3/8" JIC -	SAE J516	ASTM B462	PARKER 6-RF40MXS
		BSPP-ORR 3/4"-14 (5000 PSI)	ISO 8434-2		
8	2	PERNO SOCKET HEXAGONAL M5x45	ISO 4762	ASTM A-325	
7	1	MANIFOLD HIDRAULICO	ISO-4401	ASTM A536 65	ISO 4413:2010
6	1	TAPA DE TANQUE HIDRAULICO	DIN 24339-2016	ASTM A36	ISO 4413:2010
5	1	INDICADOR DE NIVEL Y TEMPERATURA	STAUFF		SNA-150-B-T1C-12-0
4	1	FILTRO DE SUCCION DE CELULOSA 1/2"-150PSI	STAUFF		SUS-P-050-N08F-105-125-P
3	1	CODO MACHO ROSCADO 90° NPT 1/2" CLASE 300	ASME B16.3	ASTM A197	
2	5	CONECTOR SAE 37 3/8" JIC -	SAE J514	ASTM R642	PARKER 6-RF40MXS
		BSPP-ORR 1/2"-14 (5000 PSI)	ISO 8434-2		
1	1	TANQUE HIDRAULICO 90 Lts (ØØx340x90 mm)	DIN 24339-2016	ASTM A36	ISO 4413:2010
POS. CANT.		DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
 SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

MÉTODO DE PROYECCIÓN	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO	ESCALA
	UNIDAD DE PRESION HIDRAULICA PRESA DE ADOBES	1:5
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LÁMINA: A2 - JJC - 002



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA		
METODO DE PROYECCION 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO MECANICO PRENSA ADOBERA OLEOHIDRAULICA ESQUEMA OLEOHIDRÁULICO	ESCALA 1:1
DIBUJADO POR:	20060241 – JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: JJC-A3-003



1. ESPINA SOLDABLE (2 UND)
ACERO SAE 1045

ESCALA 1:2

NOTA:

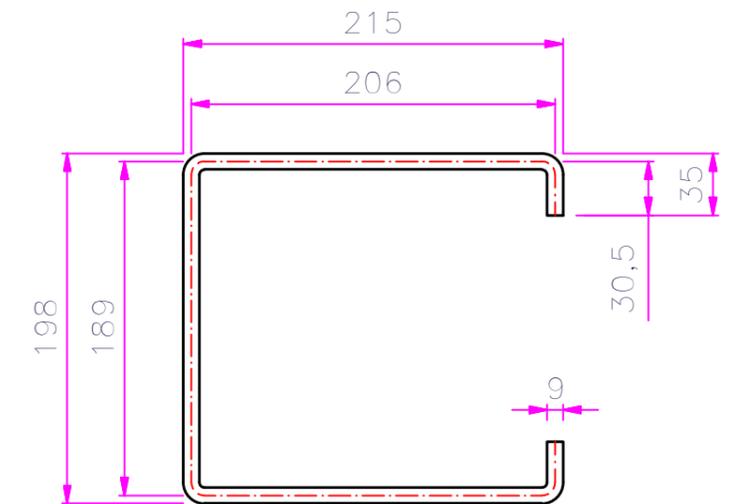
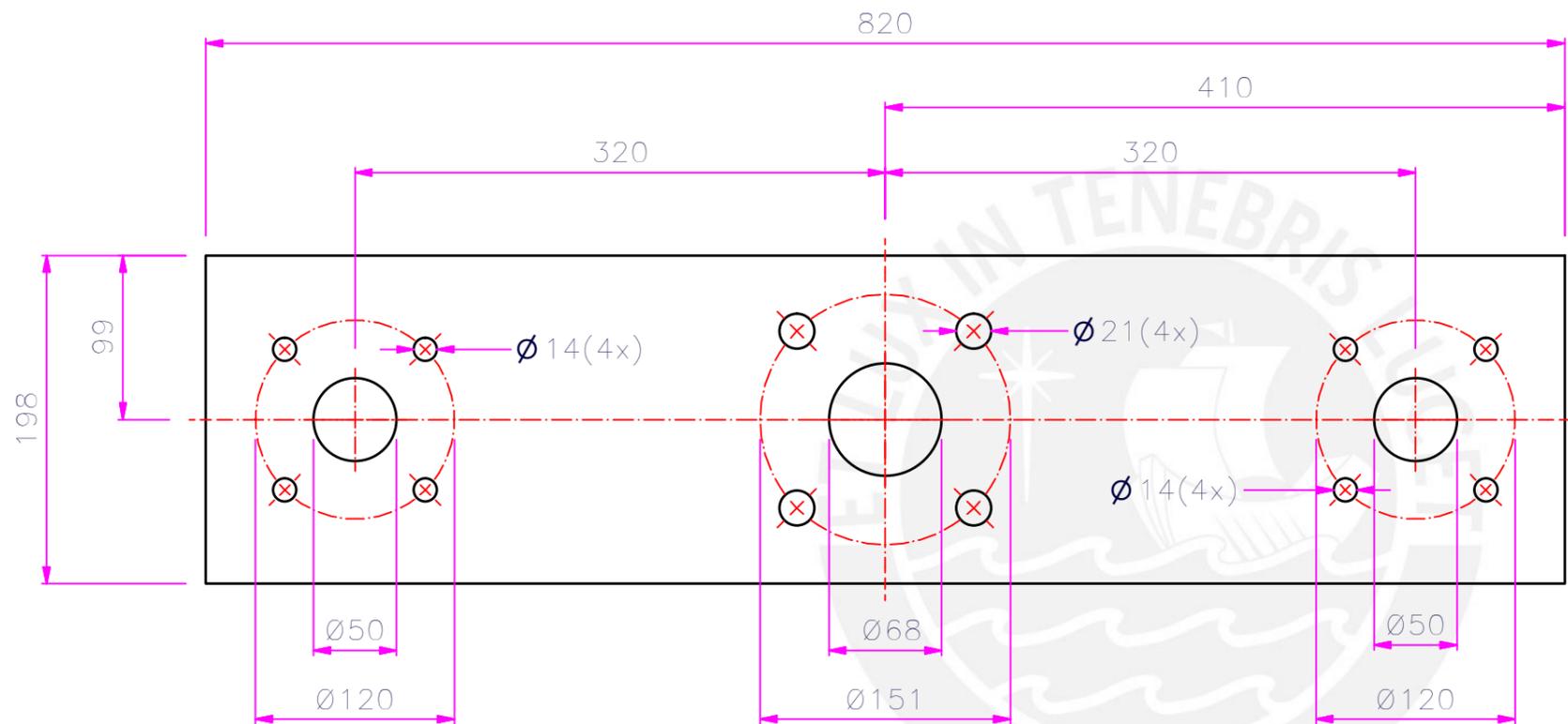
1. PRECALENTAMIENTO A 200°C. DEJAR ENFRIAR AL AIRE POST SOLDEO HASTA ALCANZAR TEMPERATURA AMBIENTE. ALIVIO DE TENSIONES POR TEMPERATURA. POSTCALENTAMIENTO REQUERIDO HASTA 300°C DEJAR REPOSAR AL AIRE HASTA ALCANZAR TEMPERATURA AMBIENTE.

2. CHAFLANES NO ACOTADOS: 0.5 mm x 45°

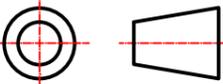
3. RECUBRIR CON CAPA DE ACEITE PARA EVITAR CORROSION.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

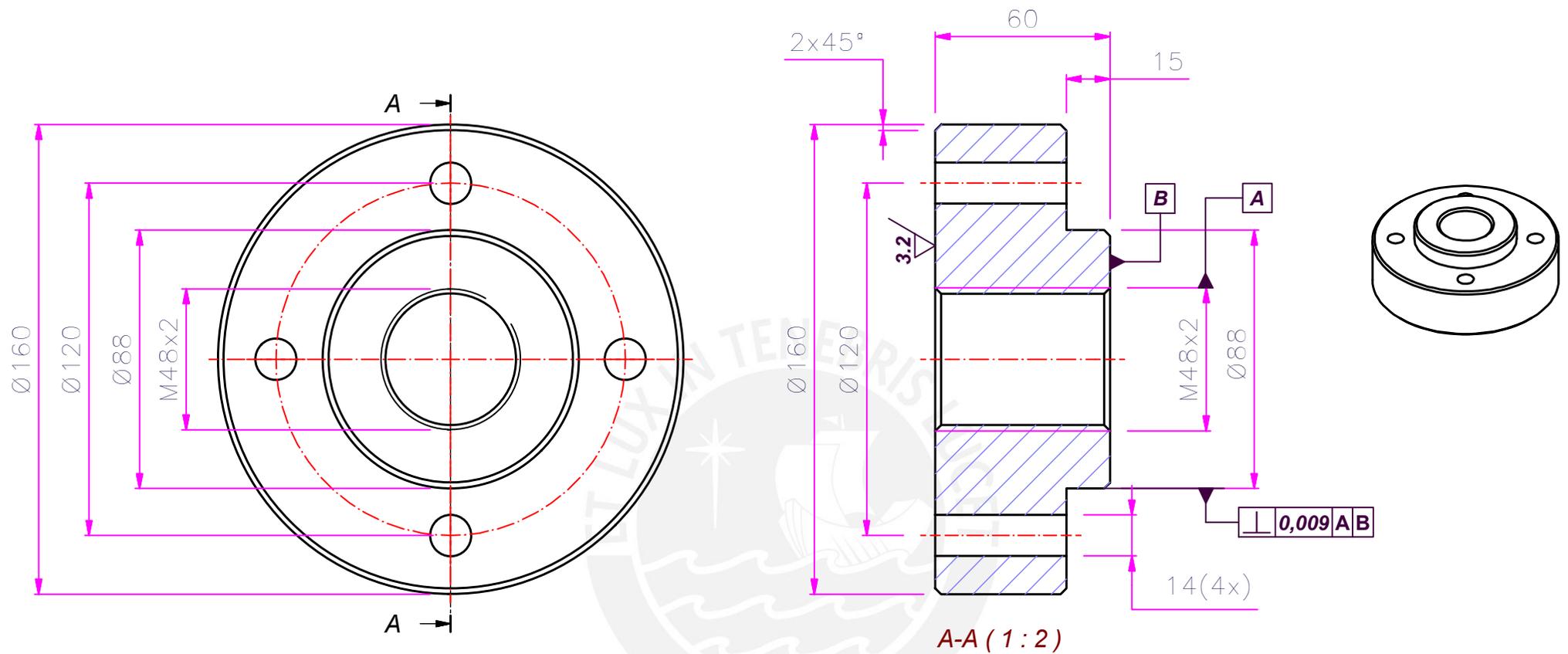
ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL VARIOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRENSA DE ADOBES EJE DE SUSPENSIÓN	ESCALA 1:4
DIBUJADO POR:	200060241- JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC - 005



Desarrollo 662 mm

ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL ASTM A-36
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRESA DE ADOBES VIGA SUPERIOR	ESCALA 1:4
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC - 006

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0



ACABADO SUPERFICIAL 3.2 / (1.6)	TOLERANCIA GENERAL FINO DIN 7168	MATERIAL AISI SAE 1045 / DIN 17200 CK 45
------------------------------------	--	---

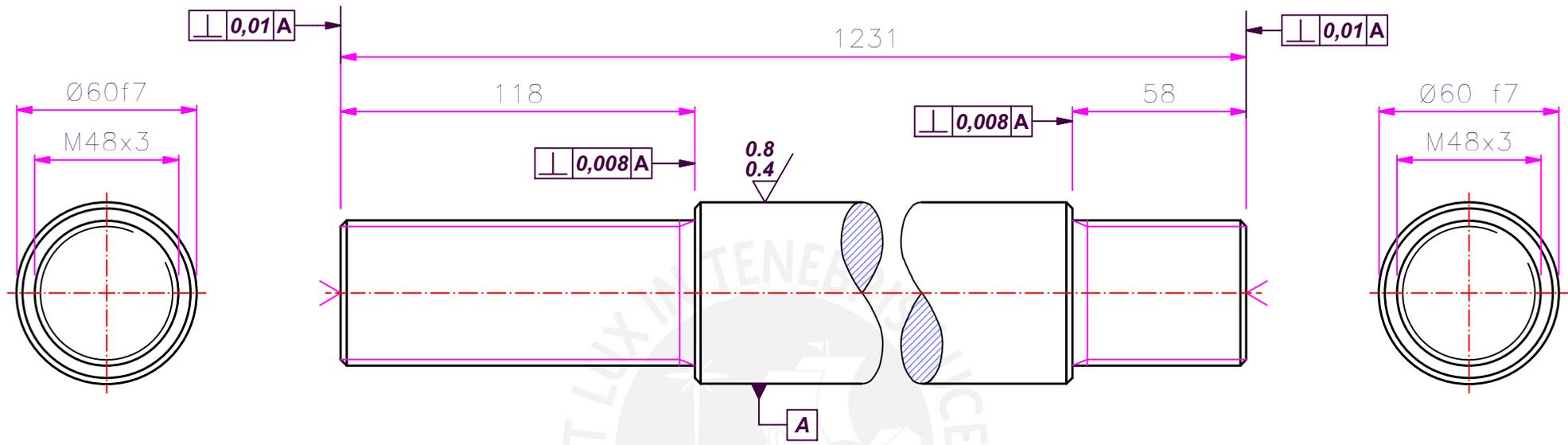
CHAFLANES 2x45

COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRESA DE ADOBES BRIDA DE EJE GUÍA	ESCALA 1:2
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A4 - JJC - 007



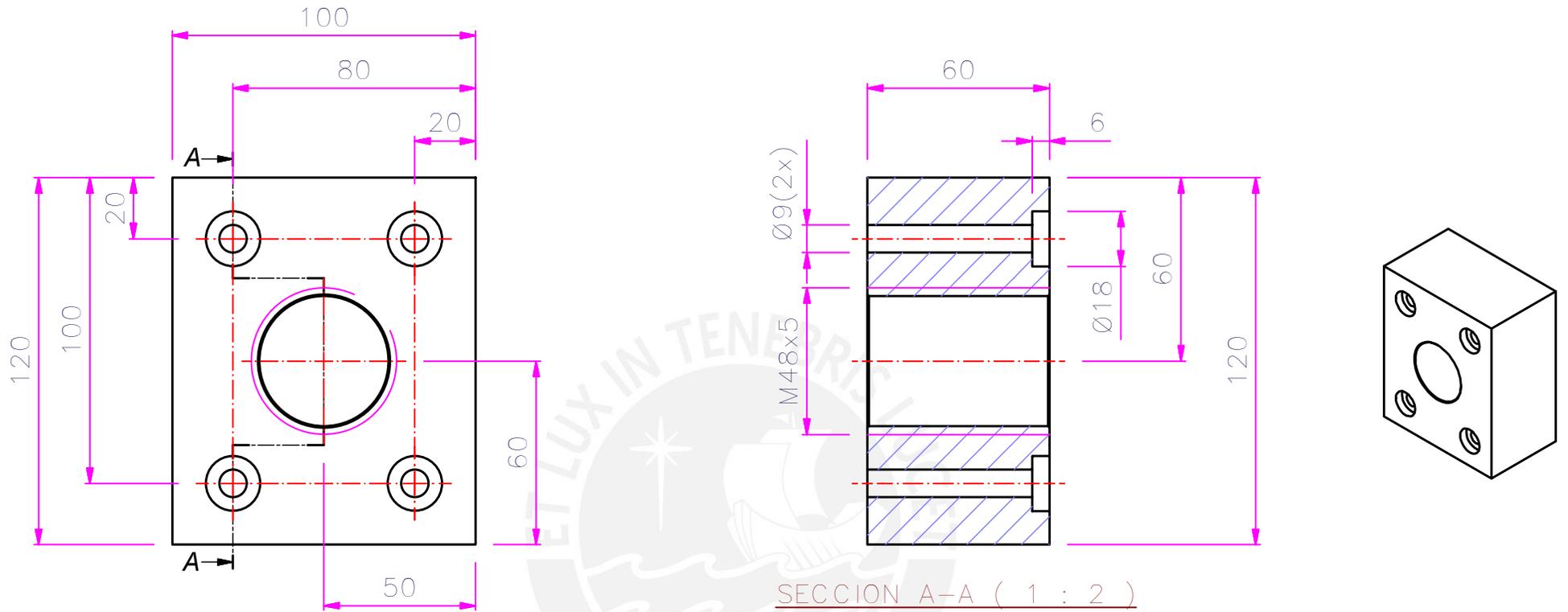
60f7	50.970	50.940
COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA

ACABADO SUPERFICIAL $1.6/0.8$	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL AISI SAE 1045 / DIN 17200 CK 45
----------------------------------	---	---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO Prensa de Adobes Guía Columna	ESCALA 1:2
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A4 - JJC - 008

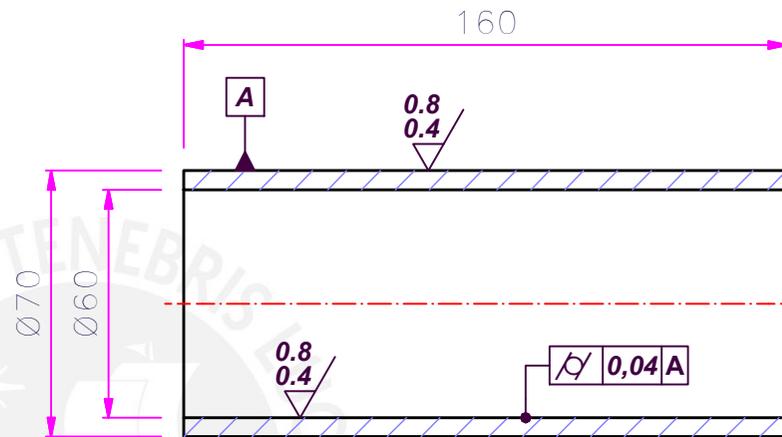
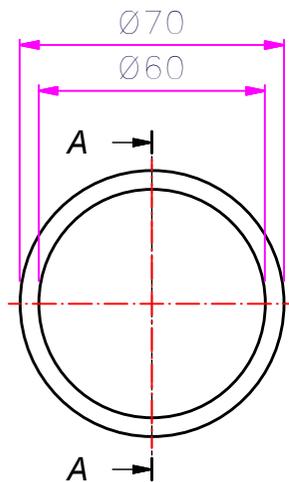


ACABADO SUPERFICIAL $3.2 / (1.6)$	TOLERANCIA GENERAL FINO DIN 7168	MATERIAL AISI SAE 1045 / DIN 17200 CK 45
--------------------------------------	--	---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRESA DE ADOBES BRIDA DE VASTAGO	ESCALA 1:2
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A4 - JJC - 009



A - A (1 : 2)

-	-	-
70.032	70.051	70p6
60H8	60.046	60.000
COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA

ACABADO SUPERFICIAL

1.6 / (0.8)

TOLERANCIA GENERAL

FINO
DIN 7168

MATERIAL

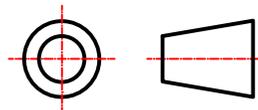
ASTM B255-83a (Bronce grafitado)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168

GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

PRESA DE ADOBES
BOCINA DE BRONCE

ESCALA

1:2

DIBUJADO POR:

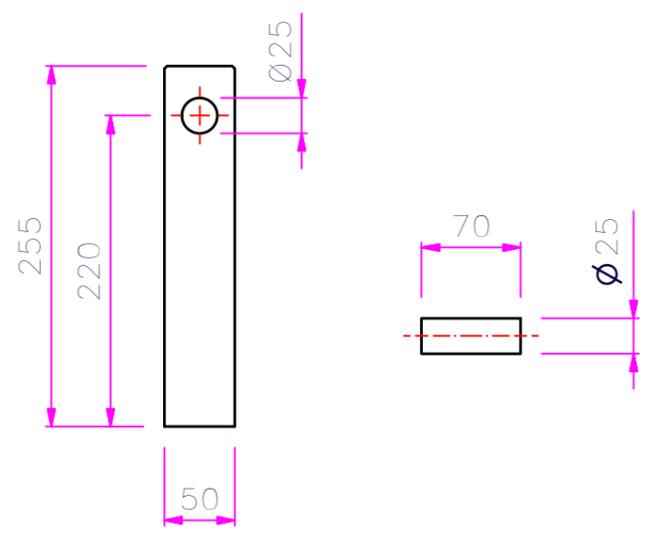
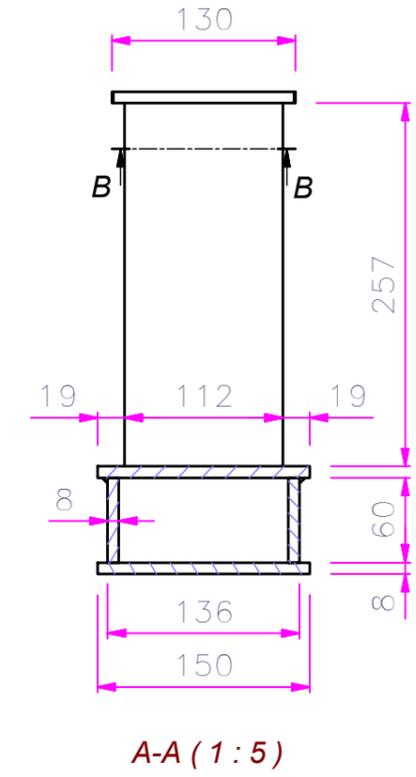
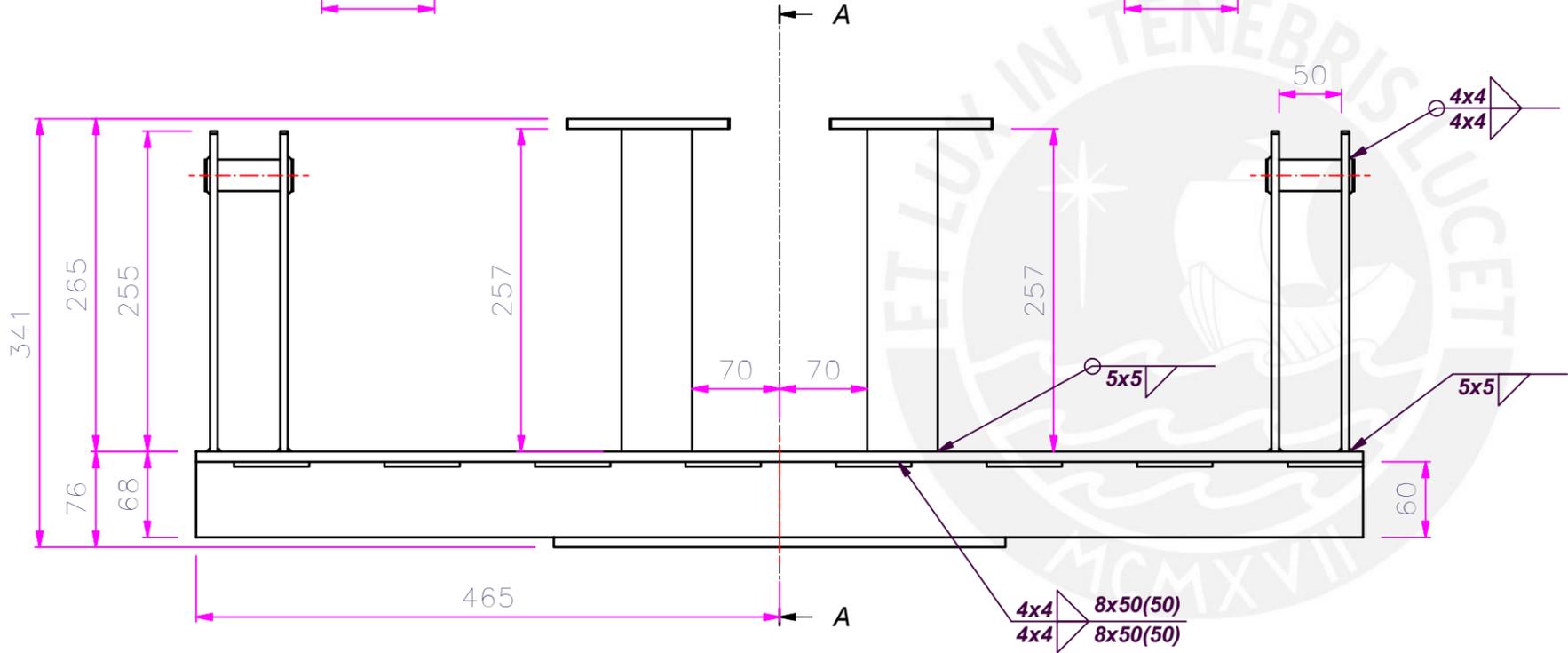
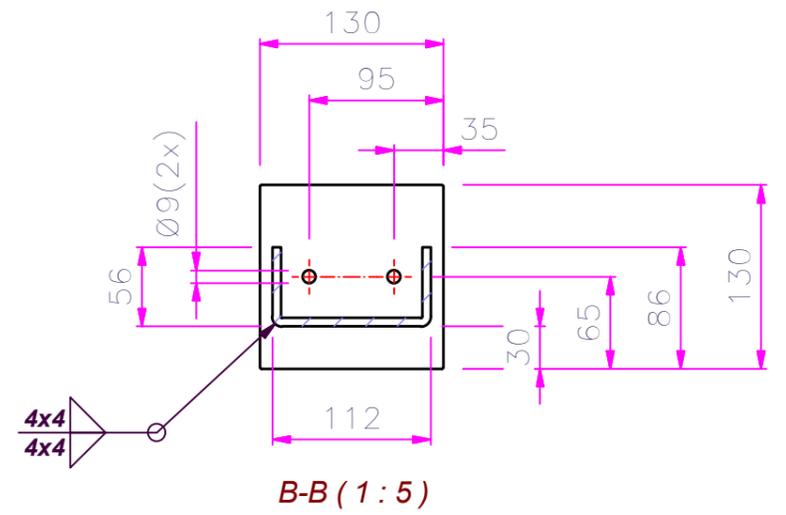
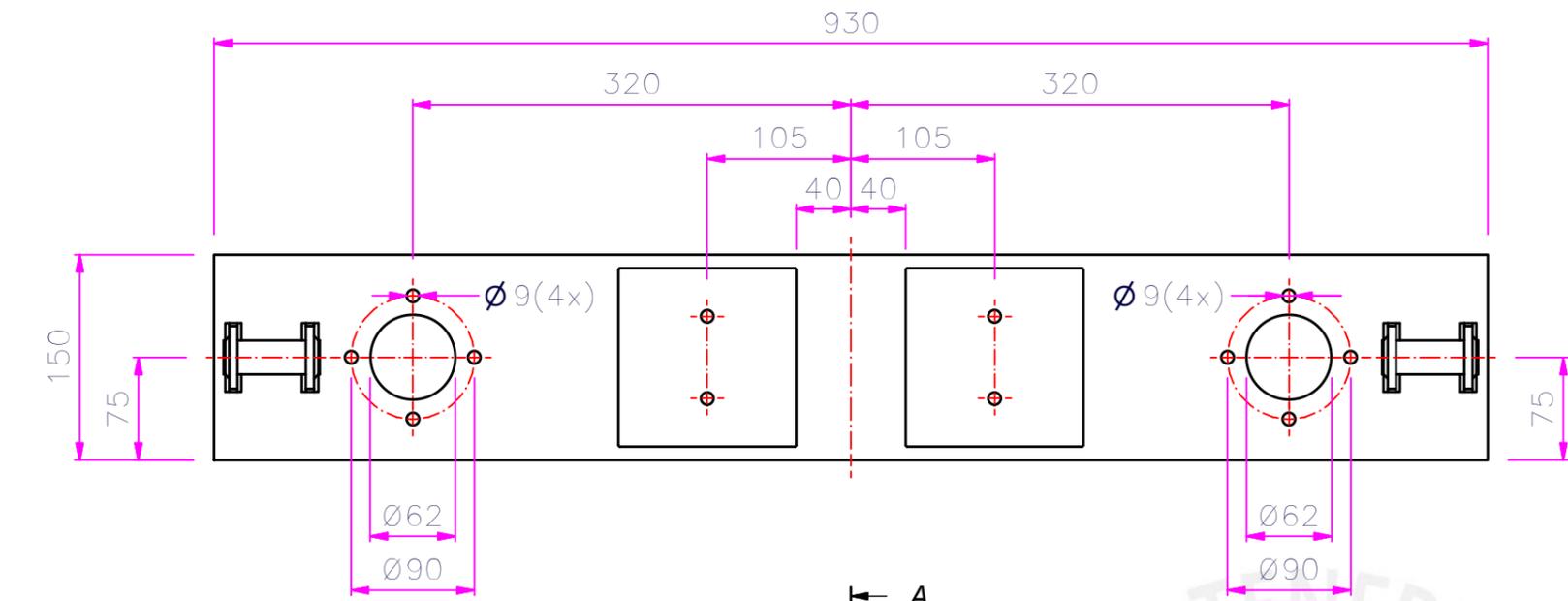
20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ

FECHA:
2013.12.15

APROBADO POR:

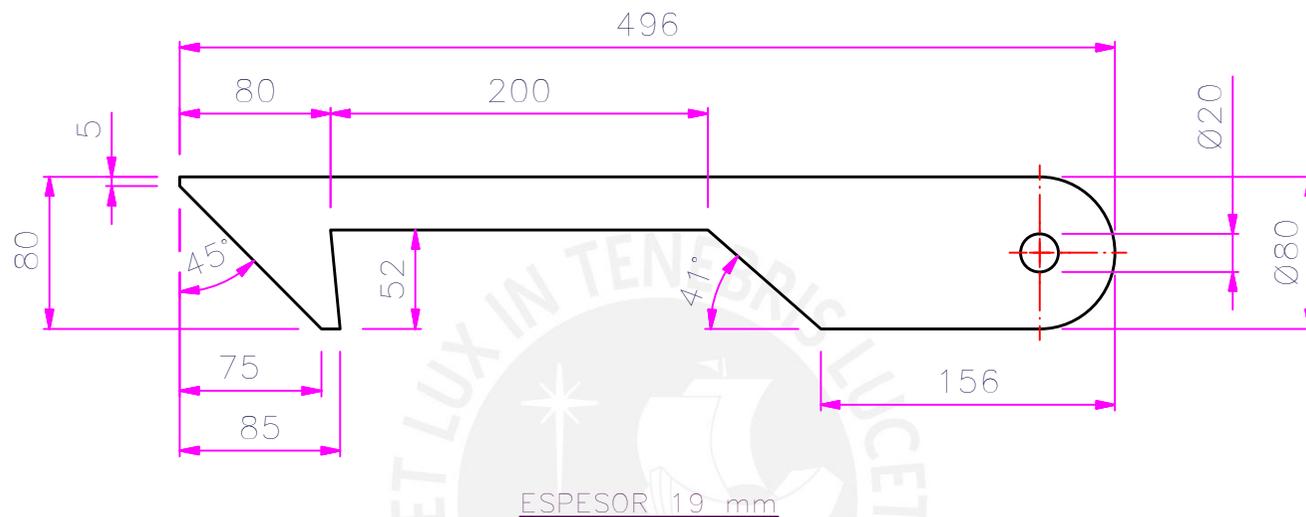
Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA

LAMINA:
A4 - JJC - 011



TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL ASTM A-36
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRENSA DE ADOBES VIGA DE LEVANTE	ESCALA 1:5
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC - 012



MÉTODOS DE FABRICACION RECOMENDADOS:

- CORTE CON EQUIPO OXICORTE
- CORTE CON EQUIPO PLASMA
- CORTE CON HILO DE TUNGSTENO

ACABADO SUPERFICIAL

TOLERANCIA GENERAL
MEDIO
DIN 1768

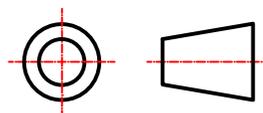
MATERIAL
ASTM A-36

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168

GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

PRESA DE ADOBES
GANCHO DE IZAJE

ESCALA

1:2

DIBUJADO POR:

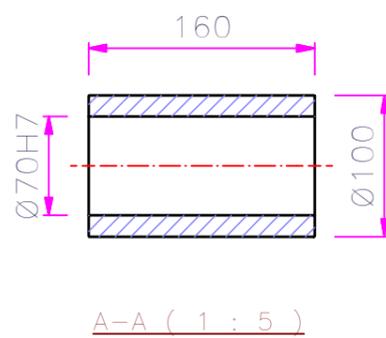
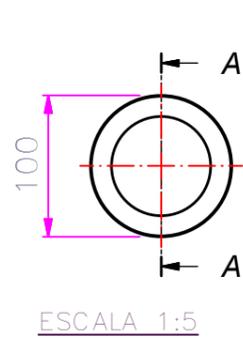
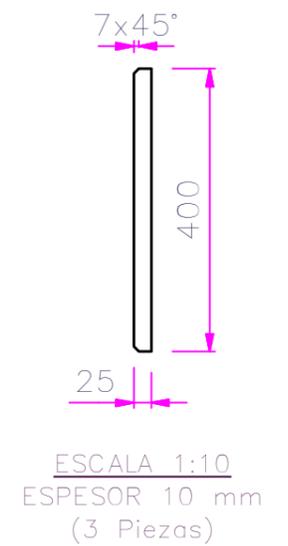
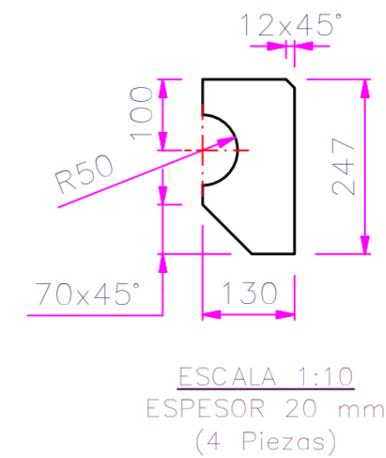
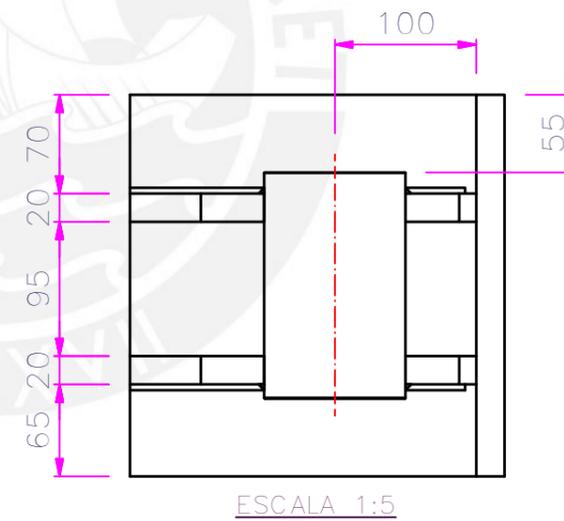
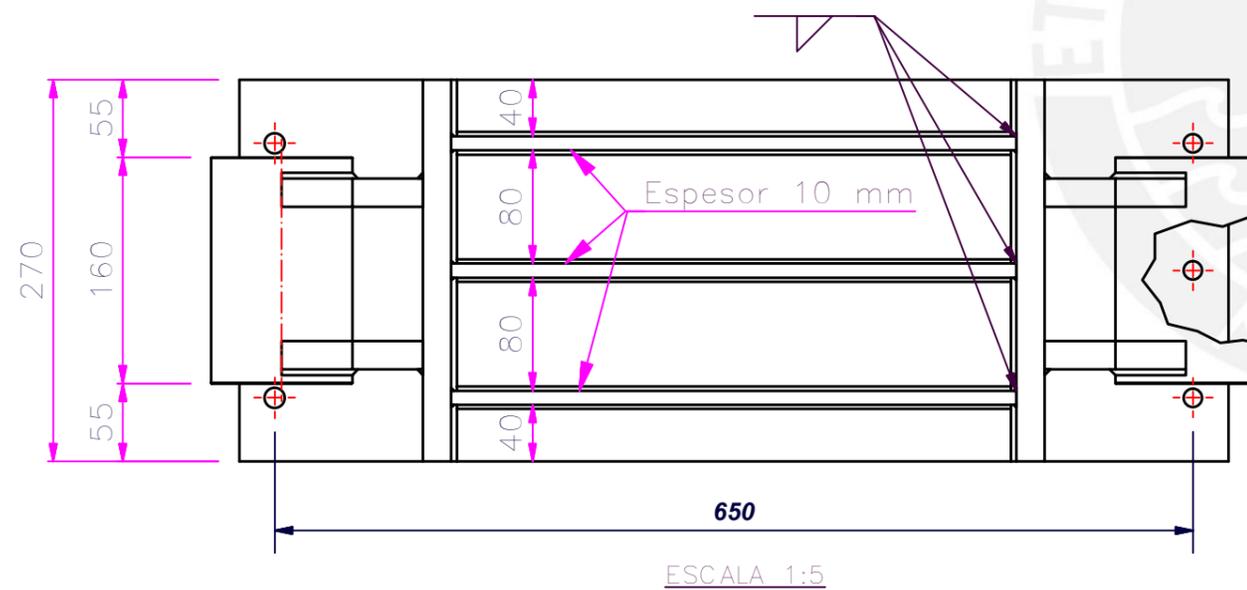
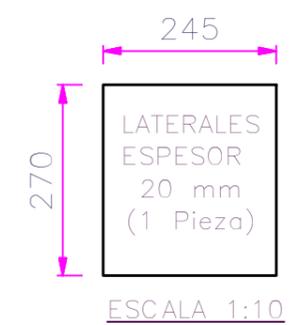
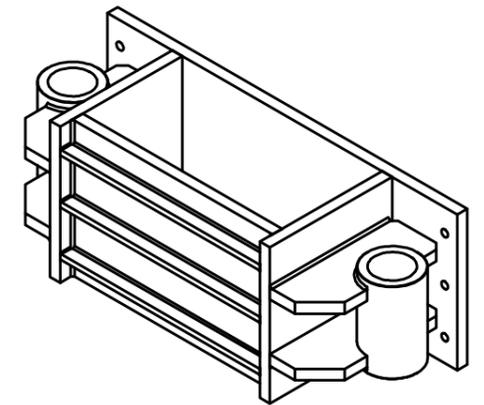
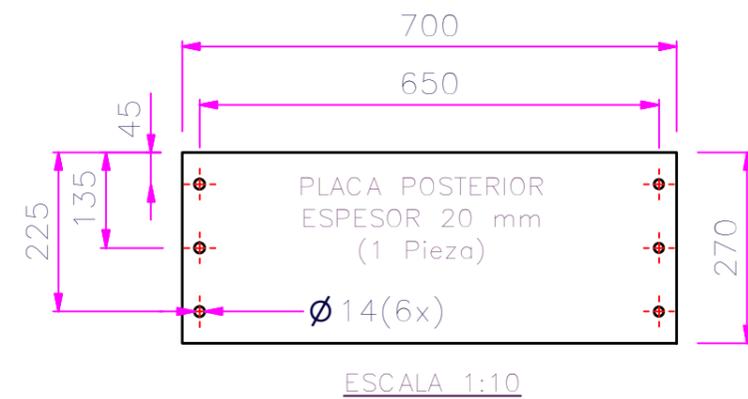
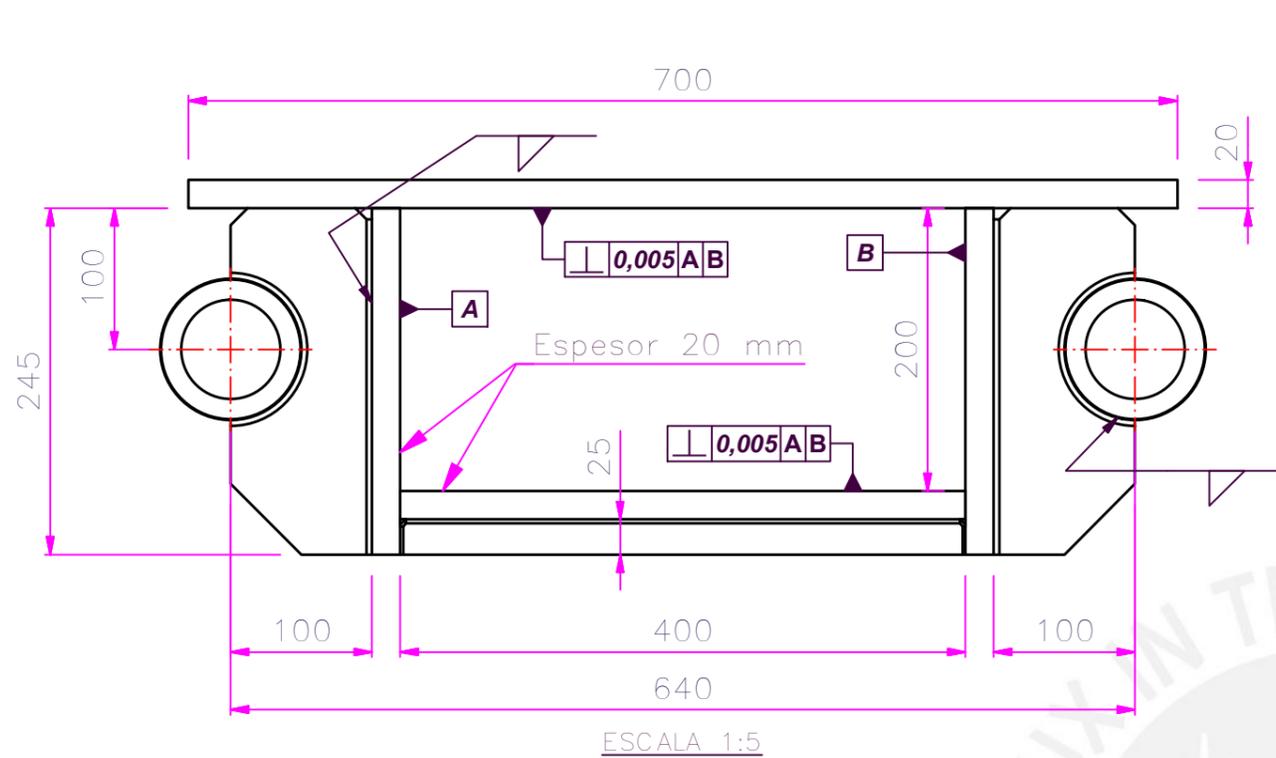
20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ

FECHA:
2013.12.15

APROBADO POR:

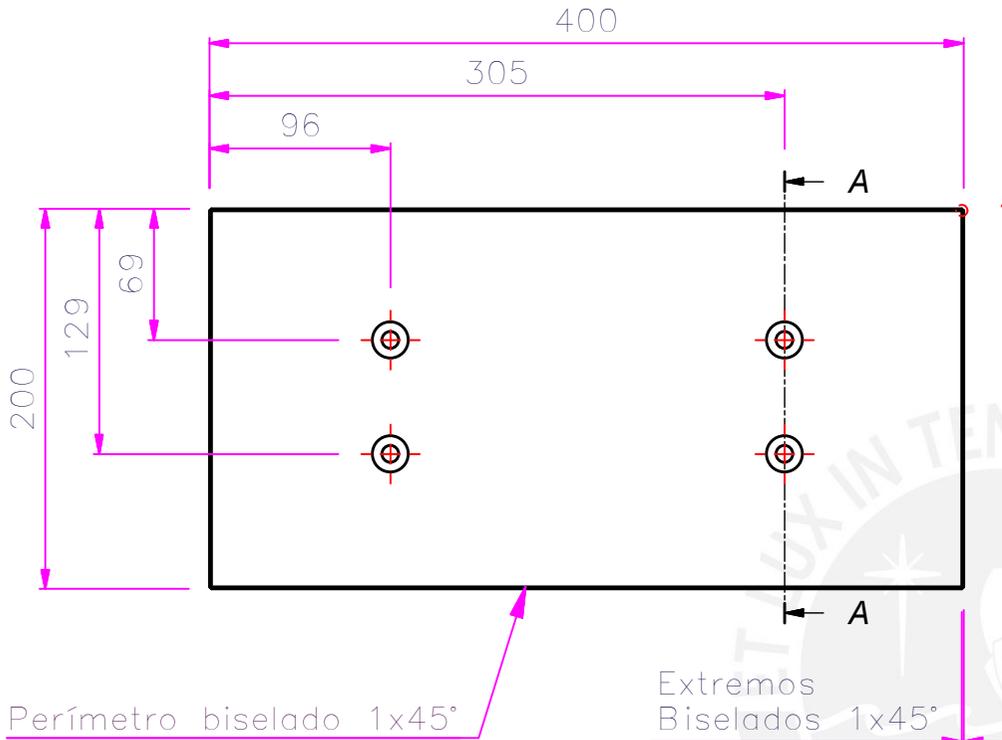
Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA

LAMINA:
A4 - JJC - 013

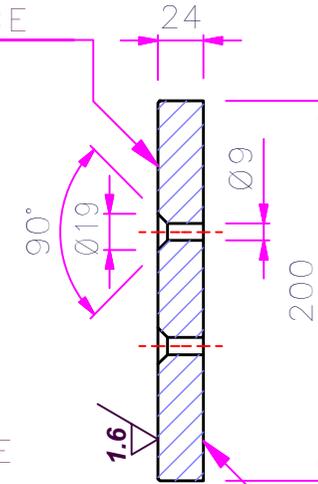


TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL	MATERIAL
	MEDIO DIN 7168	ASTM A-514 Grado C
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO	ESCALA
	PRENSA DE ADOBES CÁMARA DE COMPACTACIÓN	1:5
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC - 014

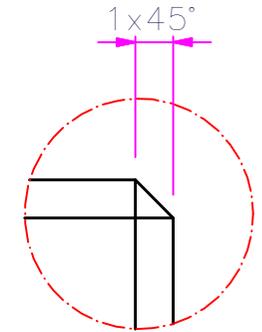


LADO DE COMPRESIÓN DEL ADOBE



LADO DE ENSAMBLE A VIGA

SECCIÓN A-A (1 : 4)



Biselado perimétrico

DETALLE 1
(5 : 1)

*CANT.: 2 UND – LADO SUPERIOR Y LADO INFERIOR

ACABADO SUPERFICIAL

3.2 / (1.6)

TOLERANCIA GENERAL

FINO
DIN 7168

MATERIAL

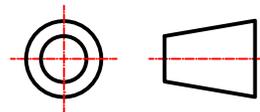
ASTM A-588 Gr. A

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168

GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Prensa de Adobes
PLACAS DE COMPRESIÓN

ESCALA

1:4

DIBUJADO POR:

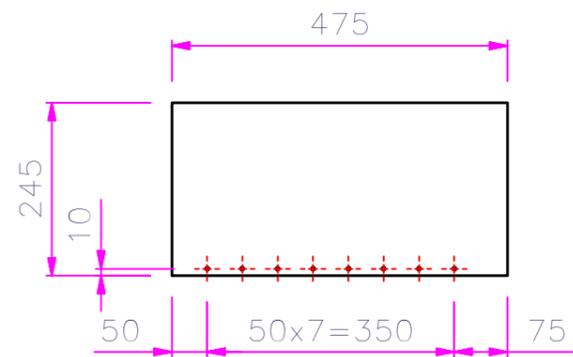
20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ

FECHA:
2013.12.15

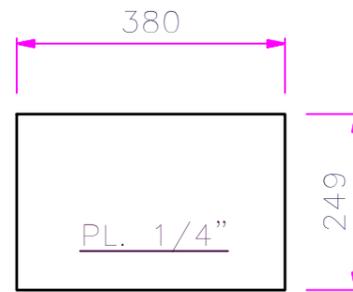
APROBADO POR:

Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA

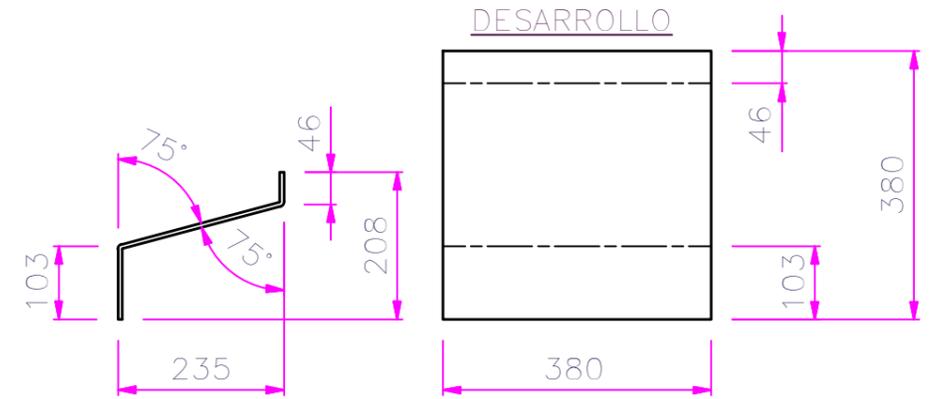
LAMINA:
A4 - JJC - 015



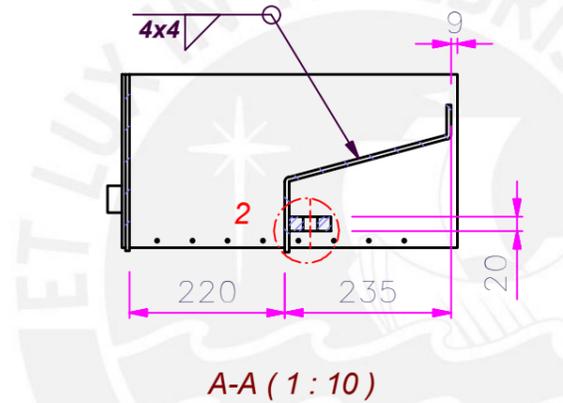
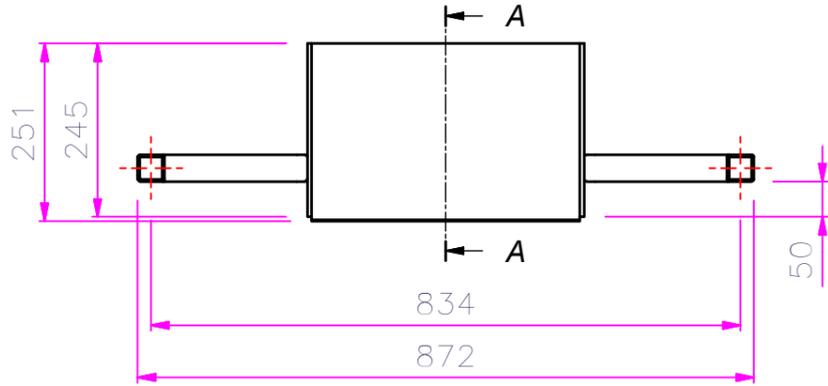
PLANCHAS LATERALES
ESPESOR 1/4" (2 UND)
(1:10)



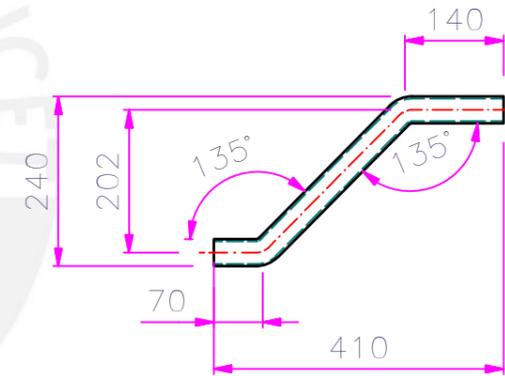
PLANCHA FRONTAL (1 UND)
(1:10)



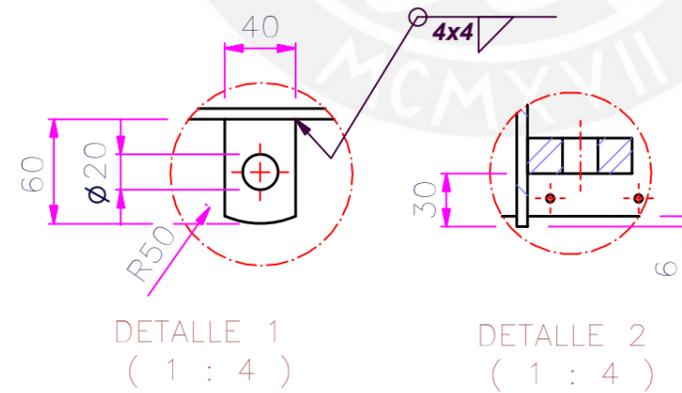
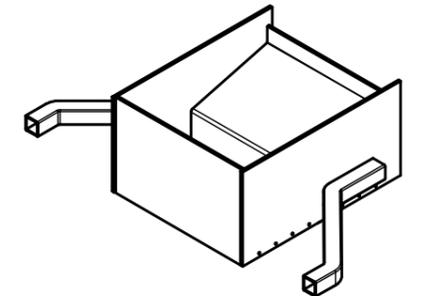
PLANCHA POSTERIOR
ESPESOR 1/4" (1 UND)
(1:10)



A-A (1:10)

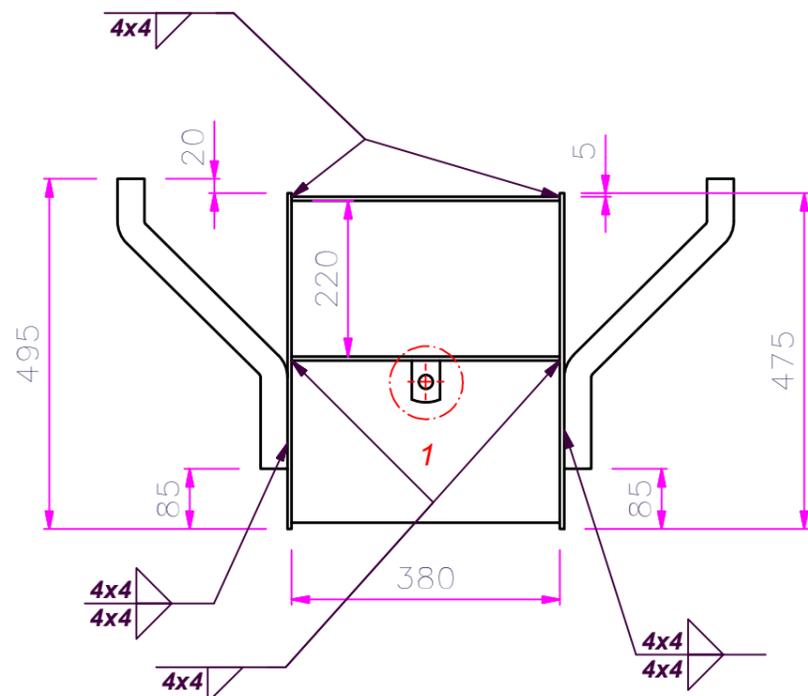


TUBO □1-1/2"x1/16"
Long. 492 mm (2 UND)
(1:10)



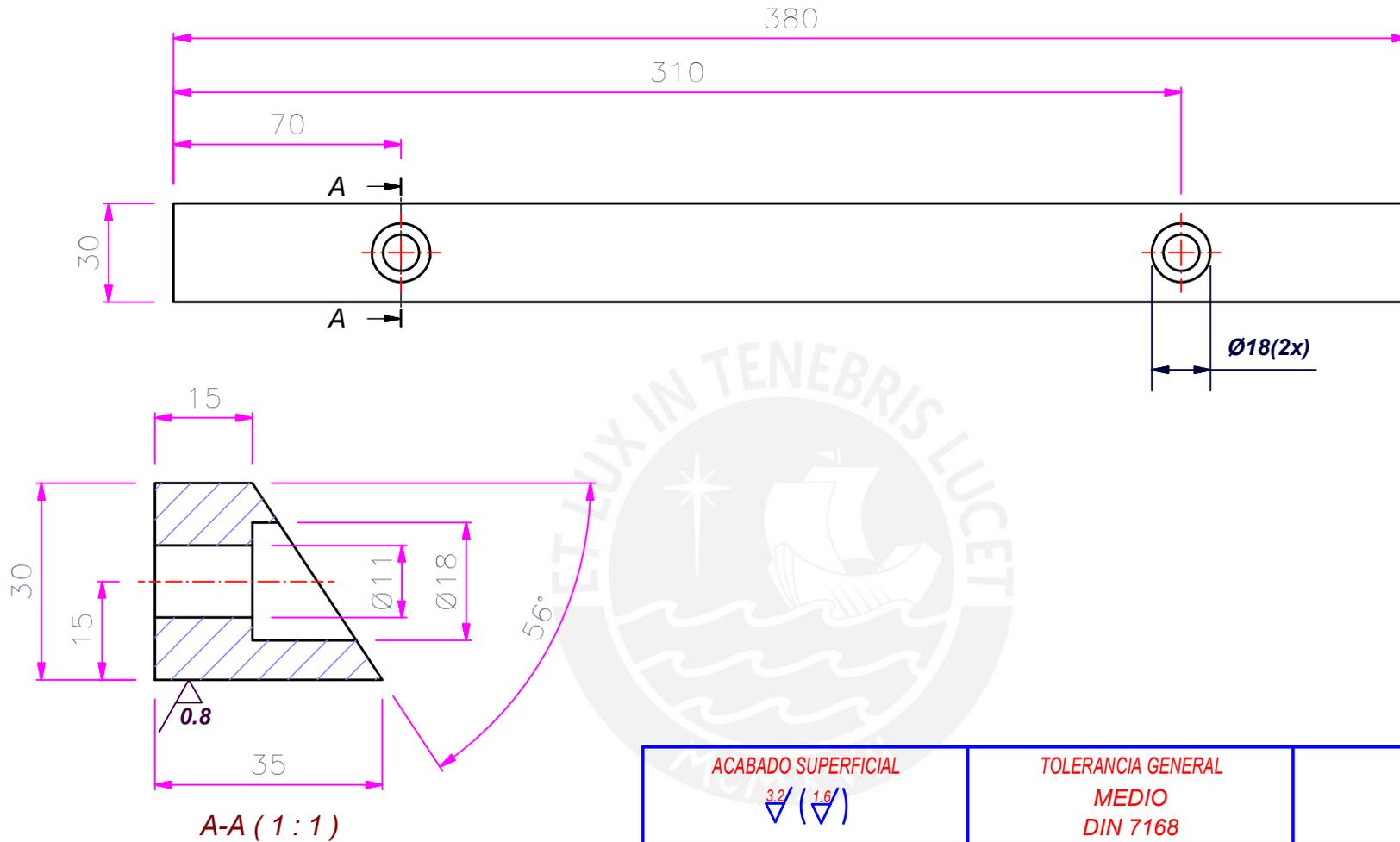
DETALLE 1
(1:4)

DETALLE 2
(1:4)



TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL ASTM A36
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRENSA DE ADOBES CAJON DOSIFICADOR	ESCALA 1:10
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC - 017

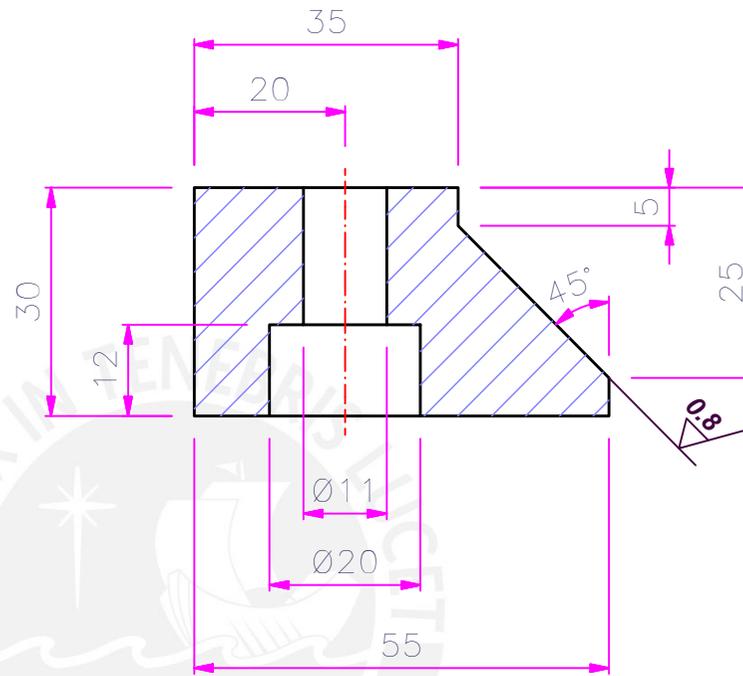
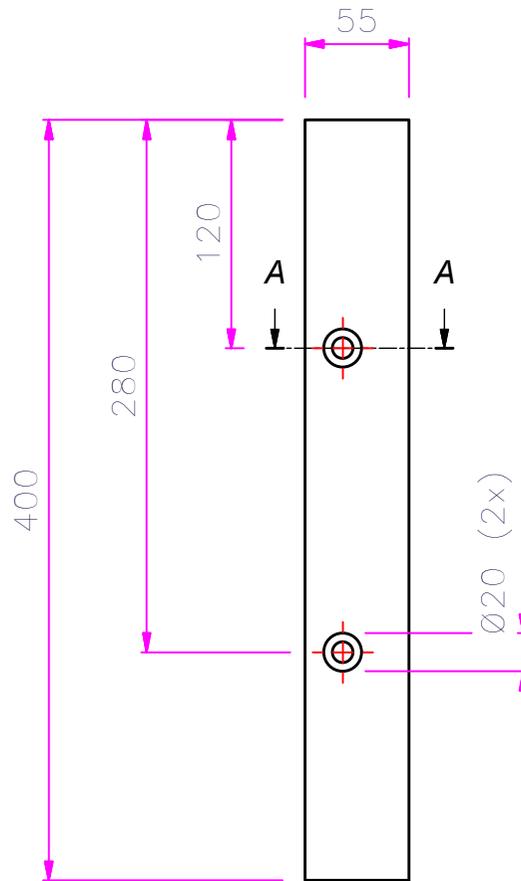


ACABADO SUPERFICIAL 3.2 / (1.6)	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL ASTM D4066-13
------------------------------------	---	---------------------------

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRESA DE ADOBES RASCADOR DE NYLON	ESCALA 1:2
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A4 - JJC - 019



A-A (1:1)

ACABADO SUPERFICIAL

TOLERANCIA GENERAL
FINO
DIN 7168

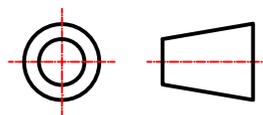
MATERIAL
DIN Ck 45

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168

GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

PRESA DE ADOBES
GUIA DE ACERO

ESCALA

1:2

DIBUJADO POR:

20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ

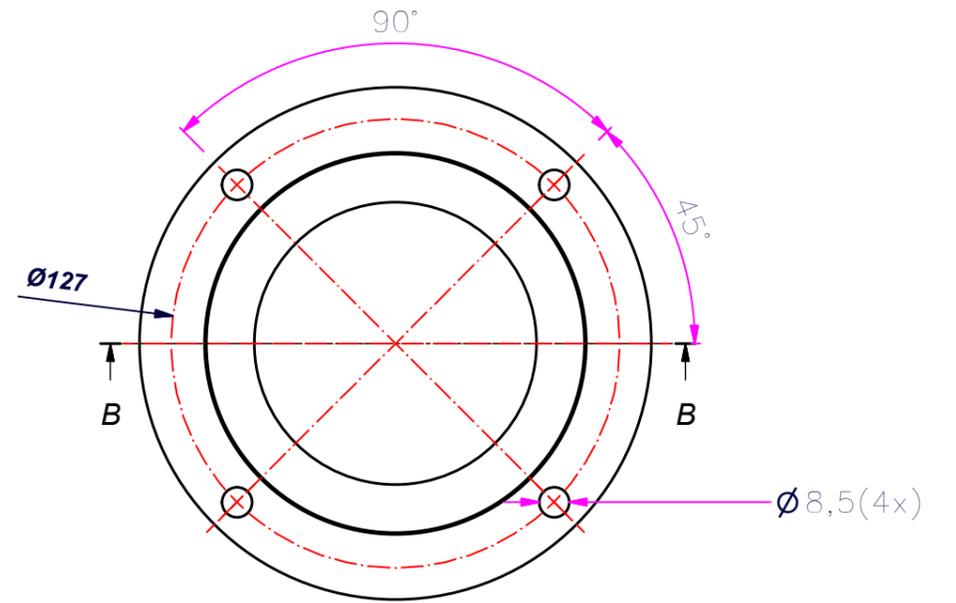
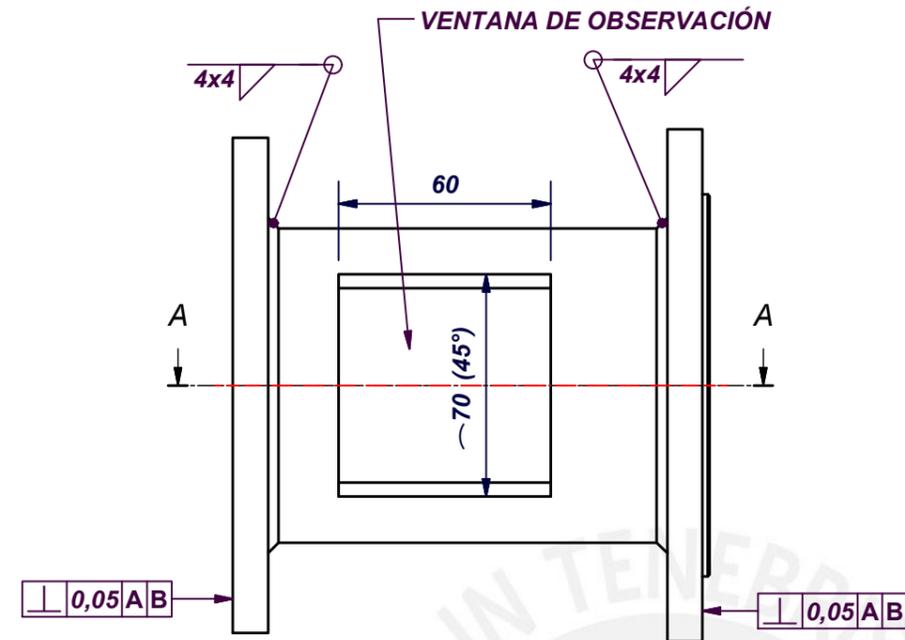
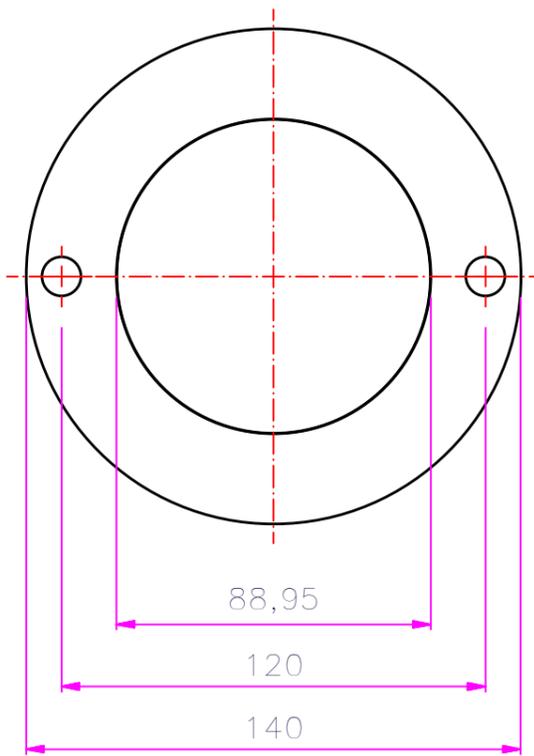
FECHA:
2013.12.15

APROBADO POR:

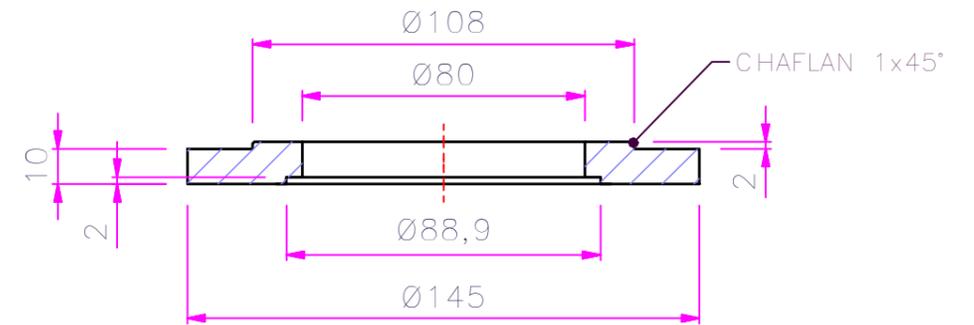
Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA

LAMINA:
A4 - JJC - 020

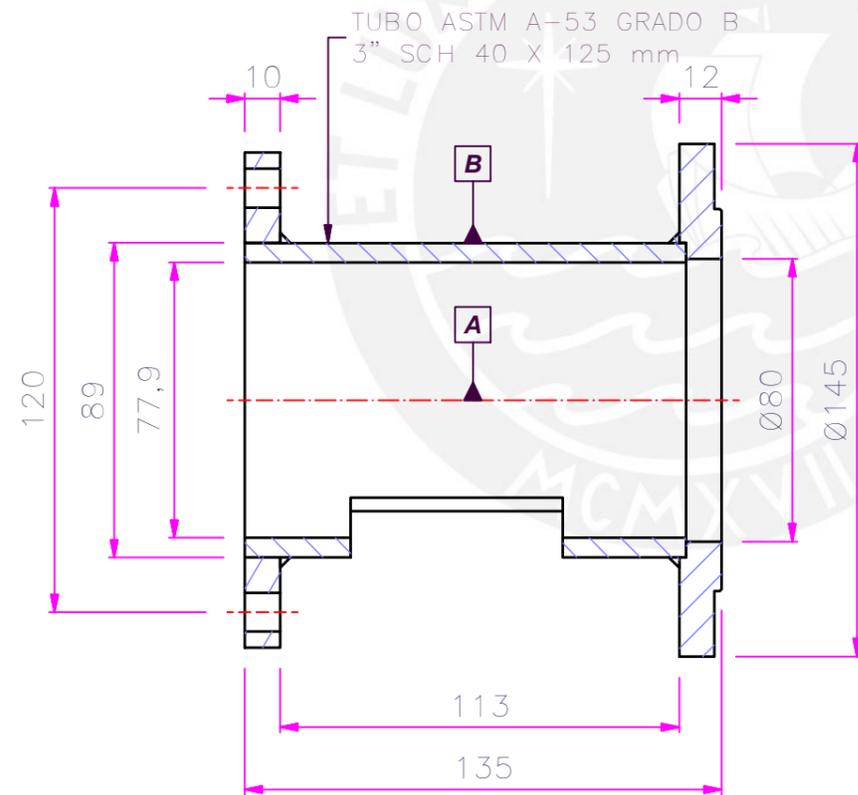
BRIDA LADO BOMBA
 ESPESOR 10 mm
 (ASTM A-36)



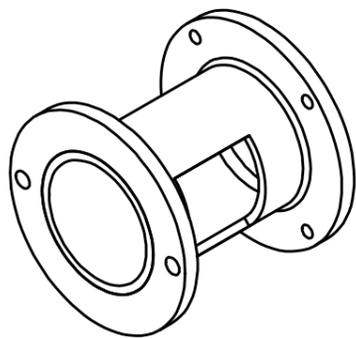
BRIDA LADO MOTOR
 ESPESOR 12 mm
 (ASTM A-36)



B-B (1:2)



A-A (1:2)

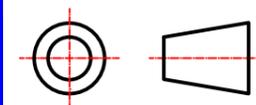


ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL FINO DIN 7168	MATERIAL VARIOS
---------------------	--	--------------------

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
 SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0

MÉTODO DE PROYECCIÓN



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

PRENSA DE ADOBES
 CAMPANA DE ACOPLÉ

ESCALA

1:2

DIBUJADO POR:

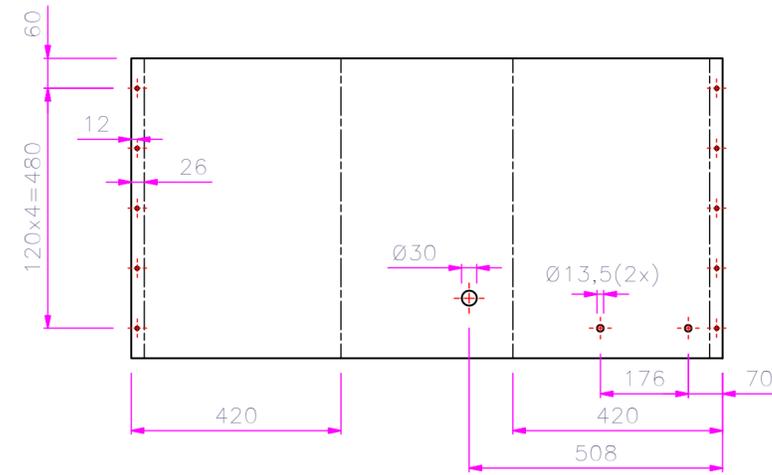
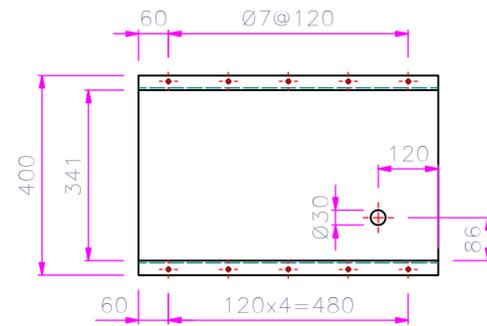
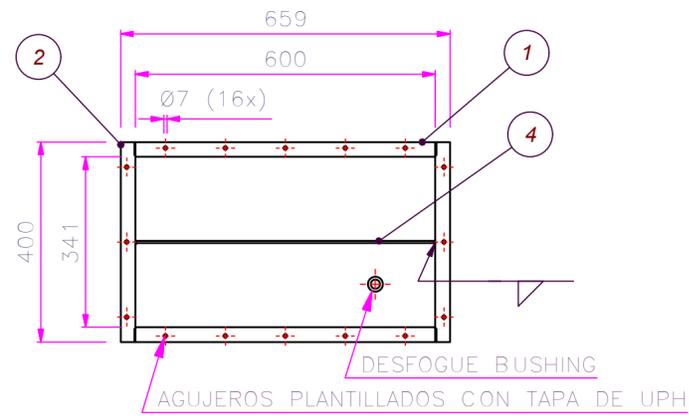
20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ

FECHA:
2013.12.15

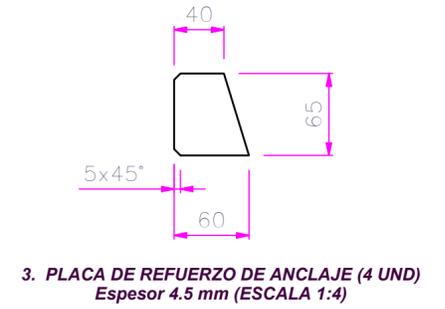
APROBADO POR:

Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA

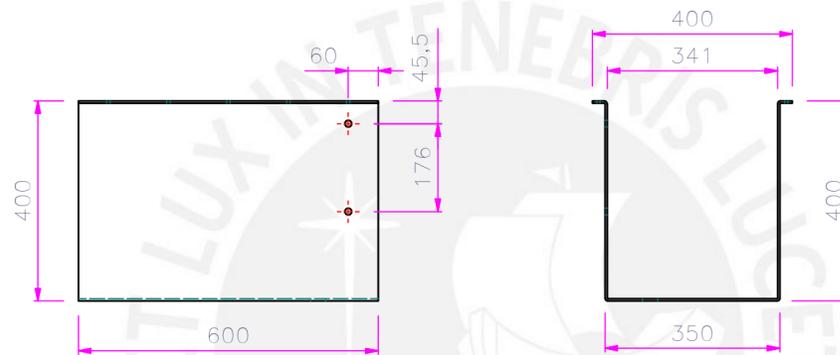
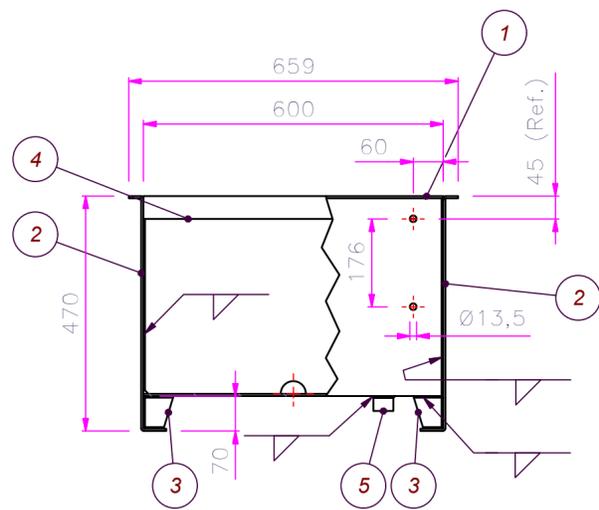
LAMINA:
A3 - JJC - 022



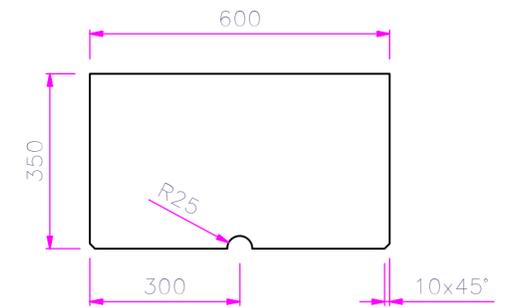
1. DESARROLLO DE CUERPO DE TANQUE UPH (1 UND)
Espesor 4.5 mm



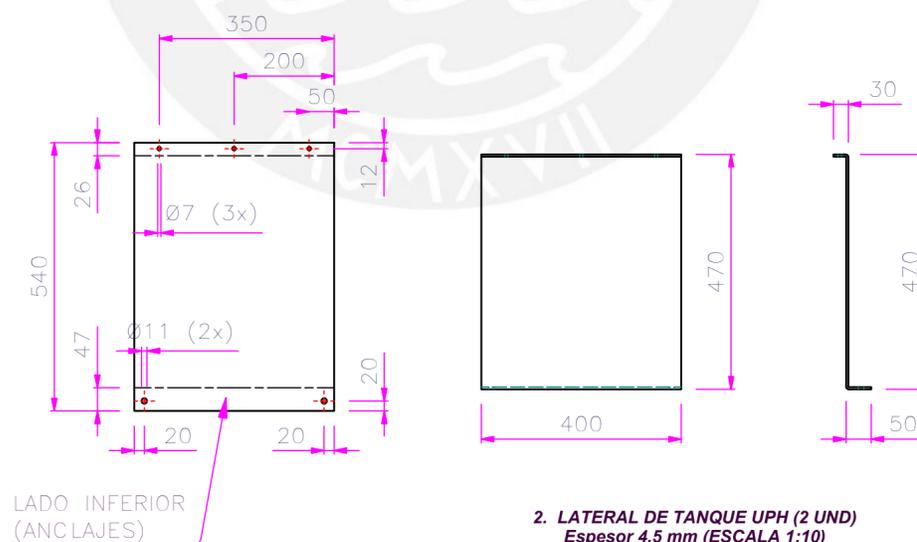
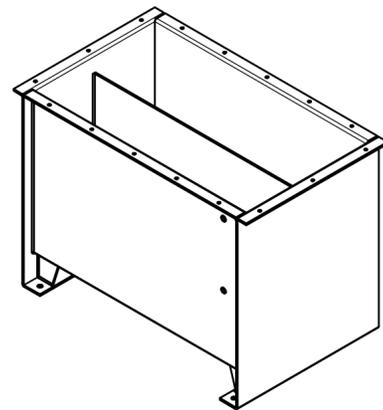
3. PLACA DE REFUERZO DE ANCLAJE (4 UND)
Espesor 4.5 mm (ESCALA 1:4)



1. CUERPO DE TANQUE UPH (1 UND)
Espesor 4.5 mm (ESCALA 1:10)



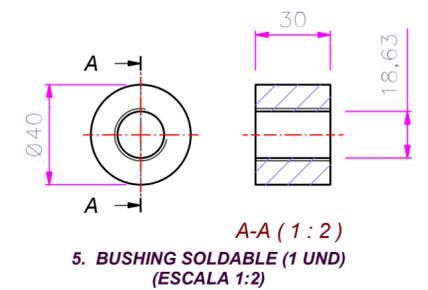
4. BAFLE (1 UND)
Espesor 4.5 mm
(ESCALA 1:10)



LADO INFERIOR
(ANCLAJES)

2. DESARROLLO LATERAL DE
TANQUE UPH (2 UND)
Espesor 4.5 mm

2. LATERAL DE TANQUE UPH (2 UND)
Espesor 4.5 mm (ESCALA 1:10)



5. BUSHING SOLDABLE (1 UND)
(ESCALA 1:2)

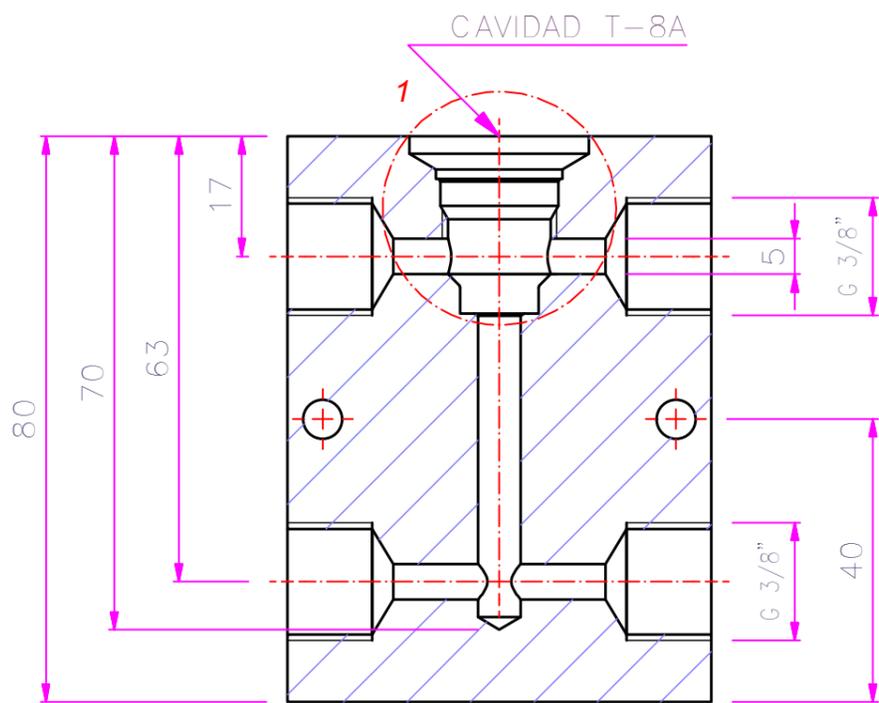
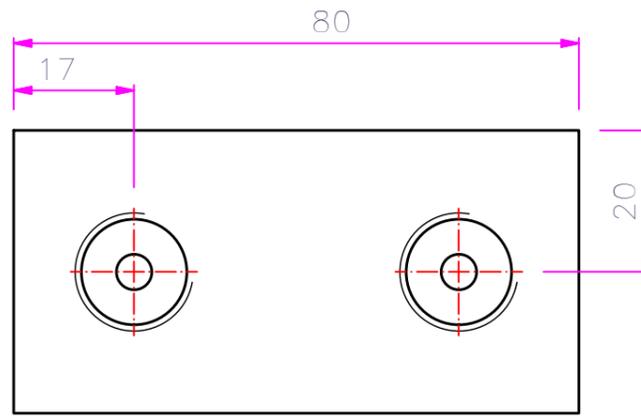
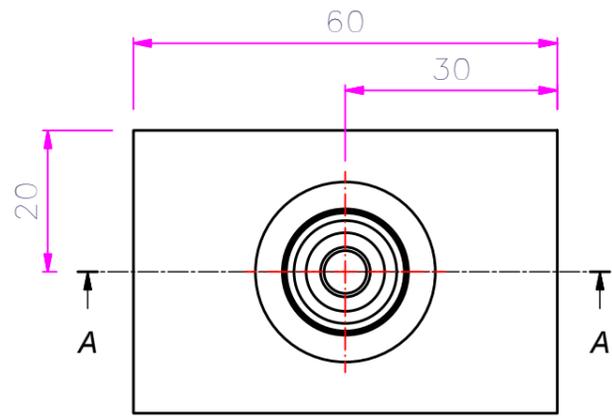
NOTA:
- Realizar prueba de estanqueidad con agua por 24 horas.
- Limpieza superficial:
1° SSPC-SP1 (Limpieza con productos químicos) +
2° SSPC-SP5 (Preparación superficial mediante chorro abrasivo - Metal Blanco)

- Acabado superficial pintura epoxica:
1° Capa Epoxi Poliámidas (85% solidos) @ 4 mils +
2° Capa Epoxi Poliámidas (85% solidos) @ 4 mils, aplicada a condiciones:
- Temp. aire: 10°C - 38°C
- Temp. superficial: 10°C - 38°C
- Humedad relativa: 40% - 82

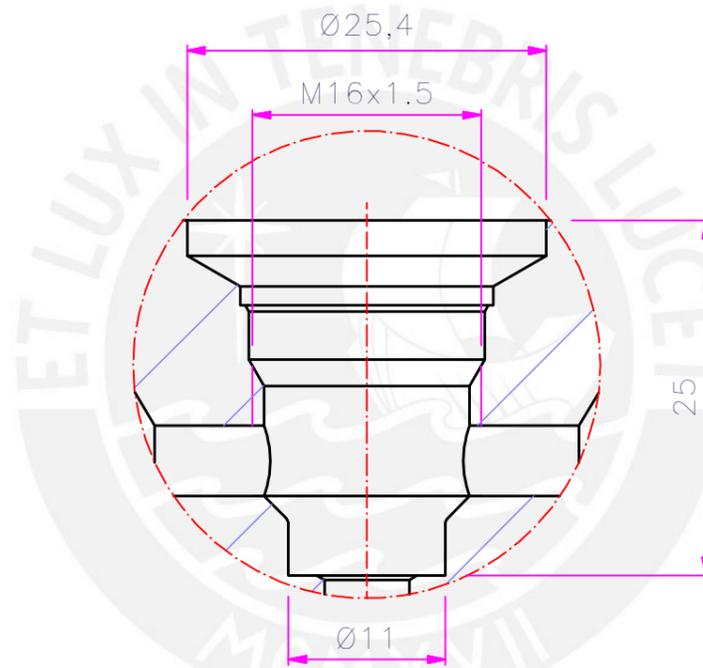
ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL MEDIO DIN 7168	MATERIAL ASTM A-36
---------------------	---	-----------------------

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA

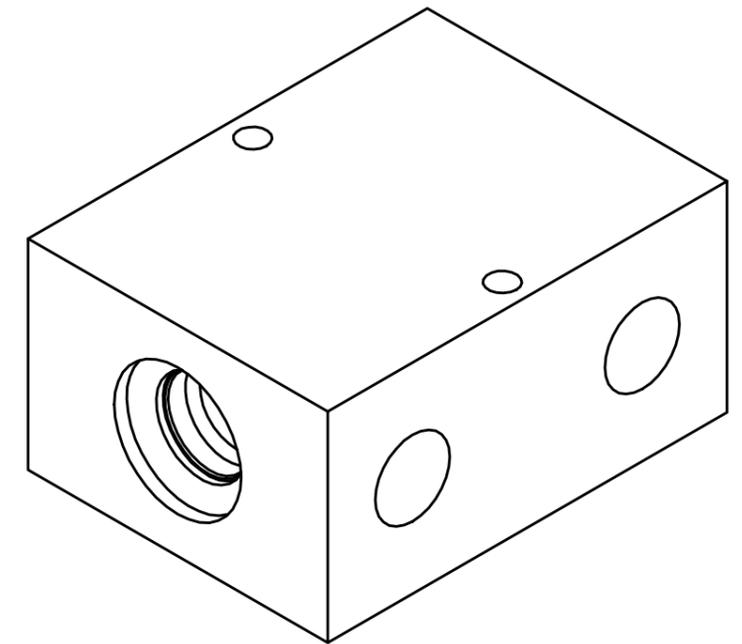
TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168								MÉTODO DE PROYECCIÓN	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO	ESCALA
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000		Prensa de Adobes TANQUE UPH	1:10
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A2 - JJC - 023
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0			



A-A (1:1)



DETALLE 1 (2 : 1)
CAVIDAD T-8A (VER PLANO 026)



ACABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIA GENERAL FINO DIN 7168	MATERIAL ASTM A536 Grade 65/45/12
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ SECCIÓN INGENIERÍA MECÁNICA		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO PRENSA DE ADOBES MANIFOLD	ESCALA 1:1
DIBUJADO POR:	20060241 - JULIO JAVIER CORTEZ	FECHA: 2013.12.15
APROBADO POR:	Dipl. Ing. BENJAMIN BARRIGA GAMARRA	LAMINA: A3 - JJC -025

TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168							
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000
FINO	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
BASTO	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0