

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**REPOTENCIALIZAR UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA EL
PROCESO DE COMPACTACIÓN DE MATERIAL RECICLABLE Y
ORDINARIO PRODUCIDO EN EL CENTRO COMERCIAL
VIZCAYA.**

Alfres Enrique Bonilla Ayala

Roger Santiago Carmona Tabares

Ingeniería Electromecánica

Asesor:

Luis Alfonso Loaiza Upegui

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

26 de Febrero de 2019

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Debido a la problemática que está viviendo el mundo actual provocado por las malas prácticas de producción y el ritmo acelerado del mercado, cada vez se crean productos y materiales con menor vida útil, sumándosele a esto, problemas como el abuso de los recursos naturales, la contaminación de las fuentes hídricas, el calentamiento global, entre otros factores. Por lo tanto, ha surgido la necesidad de realizar investigaciones para buscar la manera de mitigar o cambiar esta situación, por tal motivo, cada día el reciclaje va teniendo un grado de importancia elevado en el mundo, ya que gracias a ello muchos residuos que antes se pensaba que ya habían terminado su vida útil y eran considerados basuras, hoy en día se pueden reutilizar para diversos fines, o siendo el caso, administrar de una manera más útil el volumen de su tamaño.

La maquinaria adecuada para la compactación de material reciclable y ordinario, permite obtener bajos costos al momento de la entrega a las empresas encargadas de la recolección de este tipo de desechos para su disposición final, teniendo en cuenta que estas cobran por volumen entregado a los generadores de residuos.

Este proyecto muestra cómo repotencializar el proceso de compactación de material reciclable y ordinario, con el propósito de reducir el volumen generado por una institución, obteniendo unas pacas compactadas de material y así disminuir los costos de su disposición final. El logro consiste en reducir el volumen en más del 50% de los residuos producidos.

Palabras clave: Compactación de material, prensas hidráulicas, Repotencialización, Volumen producido, Material reciclable, Material ordinario, RS (residuos sólidos).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Se hace reconocimiento al profesor LUIS ALFONSO LOAIZA UPEGUI, quien es el tutor y el seguidor del proyecto, ya que fue nuestro docente de la materia de DISEÑO MECÁNICO, el cual nos dio muchos conocimientos teóricos para el diseño y la implementación de mejoras en maquinarias; Le damos gracias al docente por la colaboración prestada y por el apoyo durante la elaboración del proyecto de grado y el acompañamiento realizado durante el proceso con toda su amabilidad, carisma y la pertenencia en el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIAS.

Este proyecto de grado es una muestra del trabajo, sacrificio, consejos y aliento de muchas personas que aportan para nosotros lograr culminar y obtener un título muy importante en nuestras vidas, pero más que nada va dedicado a nuestras familias, principalmente a las madres que desde siempre han sido nuestro apoyo y mayor ejemplo, inspiración y razón por la cual nunca nos rendimos para lograr nuestro objetivo en honor a ellas.

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres:

Azucena Tabares que incondicionalmente siempre ha sido madre y padre a la vez y ha dado todo por mí y por mi hermano sin pedir nada a cambio para que estemos bien y nunca nos falte nada, gracias por todos tus esfuerzos, gracias por todo. Para Jorge Bonilla Asprilla quien ha estado apoyándome alentándome, motivándome y sobre todo me ha mostrado que para ser padre lo importante es estar ahí.

A mi hermano

Jhoorman Carmona agradezco su apoyo, compañía porque siempre ha estado conmigo en todo el proceso de formación profesional.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A mi familia

Esposa Liliana Yiset Garces quien me ha acompañado formando una familia con mis 3 hijos quienes han sido mi motor para continuar mis estudios y crecer profesionalmente, para darles la educación y el sustento que mi familia merece. Gracias familia por el apoyo y el acompañamiento durante todo este proceso de formación profesional.

A nuestros amigos

Y finalmente pero no menos importante un agradecimiento a todos los compañeros, amigos y docentes que han estado con nosotros apoyándonos en las buenas y en las malas, gracias porque en todos estos años he aprendido mucho de ustedes, y por toda la entrega y el apoyo en la formación obtenida en la universidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

A = Área del cilindro hidráulico.
 A_c = Área de compactación.
 d = Diámetro del embolo.
 d_2 = Diámetro de la barra.
 $\#$ = Diámetro del pasador.
 $\# C$ = Diámetro corregido del pasador.
 E = Módulo de elasticidad.
 σ = Esfuerzo normal.
 τ_{max} = Esfuerzo cortante máximo
 F_c = Fuerza de compresión.
 F_t = Fuerza de tracción.
 FS = Factor de seguridad.
 J = Momento Polar de Inercia
 K = Carga de pandeo.
 L = Recorrido del pistón.
 η_t = Rendimiento total.
 P = Presión.
 $PCOM$ = Presión de compresión.
 Pot = Potencia del motor.
 Q = Caudal de consumo.
 SB = Superficie de la barra
 SE = Superficie del émbolo.
 S_{sy} = Resistencia a la fluencia en cortante.
 S_y = Resistencia a la fluencia.
 t = Tiempo de recorrido de descenso.
 V = Velocidad de descenso del pistón.
 Vol = Volumen del tanque de aceite.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABLAS.....	12
1. INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. BASURA	16
2.2. RECICLAJE	16
2.2.1 Reciclaje De Plástico.....	17
2.2.2 Comportamiento del reprocesamiento y propiedades del reciclaje de plásticos	18
2.3 RECICLAJE MECÁNICO	19
2.4. COMPACTACIÓN	22
2.5 SISTEMAS DE COMPACTACIÓN	24
2.5.1 Mecánica	24
2.5.2 Neumática.....	25
2.5.3 Hidráulica.....	26
2.6. MOTOR	31
2.6.1 Arranque Directo.....	32
2.6.2 Arranque Estrella-Triángulo	33
2.7 SOLDADURA	34

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8 PROCESOS DE SOLDADURA	35
2.8.1 Soldadura por arco (aw)	35
2.8.2 Soldadura en estado sólido (ssw)	36
2.8.3 Soldadura blanda (s).....	36
2.8.4 Soldadura fuerte (b).....	36
2.8.5 Soldadura por resistencia (rw).....	36
2.8.6 Soldadura con gas oxicomcombustible (oaw).....	37
2.8.7 Otros procesos de soldadura.....	37
2.8.8. Proceso básico	37
2.9. CONCEPTOS ELÉCTRICOS	38
2.9.1. CONEXIÓN EN MOTORES ELÉCTRICOS	39
3. METODOLOGÍA	43
3.1 RECONOCIMIENTO INICIAL DE LA MÁQUINA COMPACTADORA	43
3.1.1 Estado inicial de la máquina.....	44
3.1.2 Diagnóstico de compactación.....	47
3.1.3 Matriz morfológica.....	50
3.1.4 Matriz de filtrado.....	51
3.1.5 Características de la máquina con tornillo sin fin.	52
3.1.6 Central electrohidráulica	54
3.1.7 Dimensiones de las paredes laterales.	56
3.1.8 control de accionamiento.	57
3.2 CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE LA MÁQUINA COMPACTADORA.	58

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.2.1 Cálculo Inicial.	58
3.3 DOCUMENTACIÓN DE FABRICACIÓN.	62
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1 MÁQUINA ENSAMBLADA.	67
4.1.1 Resultados de recubrimiento final.....	68
4.1.2 Simulaciones de máquinas compactadoras.	68
4.2 MÁQUINA FINALIZADA.	70
4.2.1 Seguimiento del proceso de compactación	71
4.3 SEGUIMIENTO DE RESULTADOS DE COMPACTACIÓN	73
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	76
5.1 CONCLUSIONES:	76
5.2 RECOMENDACIONES:	77
REFERENCIAS	78
APÉNDICE	82
Apéndice A. Cronograma de actividades	82
Apéndice B. Simulación Funcionamiento de la máquina compactadora con tornillo (hipervínculo):	83
Apéndice C. Simulación Funcionamiento de la máquina compactadora Hidráulica (hipervínculo):	84
Apéndice D. Funcionamiento de la máquina compactadora Hidráulica (hipervínculo):	85
Apéndice E. Manual de mantenimiento compactadora Hidráulica:	86
Apéndice F. Plano cilindro hidráulico.	99
Apéndice G. Plano base motor.	100

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice H. Plano bandeja.	101
Apéndice I. Plano bases.	102
Apéndice J. Plano Lámina lateral 1.	103
Apéndice K. Plano Lámina lateral 2.	104
Apéndice L. Plano Lámina Posterior.	105
Apéndice M. Plano Lámina Superior.	106
Apéndice N. Plano pasador prensa.	107
Apéndice O. Plano prensa.	108
Apéndice P. Plano puerta superior.	109
Apéndice Q. Plano puerta inferior.	110

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mini central hidráulica	28
Figura 2. Sistema de la bomba	29
Figura 3. Minicentral electrohidráulica	30
Figura 4. Motor MS90L.	31
Figura 5. Conexión eléctrica del devanado del estator.	33
Figura 6. Arranque del motor	34
Figura 7. Configuración básica y circuito eléctrico de un proceso de soldadura con arco	37
Figura 8. Corriente alterna	39
Figura 9. . Corriente continua rectificada	39
Figura 10. Sistema antes de las modificaciones de la máquina.	45
Figura 11. Estado inicial de la máquina compactadora accionada de forma mecánica.	46
Figura 12. Recorrido del tornillo sin fin compactador.	52
Figura 13. Compactación con tornillo.	53
Figura 14. Máquina de compactación vista trasera y sistema de control.	54
Figura 15. Datos específicos de las motos para la unidad hidráulica.	55
Figura 16. Electroválvula 4/2 vías con accionamiento manual.	55
Figura 17. Cilindro doble efecto (ver Apéndice F. Plano Cilindro hidráulico).	56
Figura 18. Lámina con esquema de corte para elaborar paredes de acopio de residuos.	57
Figura 19. Sistema de accionamiento de operación de la máquina compactadora	58
Figura 20. Soldadura de la estructura de la máquina compactadora.	62
Figura 21. Soldadura de la estructura de la máquina compactadora.	63

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 22. Fabricación bandeja.	63
Figura 23. Progreso en el ensamble de algunos componentes.	64
Figura 24. Recubrimiento anticorrosivo.	64
Figura 25. Ensamble de la bandeja de acopio de residuos.	65
Figura 26. Ensamble finalizado.	67
Figura 27. Pintura final.	68
Figura 28. a). Imagen simulación máquina compactadora con tornillo, b). Máquina repontencializada con sistema hidráulico. Ver apéndices B y C para simulaciones	69
Figura 29. máquina terminada.	70
Figura 30. Bolsas con residuos sin compactar.	71
Figura 31. Tamaño de las bolsas antes y después de la compactación.	71
Figura 32. Volumen y peso de las pacas generadas con la máquina anterior.	72
Figura 33. a). Peso de paca compactada con máquina mecánica, b). Peso de una paca obtenida con el nuevo sistema de compactación.	72
Figura 34. Seguimiento de volumen del mes de Julio de 2018	74
Figura 35. Seguimiento de volumen del mes de septiembre de 2018	74
Figura 36. Comparativos volumen julio y septiembre.	75

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Conexión de motores	40
Tabla 2. Combinación de conexiones	41
Tabla 3. Terminales de conexión	42
Tabla 4. Seguimiento de residuos compactados entregados a Empresas Varias de Medellín.	47
Tabla 5. Planteamiento para rediseñar la máquina compactadora.	50
Tabla 6. Aspectos importantes en la matriz de filtrado.	51
Tabla 7. Dimensiones para corte de lámina para la fabricación de la bandeja.	56
Tabla 8. Seguimiento de compactación después de la repotencialización.	73
Tabla 9. Comparación volumen mes julio y septiembre.	75

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la industria ha llevado a la utilización de altas cantidades de materiales para satisfacer el consumo masivo de la sociedad actual. A partir de esto se presentan altos índices de residuos sólidos los cuales tienen efectos negativos sobre el medio ambiente. Como consecuencia de lo anterior, se presentan fenómenos tales como el calentamiento global, el cambio climático, el efecto invernadero, la deforestación entre otros los cuales en los últimos años se han intensificado dejando devastadoras consecuencias en la vida humana.

El mundo debe indagar diferentes formas de satisfacer las necesidades de la sociedad, reduciendo al mínimo los efectos negativos de la actividad económica, en el consumo de recursos naturales y en la generación de residuos, de tal forma que sean soportables por las próximas generaciones, obteniendo un desarrollo sostenible positivo para la economía, sociedad y naturaleza. Estos métodos deben inducir a la reducción de desperdicios de materiales tanto del reciclable como del ordinario.

Debido a esto, es de suma importancia la realización de investigaciones que permitan contribuir para contrarrestar los efectos negativos que produce el volumen de basura en nuestro entorno.

Este Proyecto plantea una posible solución al problema descrito anteriormente, por medio de la repotencialización de la prensa hidráulica que se utiliza en el Centro Comercial Vizcaya de Medellín para la compactación de material reciclable y ordinario producido. Se presenta la propuesta de repotencialización teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

OBJETIVO GENERAL

- Repontencializar una prensa de compactación de residuos sólidos y ordinarios, para reducir el volumen de residuos reciclables y ordinarios, con el propósito de que el Centro Comercial Vizcaya se certifique como un aliado en reciclaje y disposición adecuada de residuos sólidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el funcionamiento actual de la prensa utilizada en el sistema de compactación.
- Generar y seleccionar posibles soluciones a los problemas identificados en el proceso de compactación, utilizando una matriz morfológica.
- Seleccionar la mejor alternativa de solución, utilizando la matriz de filtrado y la matriz de evaluación.
- Realizar los cálculos y planos mecánicos, eléctricos y de control para la operación de la máquina.

Este proyecto tendrá la siguiente estructura. En un primer lugar abordará el tema de la basura y los tipos de basuras que existen acorde a los lugares y el volumen generado. Esto con el fin de dar pasó a un análisis sobre el reciclaje y su importancia en el marco del bienestar social, del bienestar del Centro Comercial Vizcaya y para este proyecto. Una vez analizado el tema del reciclaje, el marco teórico dará cuenta de las más importantes nociones y definiciones de este proyecto a la hora de permitirse repotencializar la prensa hidráulica y así poder tener una compactación más efectiva, más económica y a su vez más nueva.

En la parte que corresponde a la metodología se llevarán a cabo los comparativos entre el método de compactación utilizado por el centro Comercial en relación con las ventajas que

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

se propone en este proyecto frente a la repotencialización y más aún los beneficios que se obtienen al usar un sistema hidráulico. A su vez, en esta parte del trabajo se llevarán a cabo los diferentes cálculos que dan valor agregado a la repotencialización.

Respecto a los resultados se mostrarán las bondades de la repotencialización en relación con las piezas que compondrán la prensa hidráulica en el nuevo proceso de compactación del Centro Comercial Vizcaya, junto con las más importantes características de dichas partes.

Finalmente, este proyecto ofrecerá una serie de conclusiones a propósito de este trabajo y de una serie de recomendaciones a tener en cuenta a la hora de implementar el uso de la prensa y del trabajo de compactación

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1. BASURA

Se considera basura todo desecho sólido o semisólido que pueda o no pudrirse. Existen, sin embargo, diferentes tipos de basura, clasificadas de la siguiente forma:

- Semisólida: que su composición contiene un 30% de sólidos y el 70% restante de líquidos.
- Domiciliaria: que su composición, cantidad y volumen se genera en actividades domiciliarias o en establecimientos.
- Institucional: generada en diferentes tipos de instituciones, tanto como públicas, privadas, edificaciones y oficinas, entre otras
- De barrido de calles: generada en la limpieza de las calles.
- De grandes bultos: Es aquella basura que por su gran volumen y/o peso no puede ser transportada por los vehículos utilizados para la recolección doméstica; su recolección será efectuada utilizando el vehículo asignado al barrido de vías públicas o mediante servicios especiales.

2.2. RECICLAJE

Es un proceso en donde se extraen materiales desde los residuos sólidos y se reutilizan para ser aprovechados y transformados mediante un proceso específico y se le devuelve a los materiales sus propiedades para ser utilizados y reincorporados como materia prima para nuevos productos (CODESARROLLO, 1997).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El reciclaje contiene tareas como: recolección, separación, procesamiento, comercialización y creación de un nuevo material o de un producto a partir de materiales ya usados. (CODESARROLLO, 1997)

Existen 3 categorías: reciclaje primario, secundario y terciario.

- **Reciclaje Primario:** Reutilización del mismo material en un proceso q se puede repetir un número de veces por ejemplo el periódico y el vidrio q se pueden incorporar en los mismos procesos para hacer el mismo producto.
- **Reciclaje Secundario:** Utilización de un material reciclable en otro que se puede reciclar nuevamente por ejemplo el cartón.
- **Reciclaje Terciario:** Utilización del material reciclable en un producto que no se reciclara nuevamente, por ejemplo el vidrio para hacer asfalto y el papel en papel higiénico. (CODESARROLLO, 1997)

2.2.1 Reciclaje De Plástico

Los mayores generadores de residuos plásticos son las empresas y todas con muy pocas excepciones reciclan ellas mismas sus residuos ya que conocen las ventajas del reciclaje de plásticos. Para adecuar los residuos, estos se llevan a una máquina llamada molino donde se reducen las partículas para luego con una máquina llamada extrusora convertirlas en pellets, este proceso es llamado peletizado (Ehrig, R.J., 1992).

Otros generadores de residuos plásticos son los almacenes y las bodegas ya que cada gran producto por ejemplo viene empacado en una bolsa de material plástico o bien se encuentra sujetado con bloques de plástico espumoso, en general los materiales plásticos se pueden reciclar de casi todos los sectores, sector de construcción, en la industria y hasta en los hogares donde se desechan los materiales plásticos como bolsas, juguetes, desechables etc.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Es de ahí de este desecho en los rellenos sanitarios donde el recolector primario empieza la cadena del reciclaje. (Ehrig, R.J., 1992)

Para el procedimiento apropiado del reciclaje de plásticos se deben llevar a cabo las siguientes actividades: el reciclador compra los materiales de quienes los recolectan de un modo u otro, luego de esta tarea se continúa con la limpieza de estos materiales, unos dan a la basura por no ser posible descontaminarlos o por estropicios de otras índoles. Luego de esto viene la clasificación, esta es una tarea muy estricta, luego de esto se procede a hacer la disminución del tamaño de partícula, para esto se muele, se pica o se tritura volviéndose fragmentos más pequeños según los requerimientos del cliente (Ehrig, R.J., 1992).

No siempre las condiciones de los materiales plásticos son óptimas y se suelen realizar con estas tareas o productos que no requieran materiales con condiciones óptimas de pureza. (Ehrig, R.J., 1992)

2.2.2 Comportamiento del reprocesamiento y propiedades del reciclaje de plásticos

El reciclaje de polímeros homogéneos es relativamente un reto fácil solamente cuando su estructura es conservada y sin que haya tenido una degradación significativa durante el tiempo de vida y durante las operaciones de procesamiento. En efecto, los fenómenos de la degradación causan disminución del peso molecular, formación de ramificaciones y otros grupos químicos, etc., dando lugar como consecuencia de estos cambios estructurales y morfológicos a un notable empeoramiento de todas las propiedades físicas. Mientras los materiales secundarios que mantienen sus propiedades pueden ser usados para aplicaciones similares a la de los polímeros vírgenes, los materiales secundarios con propiedades más bajas son menos valiosos y pueden ser usados solamente para aplicaciones donde las propiedades específicas son más bajas que las de los polímeros vírgenes.

El reto más relevante en el reciclaje mecánico de polímeros homogéneos es evitar además la degradación de la estructura polimérica durante las operaciones de reproceso y el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

empeoramiento del material final. Este puede ser obtenido por medio de la elección correcta de maquinaria y condiciones de procesamiento y mediante la adición de estabilizadores y otros aditivos antes de la fundición. (Ehrig, R.J., 1992)

2.3 RECICLAJE MECÁNICO

El reciclado mecánico es el método más común de reciclaje, aquí los plásticos son molidos físicamente de nuevo a un tamaño adecuado (triturado) para volver a transformarse. El uso final puede ser el mismo original o uno diferente. (Goodship, 2007)

En la industria del plástico ha sido durante mucho tiempo una práctica común reprocesar los residuos derivados de la producción normal. Éste reciclaje, conocido como reciclaje primario, tiene un sentido económico, ya que reduce tanto la producción de residuos como la utilización de las materias primas. Por ejemplo, en el moldeo por inyección, el material triturado desde los residuos de arranque y la producción de residuos que se generan con el rechazo de partes, puede servir de realimentación directamente en la máquina de producción. (Goodship, 2007)

Para la recuperación de material usado o reciclado fuera de este escenario, la situación es ligeramente diferente y puede ser necesario un mayor esfuerzo en la parte del reproceso. Este tipo de reciclaje mecánico se denomina reciclaje secundario. (Goodship, 2007)

El material de fuentes externas puede ser recibido en una variedad de formas, tales como pacas, molduras o grandes grumos. Éste probablemente necesita ser reducido en tamaño, se limpian, se separan y posiblemente se peletizan antes de que pueda ser reprocesado en la producción. (Goodship, 2007)

Las características de los plásticos pueden cambiar dependiendo de la exposición térmica, mecánica (cizalla), oxidativa y procesos fotoquímicos de degradación. Las características de los materiales reciclados pueden ser muy diferentes de los plásticos vírgenes. Idealmente,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

para producir productos de alta calidad, es obligación contar con materiales de alta calidad. Para esto, se debe prestar atención a un número de factores, se debe determinar si el material es puro o mezclado y si está contaminado, por ejemplo, con metal o madera. Para facilidad de la alimentación en las máquinas de procesamiento ya sea de moldeo por inyección, extrusión o de moldeo por soplado, el tamaño y la forma del material triturado (es decir, la densidad aparente) deben ser adecuados. Si el material es higroscópico (absorción de agua), por ejemplo, poliamida, puede requerir de pre-secado.

Por último, se debe volver a procesar el material reciclado por sí solo, mezclado con otro material virgen o modificado con aditivos en un ciclo de bucle cerrado. Esta es la razón por la cual el reciclaje primario es tan común; la clave es tener el conocimiento y la confianza de los materiales que se están utilizando. (Goodship, 2007)

Por ejemplo, un ciclo de bucle cerrado se observa en la industria automotriz. Desde 1991 Volkswagen ha reciclado parachoques chatarra hechos de un grado modificado de polipropileno (PP). Su proveedor recupera el material, que se mezcla a continuación con virgen y se devuelve al proceso de producción de parachoques. Las propiedades de los parachoques producidos son tan buenas como los manufacturados utilizando solo material virgen.

En las pruebas se encontró que no hay diferencia significativa en sus propiedades hasta que el material ha sido fundido y extruido ocho veces. (Goodship, 2007)

Es fácil ver el beneficio del reciclaje en estos bucles cerrados. Uno de los mayores factores en contra de la utilización de material reciclado es la preocupación por parte de los usuarios que el uso de material reciclado reducirá la calidad de su producto y un supuesto daño a la maquinaria de procesamiento. (Goodship, 2007)

Por esta razón en el Reino Unido, una serie de grupos como El Programa de Acción de Recursos (WRAP) y el Consorcio para el Reciclaje Automotriz (CARE), han defendido un

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

programa de normalización de materiales reciclados. Donde se espera que al proporcionar un claro conjunto de propiedades para los materiales reciclados, los diseñadores estén mejor posicionados para especificar, y tener confianza en los estos materiales. (Goodship, 2007)

Los efectos sobre las propiedades del material de reciclado mecánico se pueden explorar mediante ciclos repetidos de éste material a través de máquinas de procesamiento. El material de cada bucle de ciclo cerrado se puede evaluar; Por ejemplo, en la producción de los parachoques de Volkswagen se mencionó anteriormente que las pruebas encontraron que las propiedades claramente se modificaban sólo después de ocho ciclos de reprocesamiento.

Experimentos de este tipo han demostrado que las propiedades a corto plazo no varían demasiado mayormente si el material no contiene fibra de vidrio. La Fibra de Vidrio es un refuerzo muy común usado en los plásticos. Sin embargo, este material tiende a dañarse cuando es reprocesado.

La resistencia mecánica del plástico es dependiente de la longitud de las fibras utilizadas y el procesamiento reduce esta longitud residual. Sin embargo, se debe tener precaución aquí, pues hay que tener en cuenta que estas son propiedades solamente de corto plazo. Los efectos a largo plazo del tratamiento repetido en propiedades plásticas están todavía bajo investigación. Al igual que los materiales cuando se mezclan con material virgen, y se someten a degradación acelerada seguirá siendo tema de la investigación actual. Parece claro no obstante, que los parámetros de procesamiento incorrecto (temperaturas demasiado altas) provocan más daños en los plásticos que repetir el procesamiento a temperaturas adecuadas. (Goodship, 2007)

Uno de los criterios importantes para el procesamiento de alta calidad es la homogeneidad del material.

Cuando los materiales reciclados son mezclas de diferente viscosidad y color, es importante que se mezclen conjuntamente de manera adecuada para formar un material consistente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Existen tornillos especiales para los equipos de procesamiento. Estos tornillos homogenizan y mejoran tanto la calidad del producto como la reproducibilidad. La homogeneidad es una palabra que se encontrará clave. Es un concepto demasiado importante, ya que gran parte del trabajo realizado en el procesamiento de un material se lleva a cabo para llegar a un estado consistente. Esto tiene una serie de ventajas: (Goodship, 2007)

- Maquinaria altamente automatizada puede ser utilizada en la producción con el conocimiento de que no va a ser necesario hacerle ajustes en gran medida.
- Las propiedades y la calidad del componente de producción son conocidos y no pueden variar drásticamente.
- Los procedimientos de calidad duran menos tiempo y las fallas son más fáciles de rastrear e identificar.
- El cliente obtendrá un producto de alta calidad.

De hecho, conseguir la homogeneidad con materiales reciclados, especialmente los materiales mezclados, es muy difícil y a veces imposible; es por esto que la tecnología de reprocesamiento de plásticos reciclados todavía tiene una tarea a desarrollar; lo cual significa que es muy necesario el control de calidad para los productos reciclados como para material virgen. (Goodship, 2007)

2.4. COMPACTACIÓN

La compactación es un tipo de tratamiento que se efectúa al momento de disponer de los materiales y reducir su volumen. Un compactador utilizado para dichos fines permite obtener reducciones considerables y las instalaciones que generen muchas basuras pueden reducir considerablemente tanto el espacio de almacenamiento como los costos, en caso de tener que pagar por disposición de residuos en relación con el peso generado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Generalmente, los compactadores de basura son de diferentes tamaños y a su vez con diversas capacidades de compactación. La reducción del volumen de desechos compactados es típicamente factible en un 75 a un 80%, además los desechos reciclables, luego de ser removidos deben ser compactados para luego ser reciclados.

La unidad compactadora auto contenida es recomendada para aplicaciones de basura de cafeterías y de restaurantes debido a la posibilidad de fugas de líquidos de los residuos de comida.

- El tamaño del compactador que se escoja debe tomar en cuenta la capacidad de carga que puede manejar el camión transportador (y caminos locales) cuando el contenedor está lleno.
- La frecuencia de disposición requerida debe ser considerada cuando se escoja el tamaño del compactador. Si los desechos de comida van a ser compactados, será necesario una disposición más frecuente para controlar los olores y problemas de peste, particularmente en un clima cálido.
- Si se desea la disposición de los desechos con más frecuencia, se puede utilizar un compactador más pequeño y menos costoso. Diferentes sistemas de compactación: Impulsores de cadena Una cadena es un elemento de máquina para transmitir potencia, se fabrica como una serie de eslabones que se unen por pernos. (Torres Ugas & Ruiz Texier, 2002)

Por su parte, la densidad aparente es el cociente entre la masa de un determinado material Sólido (ya sea granulado, polvo, espumado) por unidad de volumen. Es decir, cuánto ocupará dicho material considerando el volumen real debido a su morfología. Es útil para el diseño de tolvas y tanques de almacenaje y fines de logística (diseño de galpones para estiba de material, contenedores, etc.). (ASTM D1895-10)

Respecto a los factores de compactación es importante tener en cuenta que La relación entre el volumen que presenta una cantidad antes y después de ser moldeado. Equivale al inverso

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

de la relación entre las densidades del material antes y después del moldeo (ASTM D1895-10)

Según el tipo de granulometría del material utilizado para determinar la densidad aparente y el factor de compactación, se diferencian tres métodos según la norma ASTM 1895 (NTC 955).

Método A: Se emplea para determinar la densidad aparente de materiales plásticos en forma de polvo o gránulos finos.

Método B: Se emplea para determinar la densidad aparente de materiales plásticos granulares, gruesos, cúbicos, cilíndricos o de cualquier otra forma que presentan dificultad para fluir a través de un cono.

Método C: Se emplea para determinar la densidad aparente de materiales plásticos en forma de escamas gruesas, virutas o trozos muy grandes.

2.5 SISTEMAS DE COMPACTACIÓN

2.5.1 Mecánica

La reducción del volumen resulta ser un factor bastante importante en el desarrollo y operación de casi todos los sistemas de manejo de desechos sólidos. Ello tiene su causa en poder compactar los desechos antes de ser cubiertos con tierra y a su vez aportar a la reducción del volumen que éstos generan. Los sistemas de compactación a alta presión han sido desarrollados para reducir los requerimientos de terreno y para poder producir materiales que puedan ser destinados a otro tipo de usos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Desde el punto de vista de la compactación mecánica, es posible lograrla mediante, bien sea un equipo o prensa estacionaria o móvil. El tipo de prensa mecánica consta de un motor eléctrico que hace girar un volante de inercia que sirve de acumulador de energía. La energía se entrega a la parte móvil de la prensa (carro) mediante un embrague o acoplamiento. La entrega de la energía es rápida y total gastando en cada golpe una fracción de la capacidad de trabajo acumulada. Se usan para trabajos de corte, estampación, forja y pequeñas embuticiones.

2.5.2 Neumática

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales. La energía neumática es el diferencial de presión de aire utilizado para provocar movimiento en diferentes sistemas (para inflar neumáticos y o poner sistemas en movimiento).

Principalmente una prensa neumática se utiliza para trabajos muy puntuales también es muy útil para el troquelado de goma y de cartón.

La prensa es un componente, compuesto de tres partes que son: 1) diafragma 2) plato de presión y 3) estructura o Armadura. El diseño hace que normalmente el diafragma al estar fuera de su instalación mantenga el plato de presión ligeramente salido 1/4 de pulgada.

Este tipo de compactadoras requieren un menor mantenimiento que las prensas hidráulicas, debido a que, hay menor acumulación de cartón, el cual puede ser llevado a una planta de reciclaje.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras. Su brazo articulado funciona con sistemas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

neumáticos. Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor o almacenado en un depósito.

2.5.3 Hidráulica

Desde la revisión del sistema hidráulico, este se utiliza para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de cualquier líquido, es decir, que un líquido determinado es utilizado para la transmisión de energía, este líquido puede ser agua, aceite o una emulsión aceite-agua. En los sistemas hidráulicos se pueden encontrar características especiales, tales como:

- Grandes fuerzas o momentos de giro, producidos en reducidos espacios de montaje.
- Las fuerzas se gradúan automáticamente a las necesidades.
- El movimiento puede realizarse con carga máxima desde el arranque.
- Graduación continua simple de la velocidad, momento o fuerza.
- Protección simple contra sobrecarga.
- Útil para movimientos rápidos controlados, así como para movimientos de precisión extremadamente lentos.
- Acumulación relativamente sencilla de energía por medio de gases.
- Posibilidad de sistema de propulsión central con transformación de energía mecánica descentralizada.

Algunos ejemplos de aplicación de los sistemas hidráulicos, son los siguientes:

2.5.3.1 Hidráulica Industrial:

Máquinas de inyección, prensas, industria pesada como la metalurgia o laminación y la hidráulica aplicada en máquinas y herramientas. • Hidráulica en construcciones fluviales,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

lacustres y marítimas: esclusas y presas, (protectores, segmentos y compuertas), accionamiento de puentes, turbinas y usinas nucleares.

• **Hidráulica en el sector móvil:**

Grúas y excavadoras, maquinarias viales y agropecuarias, automóviles.

• **Hidráulica en técnicas especiales:** accionamiento de antenas, boyas de investigación marina, tren de aterrizaje y timón lateral de aviones, máquinas especiales.

• **Hidráulica en la marina:** timones, grúas, compuertas, correderas de mamparo.

• En general la hidráulica se puede encontrar en todos los sectores industriales.

2.5.4.1 Ventajas de las prensas hidráulicas:

• Simplicidad de los medios en el uso de la energía hidráulica, producirla, transmitirla, almacenarla, regularla y transformarla.

• La carrera de trabajo se adapta a cualquier necesidad, pudiendo regularla en forma continua.

• Protección contra las sobrecargas usando las válvulas limitadoras de presión.

• Posibilidad de transformar un movimiento de giro en otro de traslación, sin golpe en los finales de carrera.

• Elevada relación energía / peso del elemento hidráulico, lo que permite reducir su peso y limitar los momentos de inercia. (Torres Ugas & Ruiz Texier, 2002)

2.5.4.2 Compactación Hidráulica

Una unidad de potencia hidráulica (UPH) para el cortocircuito, consiste en cuatro componentes principales: un motor principal, en este caso eléctrico, una bomba, una válvula, y un depósito. Cada uno de estos componentes se construye juntos y forman el componente principal en un circuito hidráulico del equipo de elevación de descarga. Estos componentes, de manera conjunta, proporcionan el flujo (movimiento) que el sistema necesita para operar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con el fin de determinar la UPH adecuada para su equipo, debe tener en cuenta lo siguiente: potencia de caballo, o caballos de fuerza (HP) de la fuente de alimentación del motor o del motor eléctrico, una válvula de simple o doble efecto, flujo (GPM) Bomba, PSI del sistema, y capacidad del tanque. La mayoría de los remolques de volcado utilizan motor de 12V DC, que produce 2 HP. La regla general es para cada 1 HP que puede proporcionar un flujo de 1 GPM a 1500 PSI. El tanque de su unidad de potencia está dimensionado en base a la capacidad de su cilindro.

A continuación, se presentan las principales características del componente hidráulico descrito líneas atrás:



Figura 1. Mini central hidráulica

Fuente: herrekor. (“Herrekor S.L.U. | Centralitas Hidráulicas - Positivos - Producto En Herrekor: COREMO, Centralitas Hidráulicas Coremo”)

- Motor: 3hp
- RPM 1800
- Bomba hidráulica
- Presión máxima: 3000 psi
- Volumen o galonaje: 1 galón por minuto
- Tipo de bomba: de engranajes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

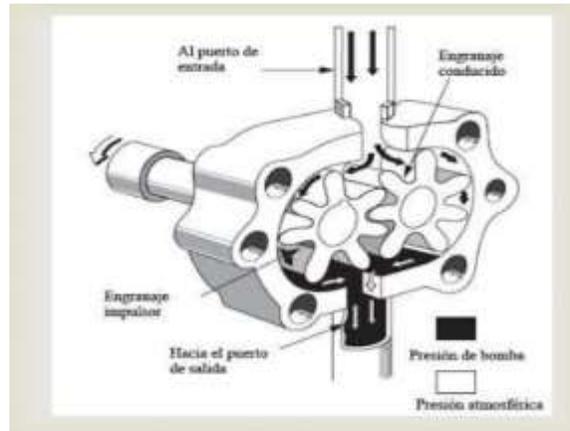


Figura 2. Sistema de la bomba

Fuente: <http://mkjessicasiano829418.blogspot.com/>

- Presión máxima: 3500 psi
- Presión de trabajo: 2000 psi
- Presión mínima: 300 psi
- Material de cilindro: 01020
- Barra cromada y camisa rectificada

Las bombas hidráulicas de engranes se usan para bombear aceite de lubricación, las bombas de engranes son bombas de caudal fijo, estas bombas hidráulicas producen flujo al transportar el aceite entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por la flecha de la bomba (motriz), y éste hace girar al otro (conducido). Esto produce un vacío en la línea de succión, cuando se separan los dientes, por el aumento del volumen en la cámara de succión. En el mismo momento los dientes se van alejando, llevándose el fluido en la cámara de succión. La expulsión del fluido ocurre en el extremo opuesto de la bomba por la disminución de volumen que tiene lugar al engranar los dientes separados.

El uso de las bombas de engranajes externos en el mercado es muy común debido a que es un producto compacto, potente, robusto y competitivo a nivel de coste. Las bombas oleo-hidráulicas de engranajes son capaces de transformar la energía cinética de un motor

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

(normalmente eléctrico o de explosión con gasolina) en energía hidráulica a través del caudal de aceite que genera ésta.

El caudal de aceite a presión generado es utilizado para mover un actuador (normalmente un cilindro hidráulico) que se instala en la máquina o aplicación. Esta presión que por un lado nos ayuda a hacer el trabajo, por otro es una de las principales causas de problemas ya que, a más presión, más probabilidades habrá de que el aceite se escape por alguna imperfección de la bomba por desgaste o golpe. Desde el ensamble y repotencialización de la máquina que se propone en este proyecto, la siguiente minicentral electrohidráulica será la que será implementada:



Figura 3. Minicentral electrohidráulica

Fuente: Elaboración propia

Esta minicentral está compuesta de un motor de 2.2 KW y 3 Hp de fuerza, y viene acoplada a una bomba y a su válvula de 4 vías y dos posiciones, por medio de la cual será posible el recorrido del cilindro en los dos sentidos ascenso y descenso. A su vez, tiene el tanque de almacenamiento de aceite del control de manipulación y está acoplada al cilindro por dos mangueras porque es de doble efecto el cilindro.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La central va acoplada en el costado de la máquina, acoplada con tornillos al chasis, y con el control a su lado donde el operario pueda tener un rápido control de la máquina y se le facilite su manipulación.

2.6. MOTOR

El motor que será utilizado en la repotencialización es del tipo asíncronos trifásicos y contiene las siguientes características:

- Motor MS90L-4
- 2.2 kw
- 3 HP
- RPM 1420\ 1720
- Frecuencia 60 Hz
- Amperios 10.5 \ 5.9
- Voltaje 220 v \ 380 v



Figura 4. Motor MS90L.

Fuente: Kaifa-motor, <http://www.kaifa-motor.com>.(KaifaMotor n.d.)

El arranque de un motor asíncrono consiste en su puesta en marcha al conectarlo a la red. Se van a repasar aquí los dos procedimientos de arranque más frecuentes: a) arranque directo y b) arranque estrella-triángulo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.6.1 Arranque Directo

Este tipo de arranque se presenta cuando se le suministra, directamente al motor su tensión nominal. Este tipo de arranque se utiliza para motores de pequeña potencia, 4 o 5 CV, cuando se alimenta directamente de la red; en este caso las normas de la Compañía Suministradora establecen, por tanto el valor límite de la potencia.

También se utiliza el arranque directo en motores de gran potencia (300 ó 400 CV) cuando son alimentados por transformador particular). Los motores con arranque directo absorben una gran punta de corriente, del orden de 4,5 a 7 veces la intensidad nominal y esto produce un par de arranque del orden de 1,5 a 2 veces el par nominal, lo que permite arrancar estos motores a plena carga.

El arranque directo se efectuará en estrella o en triángulo, según los valores de la tensión de red y las tensiones nominales del motor en cada tipo de conexión, datos que vienen siempre indicados en la placa de características del motor (la tensión mayor corresponde a la conexión estrella y la menor a la conexión triángulo).

En la Figura 5, se muestra la conexión desarrollada del devanado del estator para cada caso: estrella o triángulo y en la Figura 2 se señalan las conexiones de la caja de bornes del motor para las conexiones estrella o triángulo y los sentidos de giro que se obtienen.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

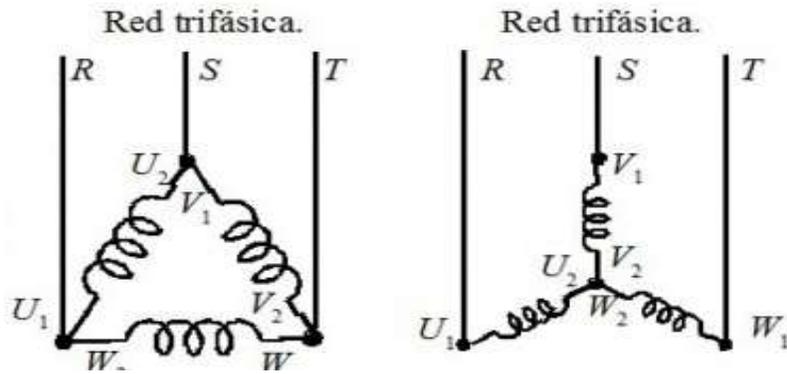


Figura 5. Conexión eléctrica del devanado del estator.

Fuente: Elaboración propia

Designación de terminales antigua:

Entrada: U, V y W Salida: X, Y y Z

Designación de terminales moderna:

Entrada: U_1, V_1 y W_1 Salida: U_2, V_2 y W_2

2.6.2 Arranque Estrella-Triángulo

Este tipo de arranque es el más utilizado para motores de jaula de ardilla de potencias superiores a 4CV y con poca carga. Para poder arrancar un motor por este procedimiento, es necesario que la tensión de red sea igual a la menor del motor; es decir, la tensión entre fases de línea debe ser igual a la correspondiente a la conexión triángulo del motor.

El arranque estrella-triángulo, tiene la gran ventaja de que reduce la intensidad de arranque a la tercera parte de la que absorbería ese mismo motor, si se arranca directamente en triángulo. Ahora bien, esta reducción de la intensidad de arranque supone una reducción del par de arranque en la misma proporción es decir $TaY = 1/3 TaD$. Si el par de arranque directo (TaD) es del orden de $1,5/3 = 0,5$ y $2/3 = 0,66$ del par nominal, lo que indica la imposibilidad de arrancar por este procedimiento pares resistentes de plena carga. La conmutación o paso de

la estrella a triángulo se realiza cuando el motor en estrella ha llegado al 80% de la velocidad nominal del motor.

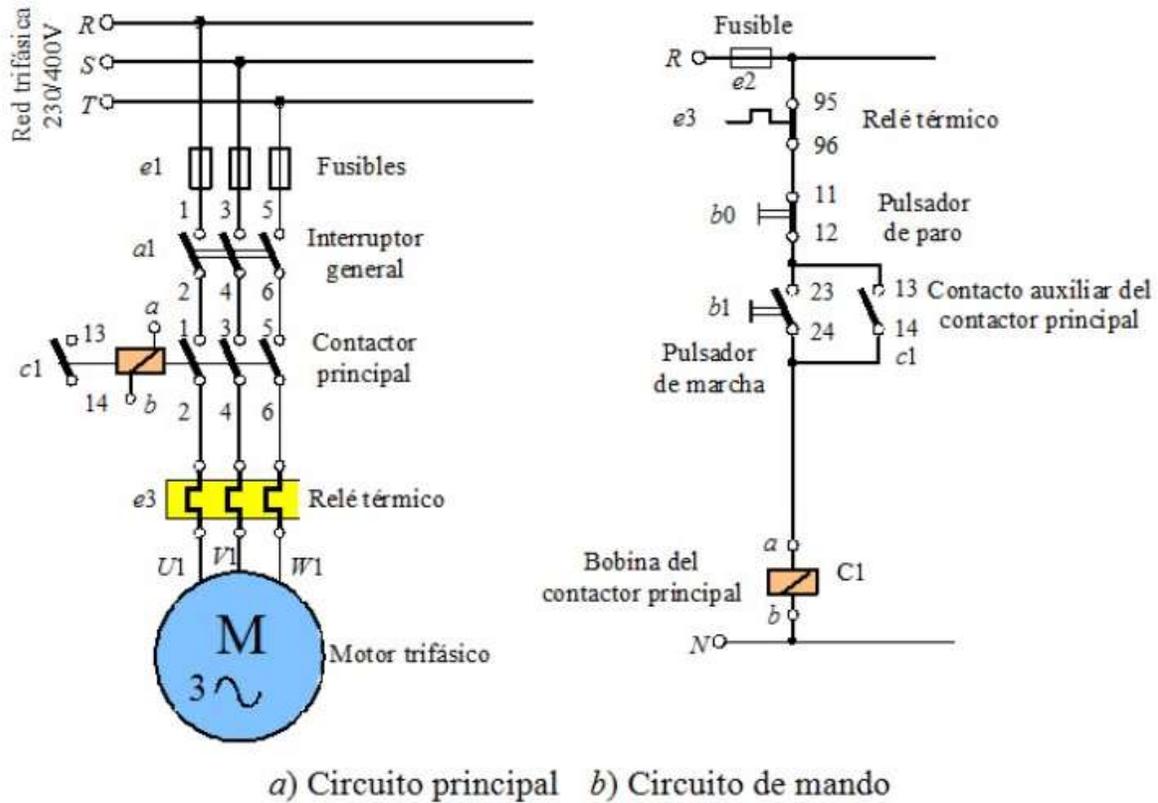


Figura 6. Arranque del motor

Fuente: Elaboración propia

2.7 SOLDADURA

La soldadura se puede definir como una coalescencia o unión de 2 materiales. Se localiza en el metal debido al calentamiento y a las temperaturas adecuadas, con o sin la utilización de metal de aporte. El material de aporte sólo es utilizado si es compatible con el metal base y si las superficies están limpias y libres de materiales extraños. La soldadura puede ser, con arco, con gas, por resistencia, fuerte, en estado sólido y otros.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los procedimientos de soldadura utilizados en la manufactura y reparación, generalmente, han ido evolucionando de manera vertiginosa, tanto, que en la actualidad existen más de un centenar de procesos de soldadura, desde el más antiguo conocido como forja hasta el más moderno como el rayo láser. La AWS (American Welding Society) ha reconocido y clasificado los procesos de soldadura en grandes grupos, así como sus procesos aliados.

La AWS establece ciertos procedimientos y uniones para la soldadura como normas aceptables y, si se aplican, no necesitan ninguna otra calificación del procedimiento, sin embargo, el soldador debe estar bien calificado para realizar el proceso de soldadura.

2.8 PROCESOS DE SOLDADURA

Los procedimientos de soldadura utilizados en la manufactura y reparación han ido evolucionando de manera vertiginosa, es así que en la actualidad existen más de un centenar de procesos de soldadura, desde el más antiguo conocido como forja hasta el más moderno como el rayo láser. La AWS (American Welding Society) ha reconocido y clasificado los procesos de soldadura en grandes grupos, así como sus procesos aliados.

2.8.1 Soldadura por arco (aw)

Agrupar muchos procedimientos de soldadura en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, obteniéndose calor de un arco eléctrico, con o sin la aportación de un metal y por lo general sin aplicar presión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8.2 Soldadura en estado sólido (ssw)

Es un grupo de procesos de soldadura que produce la coalescencia (adhesión de un cuerpo con otro) de las superficies a empalmar por medio de la aplicación de presión a temperaturas por debajo del punto de fusión del metal base, sin la aplicación de metal de aporte.

2.8.3 Soldadura blanda (s)

Es un grupo de procesos de soldadura que produce la coalescencia (adhesión de un cuerpo con otro) de los metales calentándolos a temperaturas que no exceden los 450⁰C y usando un metal de aporte.

Ejemplo: aleaciones de plomo, estaño y bismuto

2.8.4 Soldadura fuerte (b)

Es un grupo de procesos de soldadura que produce la coalescencia (adhesión de un cuerpo con otro) de los metales calentándolos a temperaturas que exceden los 450⁰C, usando un metal de aporte, pero por debajo del punto de solidificación del metal base.

Ejemplo: aleaciones de plata, cobre, zinc, latón.

2.8.5 Soldadura por resistencia (rw)

Es un grupo de procesos de soldadura que produce la coalescencia (adhesión de un cuerpo con otro) de las superficies a empalmar con el calor obtenido de la resistencia de las piezas al flujo de corriente y por la aplicación posterior de presión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8.6 Soldadura con gas oxcombustible (oaw)

Es un grupo de procesos de soldadura que produce la coalescencia (adhesión de un cuerpo con otro) de las piezas de trabajo calentándolas con una flama de gas oxi combustible, con o sin la aplicación de presión y con o sin el uso de material de aporte.

2.8.7 Otros procesos de soldadura

Es un grupo de procesos que incluye aquellos que los otros grupos los excluyen por no circunscribirse de mejor manera.

2.8.8. Proceso básico

- Algunas uniones requieren varios pasos de soldadura.
- El paso es movimiento progresivo a lo largo de la unión.

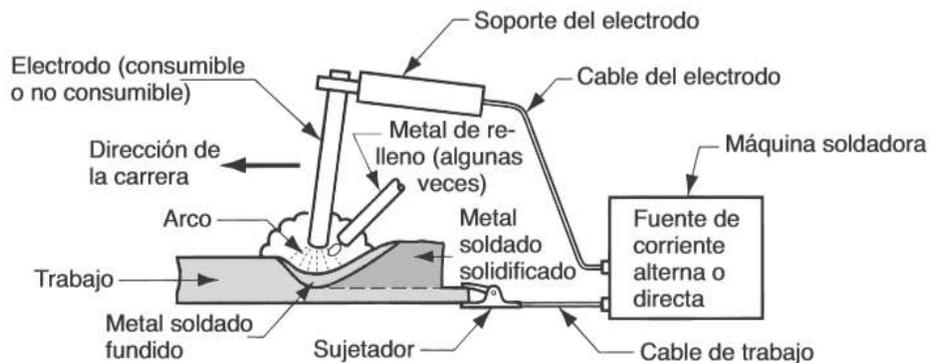


Figura 7. Configuración básica y circuito eléctrico de un proceso de soldadura con arco

Fuente: Fundamentos de manufactura moderna,(Groover 1997).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.9. CONCEPTOS ELÉCTRICOS

El sistema eléctrico corresponde a un conjunto de dispositivos que tienen como tarea fundamental poder suministrar la energía necesaria para el arranque de los equipos eléctricos, así como su correcto funcionamiento. En este sentido, el suministro de ella debe estar lo más acorde y confiable posible tanto en materia de rendimiento como de calidad, ya que, una interrupción o alteración en su funcionamiento puede afectar el servicio y provocar serios problemas y fallas técnicas en la producción donde se manipulen este tipo de sistemas. Ante ello, existen dos tipos de corrientes para dichos sistemas, a saber: Corriente Continua o Directa (CC-CD) y Corriente Alterna (CA).

La corriente alterna presenta comportamientos periódicos respecto a sus valores de polaridad, partiendo de cero viaja su nivel máximo positivo para luego direccionarse a su valor máximo negativo pasando por cero. Este es su comportamiento:

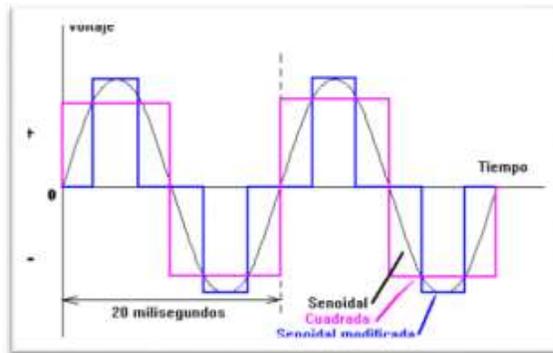


Figura 8. Corriente alterna

Fuente: <http://www.reparatumismo.org>

La corriente continua presenta comportamientos con cargas eléctricas que fluyen en un solo sentido del circuito eléctrico, viajando del polo negativo al positivo constantemente de una fuente de fuerza electromotriz. Este es su comportamiento.

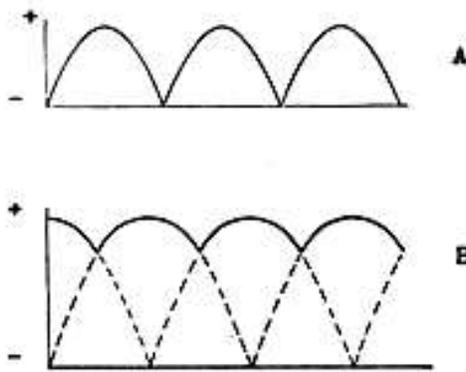


Figura 9. . Corriente continua rectificada

Fuente: <http://www.reparatumismo.org/documentos/>

2.9.1. CONEXIÓN EN MOTORES ELÉCTRICOS

El instituto encargado de preparar, revisar y analizar las normas técnicas en la fabricación de motores eléctricos a nivel internacional es la Comisión Electrotécnica Internacional (I.E.C.),

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

con sede en Suiza, y en los Estados Unidos de Norte América lo hace la Asociación de Fabricantes Eléctricos Nacionales (NEMA). A nivel mundial los fabricantes de motores adoptan las normas de marcación de terminales de acuerdo con la normalización vigente en su respectivo país, derivadas principalmente de las normativas I.E.C. y NEMA. . Destacándose que en los motores fabricados bajo norma NEMA sus cables de conexión son marcados con números desde el 1 al 12 y los fabricados bajo norma IEC tienen una marcación que combina las letras U, V, W y los números desde el 1 hasta el 6. Los diseños incluyen las tensiones a las cuales podrán ser energizados y cada norma en particular realiza su marcación de terminales de conexión. La gran mayoría de fabricantes diseñan los motores con bobinados para operar a dos tensiones de servicio, destacándose que los Motores NEMA tienen una relación de conexión de 1: 2, es decir que una tensión es el doble de la otra. (IEC, s.f). Las siguientes tablas presentan las posibles conexiones de motores trifásicos desde un primer reconocimiento de la simbología, tanto desde su forma convencional como de su forma combinada, como bien se puede observar en la tabla 1 y 2:

Tabla 1. Conexión de motores

SIMBOLOGIA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCION DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
Y	ESTRELLA	Generalmente usado en motores NEMA para la transmisión más alta y en potencias hasta 20 HP, usada en motores IEC para la mayor tensión
YY	ESTRELLA DOBLE O ESTRELLA PARELELA	Generalmente usada en motores NEMA para la menor tención y potencias hasta 20 HP y en motores IEC para la menor tensión y en potencias hasta 9 HP
Δ	TRIANGULO	En motores IEC usada para la menor tensión en cualquier potencia para motores NEMA usada para 1 mayor tensión y en potencias mayores que 20 HP
$\Delta\Delta$	TRIANGULO DOBLE O TRIANGULO PARALELO	En motores IEC usada para tensión menor y potencias mayores que 9 HP y en motores NEMA para la menor tensión y potencias mayores que 20 HP

Fuente: Sincronizacion/Interleaving de convertidores controlados con el PWM TL1451, (Sim and Castill 2012).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 2. Combinación de conexiones

SIMBOLOGIA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCION DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
Δ	TRIANGULO PARA LA MENOR TENSION ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSION	Muy poco usada en motores NEMA y muy frecuente en motores IEC. Posibilita que el motor pueda arrancar en Estrella Triangulo en la menor tensión. También usada en motores de una sola tensión de servicio que arrancan en estrella triangulo.
YY/Y	ESTRELLA DOBLE PARA LA MENOR TENSION ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSION	Usada en motores NEMA hasta 20 HP e IEC hasta 9 HP
$\Delta\Delta/\Delta$	TRIANGULO PARA LA MAYOR TENSION TRIANGULO DOBLE PARA LA MENOR TENSION	Usada en motores IEC con potencias mayores que 7.5 HP y motores NEMA con potencias mayores que 20 HP

Fuente Sincronización/Interleaving de convertidores controlados con el PWM TL1451, (Sim and Castill 2012).

La cantidad de terminales de conexión varía de acuerdo con los diseños específicos realizados por los fabricantes y con las formas en las cuales pueden ser arrancados los motores (directo, estrella, triángulo, entre otros). De conformidad con lo anterior es posible considerarlo según se propone en la siguiente tabla 3:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 3. Terminales de conexión

ITEM	CONEXIÓN DE TERMINALES DE CONEXIÓN	CANTIDAD DE TERMINALES DE CONEXIÓN	COMENTARIOS Y OBSERVACIONES
1	INTERIOR	3	Motor para ser energizado únicamente a una sola tensión de servicio. La conexión es interna: Arranque directo
2	Δ	6	Es posible realizar arranque estrella-triángulo. Motor para conectar a un voltaje único
3	Δ/Y	6	El motor puede ser arrancado estrella-triángulo en la menor tensión
4	YY/Y	9	Motor solo para el arranque directo en cualquier voltaje
5	$\Delta\Delta/\Delta$	9	Idem Item No. 4
6	YY/Y	12	Idem Item No. 5
7	$\Delta\Delta\Delta$	12	En la mayoría de casos el motor puede ser arrancado estrella-triángulo en ambas tensiones

Fuente Sincronización/Interleaving de convertidores controlados con el PWM TL1451, (Sim and Castill 2012).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Inicialmente, se realizó un diagnóstico sobre el estado actual de la máquina para verificar los puntos críticos del proceso, también se llevó a cabo una inspección visual del estado y funcionamiento de la máquina compactadora. Luego se plantearon posibles soluciones a los puntos críticos para construir la matriz morfológica y luego a través de las matrices de filtrado y evaluación seleccionar el proceso más acertado. Dentro de las posibles soluciones

Posteriormente, se rediseñó el sistema electromecánico realizando planos y calculando sus componentes eléctricos, hidráulicos y mecánicos que permitan el desplazamiento automático del carro que compacta, integrándolo de una forma secuencial con el sistema de elevación de la pieza.

Terminados los diseños y construcción de cada uno de los sistemas, se realizaron pruebas de compactación controlando y midiendo sus variables que permitieran hacer los ajustes necesarios para una óptima operación de la máquina y determinar su puesta funcionamiento.

3.1 RECONOCIMIENTO INICIAL DE LA MÁQUINA COMPACTADORA

Inicialmente el centro comercial Vizcaya disponía de una prensa mecánica semiautomática para el proceso de compactación de residuos, la cual, poseía un motor de 3HP acoplado a una polea de dos bandas que generaban el movimiento para una volante, que a su vez, transmitía el movimiento circular a un tornillo sin fin para obtener el desplazamiento lineal y lograr compactar los residuos en una relación de 5 :1 (con cinco bolsas de residuos se logra una paca compactada, una relación mucho menor a la que se obtiene con una prensa compactadora hidráulica como la desarrollada en este trabajo de grado que es de una relación de 15:1, ver porcentaje de disminución en la Tabla 9.), el movimiento de la placa compactadora se realizaba por medio de dos pulsadores, al presionar cada uno de manera independiente la placa subía o bajaba según lo requerido. Se pretende repotenciar la máquina

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

existente adaptando un sistema de compactación hidráulico, con el fin de hacer que el proceso sea más eficiente mediante la implementación del sistema hidráulico empleado para deformar el material por medio de una presión aplicada. Las especificaciones básicas de la prensa serían:

- Funcionamiento manual y automático
- Cuenta con un motor de 3HP.
- Tiene un control de temperatura hasta 400°C y control de presión hasta 4500 psi.

3.1.1 Estado inicial de la máquina.

El proceso de reconocimiento de la máquina se hizo el seguimiento de la manera en que son intervenidos los residuos y la eficiencia del equipo en el momento de la compactación, la Tabla 4, se hizo el seguimiento del material compactado y entregado a la entidad correspondiente. En las imágenes de la Figura 10., y Figura 11., se da a conocer las condiciones iniciales de la máquina compactadora a la cual se le realizó la intervención de mejora cambiando el sistema de accionamiento pasando de un sistema mecánico donde el actuador que realizaba el trabajo de compactación es un tornillo sin fin, a un sistema de compactación hidráulico. Además del cambio en el modo de trabajo del equipo, también, se realizaron mejoras en la estructura que eran necesaria por su deterioro por la frecuencia de uso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 10. Sistema antes de las modificaciones de la máquina.

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Estado inicial de la máquina compactadora accionada de forma mecánica.

Fuente: Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.1.2 Diagnóstico de compactación

Desde el punto de vista de la cantidad de residuos entregados por la prensa anterior, se presenta el siguiente diagnóstico de resultados entre los meses de Enero a Julio de 2018, tomando en cuenta el valor en pesos que cobra Empresas Varias de Medellín por metro cúbico:

Tabla 4. Seguimiento de residuos compactados entregados a Empresas Varias de Medellín.

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
MES DE ENERO 2018					
FECHA	NUMERO DE PACAS UNIDAD	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
4/01/2018	48	0,14175	6,804	51,73875	365
8/01/2018	49	0,14175	6,94575		
11/01/2018	38	0,14175	5,3865		
15/01/2018	58	0,14175	8,2215		
18/01/2018	44	0,14175	6,237		
22/01/2018	42	0,14175	5,9535		
25/01/2018	40	0,14175	5,67		
29/01/2018	46	0,14175	6,5205	Valor metro cúbico	50,300

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
feb-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
1/02/2018	50	0,14175	7,0875	52,87275	373
5/02/2018	44	0,14175	6,237		
8/02/2018	46	0,14175	6,5205		
12/02/2018	50	0,14175	7,0875		
15/02/2018	44	0,14175	6,237		
19/02/2018	42	0,14175	5,9535		
22/02/2018	53	0,14175	7,51275		
25/02/2018	44	0,14175	6,237		
29/02/2018	41	0,14175	5,81175		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
mar-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
1/03/2018	42	0,14175	5,9535	52,4475	370
5/03/2018	47	0,14175	6,66225		
8/03/2018	45	0,14175	6,37875		
12/03/2018	56	0,14175	7,938		
15/03/2018	44	0,14175	6,237		
19/03/2018	48	0,14175	6,804		
22/03/2018	42	0,14175	5,9535		
26/03/2018	46	0,14175	6,5205		
29/03/2018	41	0,14175	5,81175		

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
abr-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
2/04/2018	53	0,14175	7,51275	54,432	384
5/04/2018	48	0,14175	6,804		
9/04/2018	53	0,14175	7,51275		
12/04/2018	47	0,14175	6,66225		
16/04/2018	49	0,14175	6,94575		
19/04/2018	48	0,14175	6,804		
22/04/2018	38	0,14175	5,3865		
26/04/2018	48	0,14175	6,804		
30/04/2018	66	0,14175	9,3555		

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
may-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
3/05/2018	63	0,14175	8,93025	58,968	416
7/05/2018	53	0,14175	7,51275		
10/05/2018	44	0,14175	6,237		
14/05/2018	52	0,14175	7,371		
17/05/2018	41	0,14175	5,81175		
21/05/2018	55	0,14175	7,79625		

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

24/05/2018	58	0,14175	8,2215		
28/05/2018	50	0,14175	7,0875		
31/05/2018	61	0,14175	8,64675		

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
jun-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
4/06/2018	63	0,14175	8,93025	61,94475	437
7/06/2018	44	0,14175	6,237		
11/06/2018	57	0,14175	8,07975		
14/06/2018	48	0,14175	6,804		
18/06/2018	57	0,14175	8,07975		
21/06/2018	39	0,14175	5,52825		
25/06/2018	68	0,14175	9,639		
28/06/2018	61	0,14175	8,64675		

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
jul-18					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
2/07/2018	67	0,14175	9,49725	62,0865	438
5/07/2018	61	0,14175	8,64675		
9/07/2018	54	0,14175	7,6545		
15/07/2018	52	0,14175	7,371		
19/07/2018	41	0,14175	5,81175		
23/07/2018	55	0,14175	7,79625		
27/07/2018	58	0,14175	8,2215		
28/07/2018	50	0,14175	7,0875		

Fuente: elaboración propia.

A partir de este diagnóstico sobre el estado de la máquina anterior se pudo identificar varios puntos críticos del proceso, especialmente en materia de volumen y de costos. Para ello se plantearon posibles soluciones a los puntos críticos para construir la matriz morfológica que se presentará a continuación y luego a través de las matrices de filtrado y evaluación poder seleccionar el proceso más acertado.

3.1.3 Matriz morfológica.

Se plante la solución pertinente para la repotencialización de la compactadora actual resaltando los factores más importantes que debe poseer con la modificación.

Tabla 5. Planteamiento para rediseñar la máquina compactadora.

MATRIZ MORFOLÓGICA									
Propuesta	Chasis	Tipo de prensa	Material a Prensar	Color maquina	Captación material	Manejo	Ubicación	Operario	Tamaño Maquina
Cambio Maquina	Reforzar	Mecánica	Residuos Ordinarios	Verde	Con Bandeja	Sensorica	Zona de Reciclaje	Uno	Mas Grande
Repontencializar	Cambiar Material	Neumática	Cartón	Negra	Manual	Control Automático	Basurero	Dos	Más Pequeña
Modificar	Aumento de tamaño chasis	Hidráulica	Plástico	Gris	Automática	Manual Suiches	Sótano Bodega		Aumento Peso
Nueva Maquina		Compuesta	PET	Verde	Una Banda	Pulsadores	Intemperie Acopio		Disminuyo Peso
Diseñar		Eléctrica Motor	todos	Azul	Cajón	Robótica	Cuarto Acopio		Pesada y Robusta
					Compuesta				Pequeña Y Más Pesada

Fuente: Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

3.1.4 Matriz de filtrado

La matriz filtrada indica las pautas que sobresalen de la matriz morfológica y donde se establece como definitivo los componentes con los que se realizara la repotencialización de la máquina compactadora.

Tabla 6. Aspectos importantes en la matriz de filtrado.

Matriz Filtrada				
Neumática	Husillo Roscado	Tornillo Sin Fin	Motor Eléctrico	Control Manual
Hidráulica ●	Rosca Cuadrada	Poleas	Mini Central Hidráulica●	Tablero de Mando
Mecánica	Pistón●	Reductora	Compresor	Pulsadores
Eléctrica	Cadena	Guías o barras●	Bomba Motor	Palanca●

Fuente: Elaboración propia.

Las posibles soluciones planteadas, se han preseleccionado en la matriz morfológica como se planteó en los objetivos específicos del proyecto, una vez dado el cumplimiento de lo pactado a lo referente al estudio y seguimiento del estado de funcionamiento del equipo y su eficiencia de trabajo como se evidencia en el rastreo realizado en la Tabla 4., donde se pretende obtener la mayor cantidad de información referente para futuras comparaciones entre ambos sistemas.

Los sistemas de compactación por prensa hidráulica, han demostrado grandes beneficios; como es el caso de ciudades como en la India, “Kolkata la ciudad metropolitana más vieja y más grande en la parte del este de la India con una población de 4.486.679 habitantes y una densidad de población de 24.252 habitantes por km². La ciudad de Kolkata genera un estimado de 5.500 toneladas de residuos sólidos municipales (RSM) por día. Los residuos de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la ciudad son tratados por la Corporación Municipal de Calcuta (CMC) que trata el 80% de los residuos que son recogidos por el sistema de gestión de residuos e introducidos a los sistemas de compactación modernos más cercanos al punto de recogida, cada sistema aloja entre 2 y 5 compactadores, en total el proyecto posee 90 compactadores fijos y 30 compactadores móviles, llamados, *Municipal solid waste compactation system (MSWCS)* bajo una iniciativa de la ciudad denominada (Clean City).” . (Baidya & Debnath, 2009).

La repotencialización de la prensa hidráulica para el proceso de compactación de material reciclable y ordinario busca reducir el volumen generado en un 50% pasando de generar 44 m³ de desechos a tan solo 22 m³ de residuos generados. Los resultados por acuerdo del equipo y por visión del proyecto, arrojan en la matriz la mejor alternativa para adaptarla y reemplazar el sistema con el que la máquina venía trabajando, como se muestra en la Tabla 6., por lo tanto, se espera aumentar la eficiencia del sistema implementado los resultados adquiridos en la matriz de filtrado.

3.1.5 Características de la máquina con tornillo sin fin.

A continuación en las imágenes de la Figura 12., podemos observar el recorrido total de la prensa vieja, la cual esta guía por dos barras laterales o ejes que van guiando la compresión de la máquina y el husillo que tiene una rosca cuadrada de fuerza que va a la reductora realizando el recorrido de la tapa de prensado.



Figura 12. Recorrido del tornillo sin fin compactador.

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Mientras el operario tenga el suiche pulsado en bajar el tornillo de rosca cuadrada va descendiendo y compactando el material. Aquí en esta imagen podemos ver la compactación de las bolsas en el recorrido total de la prensa vieja el cual no es tan ideal como se espera solo comprime la bolsa un 30 % del tamaño real con el que se ingresa en la máquina.



Figura 13. Compactación con tornillo.

Fuente: Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La máquina en su configuración antes de la adaptación hidráulica de compactación, en la parte trasera, podemos ver el motor y unas canastas donde se coloca el hilo que amarra las pacas prensadas de basura. También podemos observar que hay una caja o guarda después del motor el cual es un sistema de transformación de velocidad con una caja reductora.



Figura 14. Máquina de compactación vista trasera y sistema de control.

Fuente: Elaboración propia

Un vez se tiene conocimiento del estado inicial del equipo a intervenir, se rediseñó el sistema electromecánico realizando planos y calculando sus componentes eléctricos, hidráulicos y mecánicos que permitan el desplazamiento automático del carro que compacta, integrándolo de una forma secuencial con el sistema de elevación de la pieza.

3.1.6 Central electrohidráulica

La mini central electrohidráulica la cual nos permitirá hacer una compactación de las bolsas con mayor eficiencia, esta mini central es la que tendrá la máquina nueva de compactación. La cual está compuesta del motor de 2.2 Kw y 3 Hp de fuerza, acoplada a una bomba y su

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

válvula de 4 vías y dos posiciones, que nos permitirá el recorrido del cilindro en los dos sentidos accenso y descenso. También tiene el tanque de almacenamiento de aceite del control de manipulación y esta acoplada al cilindro por dos mangueras porque es de doble efecto el cilindro.

La central va acoplada en el costado de la máquina acoplada con tornillos al chasis de la máquina y con el control a su lado donde el operario pueda tener una rápida y fácil manipulación de la máquina.



Figura 15. Datos específicos de las motos para la unidad hidráulica.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Electroválvula 4/2 vías con accionamiento manual.

Fuente: Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Finalmente el sistema electrohidráulico ejecuta la tarea de compactación con un actuador (cilindro hidráulico de doble efecto), adaptado a la reforma de la máquina para la función de compactación de residuos.



Figura 17. Cilindro doble efecto (ver Apéndice F. Plano Cilindro hidráulico).

Fuente: elaboración propia.

3.1.7 Dimensiones de las paredes laterales.

A continuación se entregan los datos más relevantes para la elaboración de los cortes de la lámina que se empleó para la elaboración de la bandeja receptora de residuos.

Tabla 7. Dimensiones para corte de lámina para la fabricación de la bandeja.

LADO	MEDIDA INTERNA (mm)	MEDIDA EXTERNA (mm)	MEDIDA FRONTAL (mm)
Pest-izquierda	30	34	□
Pest-frontal	30	34	□
Pest-derecha	30	34	□
Pest- posterior	30	34	□
Ancho-l	960	969	□
longitud	400	409	□

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La elaboración de los cortes pertinentes los realizó la empresa Doblamos S.A., a continuación se muestra en la Figura..., la distribución de los cortes en lamina según las dimensiones para el formato de la lámina.

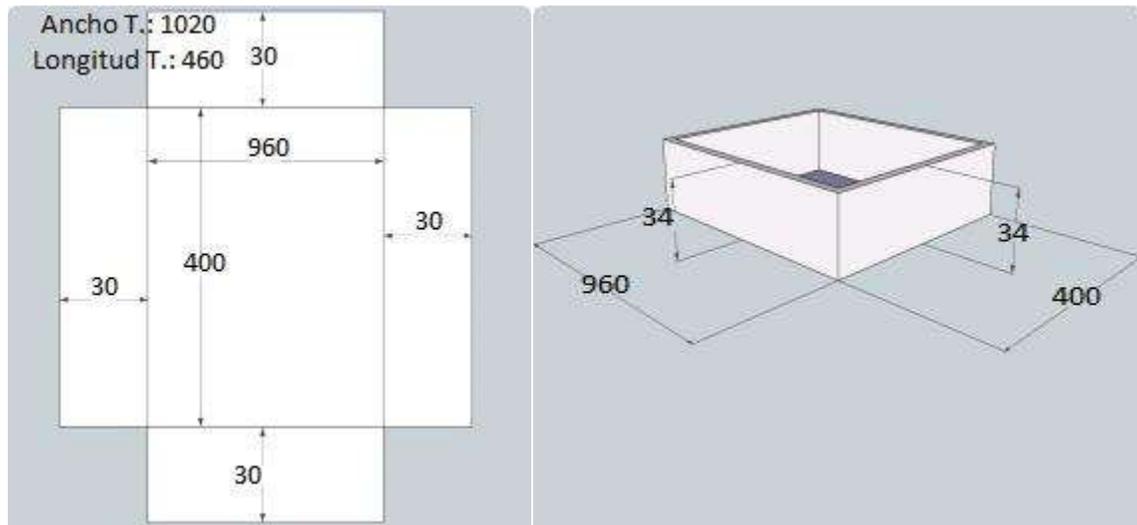


Figura 18. Lámina con esquema de corte para elaborar paredes de acopio de residuos.

Fuente: elaboración propia.

3.1.8 control de accionamiento.

El cuadro de maniobra y control informa permanentemente al operador mediante pantalla gráfica e indicadores luminosos y acústicos de los principales parámetros de funcionamiento, como el mostrado en la siguiente imagen Figura 19., el operador puede operar en modo manual o fijar las condiciones de funcionamiento en modo automático mediante los pulsadores y selectores adecuados. La seguridad es lo primero y por ello el sistema controla todos los cierres de seguridad en registros, tolvas y protecciones así como los pulsadores de paro de emergencia distribuidos por toda la máquina.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 19. Sistema de accionamiento de operación de la máquina compactadora

Fuente: elaboración propia.

3.2 CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE LA MÁQUINA COMPACTADORA.

De forma conjunta con los análisis de la repotencialización se realizó el cálculo de cada componente necesario para el sistema hidráulico, con lo que se encontraron las medidas de cada uno de ellos y se complementó el proyecto.

Se realizaron los siguientes cálculos:

3.2.1 Cálculo Inicial.

El equipo mecánico anterior poseía una placa de compactación con las siguientes dimensiones: 42,5cm x 33cm, se decidió reutilizarla para la repotencialización de la compactadora hidráulica, también, el área de la placa es acorde para las bolsas que contienen los residuos a compactar. Las dimensiones de la placa se toman como punto de partida para realizar los cálculos de fuerza requeridos para deformar los residuos. Las unidades fueron

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

convertidas a pulgadas para estandarizar las unidades de presión comerciales en la fabricación del cilindro hidráulico (lb/in²)

- Area de la Placa

$$42,5 \text{ cm} * \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 16,73 \text{ in}$$

$$33 \text{ cm} * \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 12,99 \text{ in}$$

$$16,73 \text{ in} x 16,73 \text{ in} = 217,32 \text{ in}^2$$

Aplicando la fórmula Fuerza = presión X Area.

La presión utilizada para deformar el material $65 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ es un valor obtenido de tablas de deformación. Sumistrado por tecnihidráulica empresa donde compramos los equipos.

$$65 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} x 217,32 \text{ in}^2 = 14125,8 \text{ lb}$$

NOTA

Los planos del cilindro hidráulico se anexan en el Apéndice F

Fuerza neta que se necesita.

Con este valor se obtienen las dimensiones del cilindro.

$$\text{Area} = \frac{\text{Fuerza neta}}{\text{presión del sistema}}$$

$$\text{Area} = \frac{14125,8 \text{ lb}}{3000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$Area = 4,70 \text{ in}^2$$

Con esta área se halla el diámetro interno del cilindro

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{A*4}{\pi}} = \sqrt{\frac{4,70 \text{ in}^2 * 4}{\pi}} = 2,44 \text{ in}$$

Comercialmente la fabricación con un diametro de 2in o 2,5 i

Teniendo como base que se necesita una carrera del vástago de 60 cm o sea 23,62 in y un tiempo de aproximado descenso de 13 segundos,

se procede Hallar

el caudal de la bomba requerido.

$$\mathbf{Volumen \text{ Cilindro} = Area * Altura}$$

$$V_{\text{cilindro}} = 4,70 \text{ in}^2 * 23,62 \text{ in} = 111,01 \text{ in}^3$$

$$\mathbf{Caudal (Q) = \frac{Volumen}{Tiempo \text{ descenso}}}$$

$$Caudal (Q) = \frac{111,01 \text{ in}^3}{0,21 \text{ min}} = 528,71 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} \text{ Pasamos a galones por minuto}$$

$$Q = 528,71 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} * \frac{1 \text{ Galon}}{231 \text{ in}^3} = 2,28 \frac{\text{Galon}}{\text{min}}$$

- **Calculo de potencia requerida para el Motor**

Potencia hidráulica (Ph)

$$(Ph) = Q * P * Constante$$

0,0007 Ley de Hooke se toma (k) como una constante, factor de potencia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$Ph = 2,28 \frac{\text{Galón}}{\text{min}} * 3000 \text{ PSI} * 0,0007$$

$$Ph = 4,7 \text{ Hp}$$

NOTA

Donde el coeficiente k depende del material y en nuestro caso utilizamos el del cuero.

Se busca un proveedor que suministre elementos con valores comerciales muy cercanos a los reales del cálculo.

Valores reales

Diametro del Cilindro 2 in

$$\text{Area Real del Cilindro} = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 2in^2}{4} = 3,1416 \text{ in}^2$$

Fuerza Real con 3000 psi

$$F = \text{Area} * \text{Presión}$$

$$F = 3,1416 \text{ in}^2 * 3000 \text{ psi} = 9424,77 \text{ lb pasamos a Toneladas.}$$

$$9424,77 \text{ lb} * \frac{1 \text{ Ton}}{200 \text{ lb}} = 47,123 \text{ Ton}$$

Caudal Real

$$\text{Volumen Cilindro} = \text{Area} * \text{Altura}$$

$$\text{Volumen Cilindro} = 3,1416 \text{ in}^2 * 23,62 \text{ in} = 74,20 \text{ in}^3$$

Caudal

$$\text{caudal [Q]} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

$$Q = \frac{74,20 \text{ in}^3}{0,21 \text{ min}} = 361,95 \frac{\text{in}^3}{\text{min}}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$361,95 \frac{\text{in}^3}{\text{min}}$ pasamos a galones por minuto

$$361,95 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} * \frac{1 \text{Galón}}{231 \text{in}^3} = 1,56 \frac{\text{Galones}}{\text{min}}$$

Motor

$$\text{Potencia}[\text{Pot}] = Q * P * 0,0007$$

$$\text{Pot} = 1,56 \frac{\text{Galones}}{\text{min}} * 3000 \text{ PSI} * 0,0007$$

$$\text{Pot} = 3,276 \text{ Hp}$$

NOTA

Entonces usaremos un motor de 3hp, el cual se encuentra comercialmente.

3.3 DOCUMENTACIÓN DE FABRICACIÓN.

A continuación se reporta el avance paso a paso de proceso de adaptación de la nueva estructura para la máquina compactadora.



Figura 20. Soldadura de la estructura de la máquina compactadora.

Fuente: Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 21. Soldadura de la estructura de la máquina compactadora.

Fuente: Elaboración propia

Ensamble chasis o estructura central de la máquina nueva, la cual fue soldada con soldadura eléctrica por electrodo revestido y acoplada con tornillos tanto el cilindro de doble efecto como la mini central. Este es el cuerpo central de la máquina o base de las demás piezas que se acoplan a esta base.



Figura 22. Fabricación bandeja.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22., se muestra la Construcción y elaboración de la bandeja de recibimiento de las bolsas esta soldada con unos bujes que permiten el desplazamiento axial del bandeja

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

para ser cargada de bolsas y luego introducida en el chasis de la máquina, para luego bajar pulsando el control y realizar la compresión del material. Bandeja recibidora de bolsas.



Figura 23. Progreso en el ensamble de algunos componentes.

Fuente: elaboración propia.

Antes de pasar al acoplamiento de la bandeja de acopio de los residuos, se procede a la aplicación de la capa de pintura protectora como se observa en la Figura 24.



Figura 24. Recubrimiento anticorrosivo.

Fuente elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A continuación en la Figura 25., se evidencia el acoplamiento de la bandeja donde se hace el acopio de los residuos, en este paso se hace el ensamble de partes de la máquina nueva, realizando los ajustes del chasis que recibirá las bolsas para compactar.



Figura 25. Ensamble de la bandeja de acopio de residuos.

Fuente: Elaboración propia.

Este valor agregado del proyecto acorde a los cálculos, además de la repotencialización, tuvo en cuenta los siguientes factores:

- Factor social y cultural: aumentar la responsabilidad de las personas con respecto a la situación actual, es decir, crear una conciencia más amigable con el ambiente donde se utilice lo necesario sin necesidad de malgastar para no afectar generaciones futuras, además inculcar pensamientos que contribuyan a la generación de nuevas alternativas de crecimiento industrial.
- Factor medio ambiental: la capacidad de carga de nuestro entorno limita las actividades humanas, implicando la necesidad de disminuir el ritmo actual de consumo de los recursos. Mediante buenas prácticas en el uso eficiente de los recursos, que contribuyan con un desarrollo para que generaciones futuras también puedan satisfacer sus necesidades.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Factor económico: se debe garantizar que no sólo se buscará un bien individual, sino un bien común, donde se generen productos acordes con una responsabilidad social que favorezcan a la generación de empleo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MÁQUINA ENSAMBLADA.

En la Figura 26., se muestra la máquina compactadora con todos los elementos que integran el sistema, paso a seguir cumpliendo con lo establecido en la matriz morfológica, se le dieron los acabados de recubrimiento de pintura.



Figura 26. Ensamble finalizado.

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1 1 Resultados de recubrimiento final

En la Figura 27. Se evidencia la estructura mecánica de la máquina finalizada cumpliendo con lo requerido en las especificaciones de la matriz morfológica.

Figura 27. Pintura final.



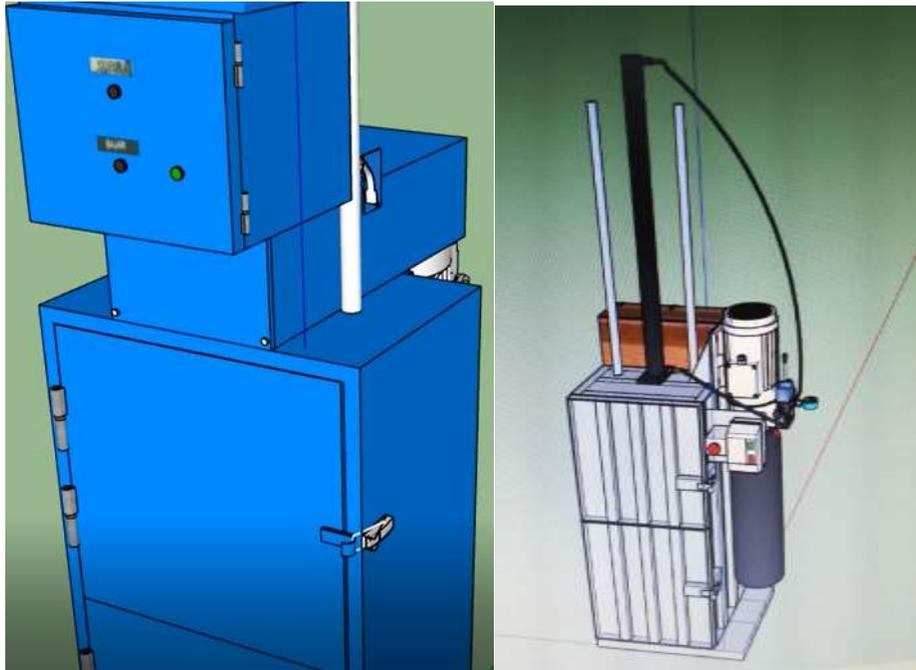
Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Simulaciones de máquinas compactadoras.

Antes de proceder a las pruebas de compactación, se realizaron simulaciones de movimiento de las dos presentaciones de la máquina compactadora, antes de la reforma y adaptación (ver apéndice B. Simulación del funcionamiento de la máquina compactadora con tornillo), como

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

también, de la forma en que se entrega el producto finalizado (ver apéndice C. Simulación de funcionamiento de la máquina compactadora hidráulica). A continuación en la Figura 28., se muestra el diseño CAD para la simulación de ambos sistemas.



a).

b).

Figura 28. a). Imagen simulación máquina compactadora con tornillo, b). Máquina repontencializada con sistema hidráulico. Ver apéndices B y C para simulaciones

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2 MÁQUINA FINALIZADA.



Figura 29. máquina terminada.

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 29., se muestra la máquina finalizada. Una vez terminados los diseños y construcción de cada uno de los sistemas, se realizaron pruebas de compactación controlando y midiendo sus variables que permitieran hacer los ajustes necesarios para una óptima operación de la máquina y determinar su puesta funcionamiento, tal como se muestra a continuación:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 30. Bolsas con residuos sin compactar.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Seguimiento del proceso de compactación

En las Figuras 30 y 31., se muestra como ingresan los residuos antes de ser procesados en la máquina compactadora



Figura 31. Tamaño de las bolsas antes y después de la compactación.

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 32. Volumen y peso de las pacas generadas con la máquina anterior.

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo sistema de compactación se puede evidenciar en la Figura 32., la diferencia que hay en la compactación con el sistema anterior de accionado por el motor eléctrico y compactado por el tornillo y el sistema actual hidráulico actual, se obtiene una compactación mayor reduciendo volumen y ganando peso al comprimir cantidades mayores de residuos.



a).

b).

Figura 33. a). Peso de paca compactada con máquina mecánica, b). Peso de una paca obtenida con el nuevo sistema de compactación.

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3 SEGUIMIENTO DE RESULTADOS DE COMPACTACIÓN

Las siguientes cifras representan los resultados obtenidos a través de la compactadora nueva en el mes de agosto de 2018:

Tabla 8. Seguimiento de compactación después de la repotencialización.

CANTIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS ENTREGADOS A EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN					
AGOSTO 2018 COMPACTADORA NUEVA					
FECHA	NUMERO DE PACAS UN	VOLUMEN UNIDAD	TOTAL METROS CÚBICOS	VOLUMEN TOTAL	TOTAL PACAS
3/09/2018	24	0,14175	3,402	25,37325	179
6/09/2018	20	0,14175	2,835		
10/09/2018	27	0,14175	3,82725		
13/09/2018	21	0,14175	2,97675		
17/09/2018	24	0,14175	3,402		
20/09/2018	21	0,14175	2,97675		
24/09/2018	20	0,14175	2,835		
27/09/2018	22	0,14175	3,1185		
30/09/2018	21	0,14175	2,97675		

Fuente: elaboración propia.

Las medidas en ambos caso no cambian, solo cambia su peso al tener la máquina hidráulica más capacidad de compresión utilizando más material y más bolsas compactadas con el mismo volumen ocupado, las medidas de las pacas fabricada por cada una de las máquinas son 0.45 x 0.45 x 0.70 ocupando este un volumen total por cada paca generada de 0.14175 metros cúbicos, la diferencia la podemos ver en su peso.

Los siguientes datos dan cuenta del seguimiento de la repotencialización respecto a la disposición final de los residuos ordinarios en el mes de Julio y de Septiembre de 2018:

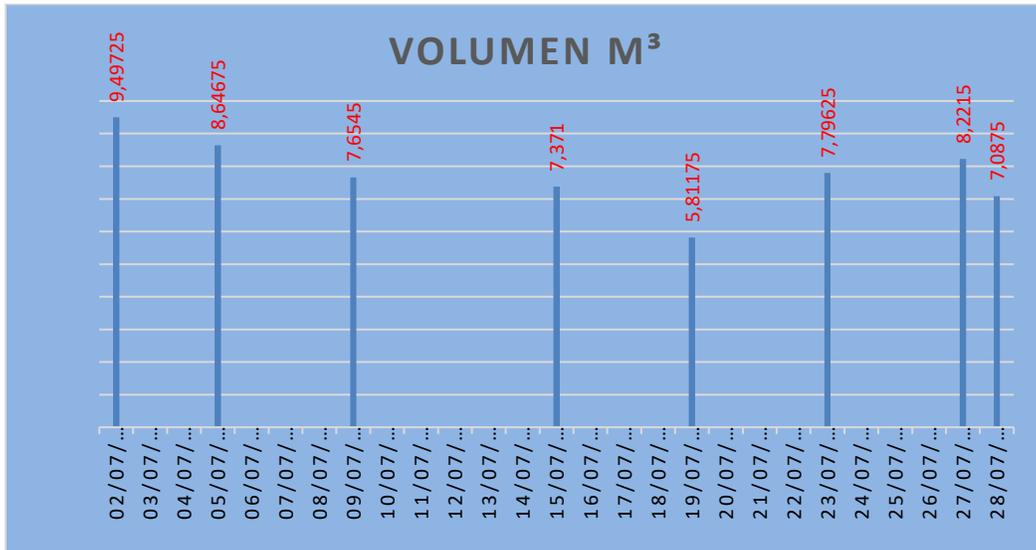


Figura 34. Seguimiento de volumen del mes de Julio de 2018

Fuente: elaboración propia.

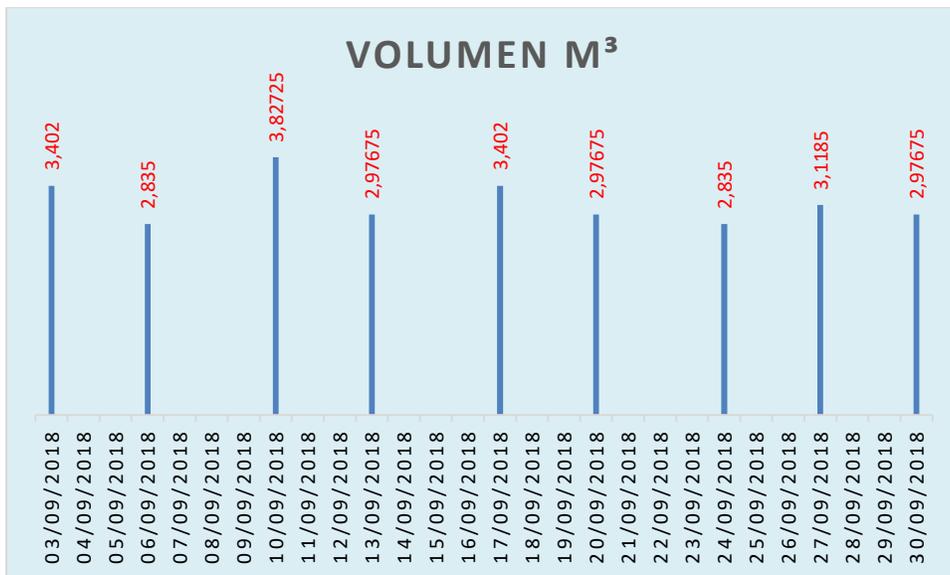


Figura 35. Seguimiento de volumen del mes de septiembre de 2018

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Materia de volumen por valor del metro cubico, comparación entre los meses de seguimiento en las gráficas anteriores.

Tabla 9. Comparación volumen mes julio y septiembre.

VALOR METRO CUBICO \$ 50,300		
Volumen septiembre de 2018 máquina nueva m³	volumen julio 2018 máquina anterior m³	
25,37325	62,0865	PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN
PAGO EN PESOS POR TASA DE ASEO: \$50.300*25.37=\$1'276.274	PAGO EN PESOS POR TASA DE ASEO: \$50.300*62.08=\$3'122.950	59.13%

Fuente: elaboración propia.



Figura 36. Comparativos volumen julio y septiembre.

Fuente: elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES:

Se logró la repotencialización de un equipo compactador de residuos para el centro comercial Vizcaya, obteniendo una máquina con una fuerza de compactación hidráulica que supera ampliamente al equipo mecánico que se tenía anteriormente y por ende disminución en el volumen de los residuos compactados que se reflejan en la reducción de costos de la tasa de aseo, además, el centro comercial figura como una locación que aporta al mejoramiento del medio ambiente con el control de residuos.

Los resultados esperados se evidencian en la Tabla 9., y en la Figura 36., se muestra los efectos obtenidos en el seguimiento de trabajo de la compactadora nueva con respecto a la compactadora mecánica que se tenía anteriormente, la interpretación de los resultados entregan que el sistema actual aumento la eficiencia de compactación en un 59.13% en la disminución del volumen.

En el proceso de este trabajo se evidencia la superioridad de las fuerzas de compactación que se logran con sistemas hidráulicos en comparación con sistemas mecánicos, en este punto radica el éxito de los resultados obtenidos.

Con la compactación de residuos se contribuye alargar la vida útil de los rellenos sanitarios en cuanto entregar los residuos compactados se disminuye el volumen que estos ocupan en los rellenos, resalta la importancia de contribuir con el medio ambiente desde la implementación de posibles maneras de reducir las basuras y a su vez ayudar a reciclar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.2 RECOMENDACIONES:

- Avalar de manera más constante este tipo de propuestas, ya que permiten obtener múltiples beneficios, tanto en materia de contribución ambiental como de aporte al Centro Comercial y al fortalecimiento de la investigación.
- Verificar al encender la máquina que esté cerrada la compuerta de alimentación
- No exceder la capacidad de la máquina.
- No agregar desechos líquidos en exceso a la basura.
- No introducir objetos muy grandes y pesados en la máquina.
- En el momento de realizar la limpieza de la máquina, procurar no derramar líquido en las partes eléctricas y motor.
- En caso de escuchar algún sonido extraño o comprobar que se introdujo algún elemento que entorpezca la compactación, pulsar el botón de parada de emergencia y solucionar el problema, verificando que causa el sonido o sacando el elemento extraño.
- Seguir siempre los protocolos de seguridad y tener en cuenta el manual de mantenimiento diseñado para la máquina.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Area Metropolitana. (2016). *Manual Para el Manejo Integral de Residuos Solidos en el Valle de Aburra*. Medellin.

ASTM D1895-10, A. (s.f.). ASTM 1895 Standard Test Methods for Apparent Density, Bulk Factor, and Pourability of Plastic Materials. USA.

Baidya, R., & Debnath, B. (2009). Sustainability of modern scientific waste compacting stations in the city of Kolkata. 520-529.

CODESARROLLO, P. d. (1997). *Manual tecnico pedagogico de reciclaje*. Medellín: Impresos Caribe Ltda.

Ehrig, R.J. (1992). *Plastics Recycling: Products and Processes*. Munich, Vienna, New York, Barcelona: Hanser Publishers.

Escobar Giraldo, J. D., & all, e. (2015). *Diseño y fabricación de un compactador de residuos sólidos para la Universidad ANcional de Colombia sede Medellín*.
<https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1377/484>:
 Universidad Nacional de Colombia.

Kai, L. (2003). Multi-channel system for vibration measurement and analysis based on LabVIEW. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)*, págs. 661-663.

Area Metropolitana. (2016). *Manual Para el Manejo Integral de Residuos Solidos en el Valle de Aburra*. Medellin.

ASTM D1895-10, A. (s.f.). ASTM 1895 Standard Test Methods for Apparent Density, Bulk Factor, and Pourability of Plastic Materials. USA.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Baidya, R., & Debnath, B. (2009). Sustainability of modern scientific waste compacting stations in the city of Kolkata. 520-529.

CODESARROLLO, P. d. (1997). *Manual tecnico pedagogico de reciclaje*. Medellín: Impresos Caribe Ltda.

Ehrig, R.J. (1992). *Plastics Recycling: Products and Processes*. Munich, Vienna, New York, Barcelona: Hanser Publishers.

Escobar Giraldo, J. D., & all, e. (2015). *Diseño y fabricación de un compactador de residuos sólidos para la Universidad ANcional de Colombia sede Medellín*.
[https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1377/484:](https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1377/484)
 Universidad Nacional de Colombia.

Goodship, V. (2007). *Introduction to Plastic Recycling*. Shrewsbury: Smithers Rapra.

IEC. (s.f). *Bienvenidos a IEC Comisión Electrotécnica Internacional*.
http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about_iec/welcome_to_the_iec-s.pdf.

ISO, NTC. (2004). *Sistema de Gestión Ambiental requisitos con orientación para su uso. 2004*.

Ministerio de ambiente. (30 de 12 de 2005). *Ministerio de Ambiente*. Recuperado el 20 de 09 de 2017, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

Recytrans. (2016). <https://www.recytrans.com>. Obtenido de <https://www.recytrans.com/blog/compactadores-de-residuos/>

Robert Mott. (2011). *Diseño de elementos de máquinas mecánicas* . Madrid: Pearson .

Theodore Wildi. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. Mexico: Prentice Hall.

Torres Ugas, J., & Ruiz Texier, M. (2002). *Diseño y construcción de un sistema de compactación de desechos provenientes de locales de comida rápida*.
<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/230/1/TRABAJO%20ESPECIAL%20DE%20GRADO.pdf>: Universidad Central de Venezuela.

Vizcaya, C. C. (2017). *Administracion Centro Comercial Vizcaya* . Medellín .

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Yang, X. (2009). Research on the Test System of the MSW Compactor Experiment Based on LabVIEW. *2009 Second International Conference on Information and Computing Science*, (pág. 4).

Kai, L. (2003). Multi-channel system for vibration measurement and analysis based on LabVIEW. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)*, págs. 661-663.

Area Metropolitana. (2016). *Manual Para el Manejo Integral de Residuos Solidos en el Valle de Aburra*. Medellin.

ASTM D1895-10, A. (s.f.). ASTM 1895 Standard Test Methods for Apparent Density, Bulk Factor, and Pourability of Plastic Materials. USA.

Baidya, R., & Debnath, B. (2009). Sustainability of modern scientific waste compacting stations in the city of Kolkata. 520-529.

CODESARROLLO, P. d. (1997). *Manual tecnico pedagogico de reciclaje*. Medellín: Impresos Caribe Ltda.

Ehrig, R.J. (1992). *Plastics Recycling: Products and Processes*. Munich, Vienna, New York, Barcelona: Hanser Publishers.

Escobar Giraldo, J. D., & all, e. (2015). *Diseño y fabricación de un compactador de residuos sólidos para la Universidad ANcional de Colombia sede Medellín*.
<https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1377/484>:
Universidad Nacional de Colombia.

Goodship, V. (2007). *Introduction to Plastic Recycling*. Shrewsbury: Smithers Rapra.

IEC. (s.f). *Bienvenidos a IEC Comisión Electrotécnica Internacional*.
http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/about_iec/welcome_to_the_iec-s.pdf.

ISO, NTC. (2004). *Sistema de Gestión Ambiental requisitos con orientación para su uso. 2004*.

Ministerio de ambiente. (30 de 12 de 2005). *Ministerio de Ambiente*. Recuperado el 20 de 09 de 2017, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Recytrans. (2016). <https://www.recytrans.com>. Obtenido de

<https://www.recytrans.com/blog/compactadores-de-residuos/>

Robert Mott. (2011). *Diseño de elementos de máquinas mecánicas* . Madrid: Pearson .

Theodore Wildi. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. Mexico: Prentice Hall.

Torres Ugas, J., & Ruiz Texier, M. (2002). *Diseño y construcción de un sistema de compactación de desechos provenientes de locales de comida rápida*.

<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/230/1/TRABAJO%20ESPECIAL%20DE%20GRADO.pdf>: Universidad Central de Venezuela.

Vizcaya, C. C. (2017). *Administración Centro Comercial Vizcaya* . Medellín .

Yang, X. (2009). Research on the Test System of the MSW Compactor Experiment Based on LabVIEW. *2009 Second International Conference on Information and Computing Science*, (pág. 4).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

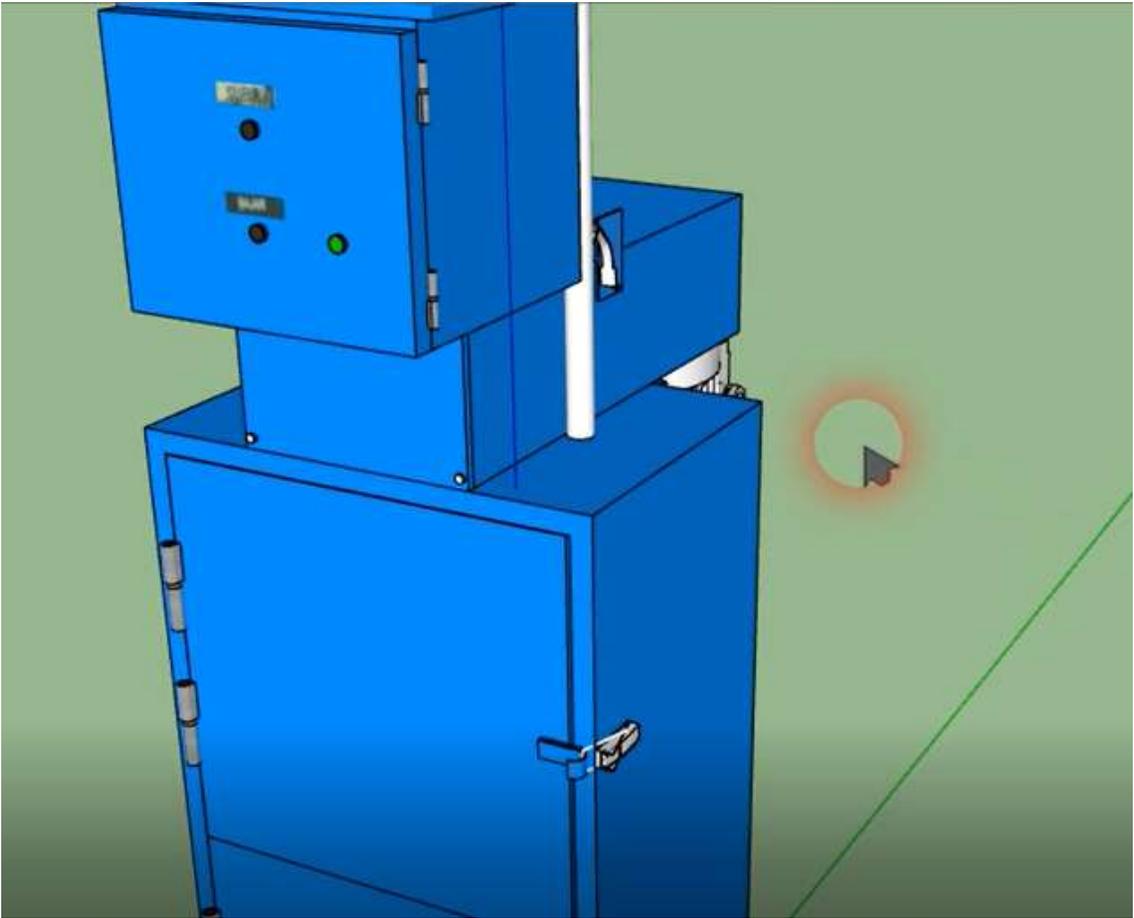
APÉNDICE

Apéndice A. Cronograma de actividades

Cronograma de actividades en (meses) (semestre 1 -2018)						
Actividades	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Diagnóstico de la máquina compactadora	X					
Documentación sobre el problema y estudio de soluciones con la matriz.	X					
Seleccionar la alternativa de mayor beneficio según matriz de filtrado		X				
Realizar los cálculos mecánicos, eléctricos y de control		X				
Elaborar los planos mecánicos, eléctricos y de control.			X			
Informe final y presupuesto del rediseño de la máquina.				X		
Calibración de la presión requerida para su funcionamiento.					X	
entrega de la máquina y la documentación						X

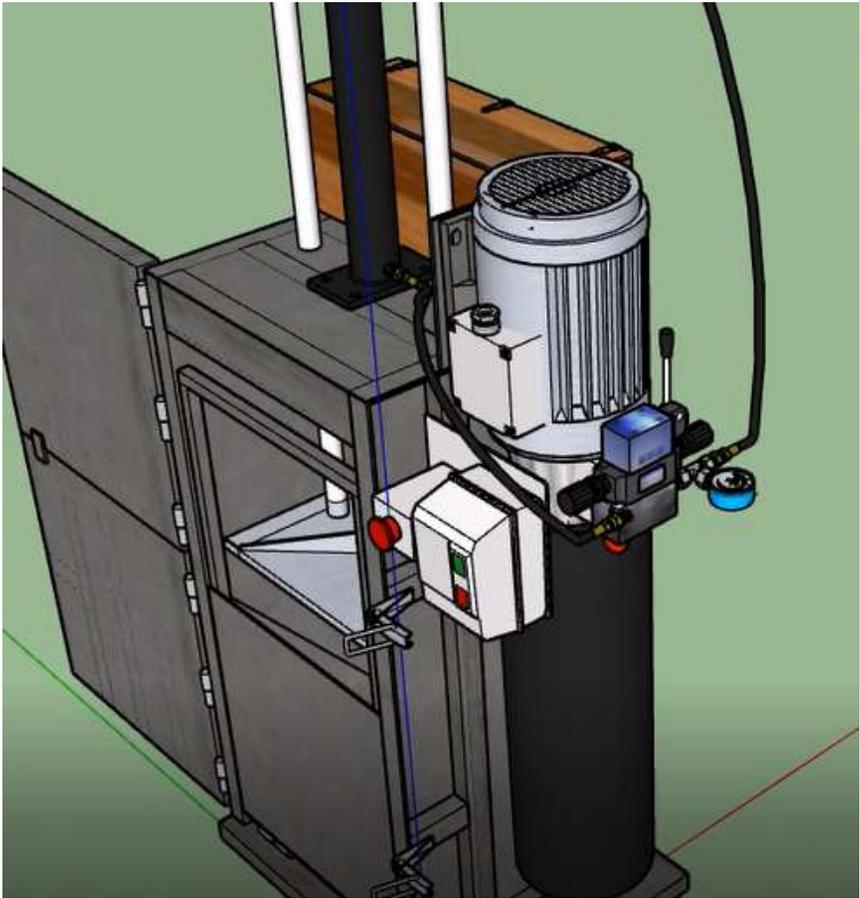
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Apéndice B. Simulación Funcionamiento de la máquina compactadora con tornillo (hipervínculo):



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice C. Simulación Funcionamiento de la máquina compactadora Hidráulica (hipervínculo):



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice D. Funcionamiento de la máquina compactadora Hidráulica (hipervínculo):



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Apéndice E. Manual de mantenimiento compactadora Hidráulica:

COMPACTADORA HIDRÁULICA

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. INTRODUCCIÓN
2. SEGURIDAD
 - 2.1. MENSAJES DE SEGURIDAD
 - 2.2. CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD
 - 2.3. TRANSPORTE, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA
 - 2.4. MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LA UTILIZACIÓN
 - 2.5. MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE EL MANTENIMIENTO
 - 2.6. RIESGO DE INCENDIO
 - 2.7. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTES
3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO
 - 3.1. DATOS CONSTRUCTOR
 - 3.2. COMPONENTES
 - 3.2.1. Componentes mecánicos
 - 3.2.2. Componentes hidráulicos
 - 3.2.3. Componentes eléctricos o de control

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

4. INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN

4.1. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

4.2. CONTROL ANTES DE LA PRIMERA PUESTA EN MARCHA

4.3. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

5. MANTENIMIENTO

5.1. AJUSTES Y REGLAJES

5.1.1. ANTES DE CADA USO

5.1.2. REVISIONES ANUALES

5.1.3. REGISTRO DE REVISIONES

5.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

5.3. TABLA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

El presente Manual de Instrucciones pretende ser una guía para la correcta y segura Utilización de la COMPACTADORA HIDRÁULICA e incluye los procedimientos para Conseguir su adecuada conservación y mantenimiento. Es importante el correcto cumplimiento de las operaciones de mantenimiento recogidas en el presente manual dado que su vigilancia permite optimizar el rendimiento, economía de servicio y una larga vida de la máquina.

2. SEGURIDAD

2.1. MENSAJES DE SEGURIDAD

Los mensajes de seguridad se indican en el presente manual precedidos del símbolo de aviso:

2.2. CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD

Es imprescindible para un funcionamiento seguro de la máquina leer detenidamente y cumplir todas las indicaciones de seguridad recogidas en el presente manual. Las normas de seguridad de obligado cumplimiento aquí expuestas deben entenderse como una lista indicativa y no exhaustiva, dado que no es posible indicar todas las situaciones peligrosas que se pueden dar. Ante la identificación de una situación peligrosa detectada durante el manejo de la máquina, se debe detener la operación de la misma y consultar al responsable inmediato antes de continuar su manejo, en caso de necesario.

2.3. TRANSPORTE, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

Sólo se permite el transporte, manejo y mantenimiento de la máquina a personal formado, cualificado y autorizado. Es imprescindible leer adecuada y detenidamente las instrucciones recogidas en el presente manual antes de iniciar la operación de la misma. Cualquier duda que pudiera surgir relativa a su manejo debe ser inmediatamente planteada al servicio técnico para proceder a su aclaración.

2.4. MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE EL TRANSPORTE

Para el transporte de la COMPACTADORA HIDRÁULICA no se requiere desmontar ningún componente. Normas para el transporte de la máquina en un camión: La COMPACTADORA HIDRÁULICA será firmemente amarrada para evitar el desplazamiento de la carga durante el transporte.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.5. MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LA UTILIZACIÓN



QUEDA PROHIBIDO EL MANEJO DE LA COMPACTADORA HIDRÁULICA A PERSONAL NO AUTORIZADO



MANTENGA LAS MANOS LEJOS DE TODAS LAS PARTES MÓVILES MIENTRAS LA COMPACTADORA HIDRÁULICA ESTÉ EN OPERACIÓN.

Prescripciones de seguridad de carácter general

- Cada vez que vaya a utilizar la COMPACTADORA HIDRÁULICA, revise previamente todas las partes móviles para comprobar que se encuentren en condiciones de operación apropiadas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Si algún componente presenta daños visibles o no se desplaza correctamente durante la inspección, no utilice la COMPACTADORA HIDRÁULICA hasta que se subsane esta deficiencia.
- Utilice sólo piezas de repuesto originales de fábrica. Cualquier otro tipo de pieza compromete seriamente la calidad y seguridad diseñada en este equipo.
- No debe dar un mal uso a la unidad. Sólo realice las funciones para las cuales está diseñada.
- No permita que los niños operen esta unidad y manténgalos siempre alejados de las áreas de trabajo.
- Mantenga el área de trabajo limpia y libre de obstrucciones en todo momento.
Condiciones de utilización:
- Opere con la COMPACTADORA HIDRÁULICA sólo en superficies niveladas. Utilice la unidad en superficies Lisas y niveladas para evitar que la unidad se voltee y que el operador se lesión.

MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE EL MANTENIMIENTO.



NO REALIZAR NINGUNA OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO SIN DESCONECTAR PREVIAMENTE LA MÁQUINA DE LA RED ELÉCTRICA

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Prescripciones de carácter general:

- Sólo se permite la realización de las operaciones de mantenimiento de la máquina indicadas en el presente manual a personal formado, cualificado y autorizado.
- El usuario/operador de la máquina está autorizado a realizar únicamente las operaciones de mantenimiento recogidas en el capítulo respectivo de este manual.

En las operaciones de mantenimientos del sistema hidráulico se atenderá especialmente a lo establecido en la ficha de seguridad del aceite hidráulico.

2.6. RIESGO DE INCENDIO

El operador deberá disponer en la zona de utilización de la compactadora, un extintor portátil de polvo polivalente

Antes de utilizar el extintor se deben leer atentamente las instrucciones que este incorpora con el fin de utilizarlo de un modo adecuado.

En caso de que la situación de incendio se agrave se debe seguir el protocolo de emergencia existente en el centro de trabajo en el que se esté utilizando la máquina.

2.7. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTES

En caso de que se produzca un accidente se debe seguir el protocolo de emergencia existente en el centro de trabajo en el que se esté utilizando la máquina.

Dicho centro deberá tener un botiquín equipado según la reglamentación vigente, debidamente señalizado y cuya ubicación sea conocida por todo el personal del centro de trabajo y en particular los operarios que manejen la máquina.

3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El producto objeto de esta Documentación Técnica es una COMPACTADORA HIDRÁULICA, que permite compactar todo tipo de embalajes y así facilitar la gestión de residuos del lugar de trabajo.

PRINCIPALES COMPONENTES DE LA PRENSA COMPACTADORA

Unidad hidráulica

Cilindro hidráulico

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Plancha pisadora

Estructura o cuerpo de compactación

Sistema eléctrico

Barras guía

Compuertas

3.1. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA COMPACTADORA HIDRÁULICA

Los datos de identificación de la prensa.

FABRICANTE: estudiantes de ingeniería

DIRECCIÓN centro comercial Vizcaya

TIPO COMPACTADORA HIDRÁULICA AÑO DE CONSTRUCCIÓN 2018

PRESIÓN DE TRABAJO 2.000 PSI

3.2. COMPONENTES

3.2.1. Componentes mecánicos

Todo el cuerpo estructural de la máquina está construido con acero 1020 con acabado de pintura poliuretano.

3.2.2. Componentes hidráulicos

La parte hidráulica de la máquina está compuesta por un cilindro hidráulico de doble efecto situado en el centro, un depósito para el líquido hidráulico, una bomba hidráulica, un variador, y las conducciones correspondientes para el correcto funcionamiento de todo el circuito.

3.2.3. Componentes eléctricos o de control

La parte de control del funcionamiento de la máquina se realiza por medio de componentes eléctricos, entre los que destacan un motor eléctrico trifásico de 3 HP y un circuito de mando. En la puerta del compartimento superior se localiza la botonera de control, y en su cara interior están situados los componentes eléctricos y el diferencial de protección.

3.3. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Señales de funcionamiento de la máquina e indicadores luminosos

En cualquier momento del proceso de trabajo de la máquina se puede pulsar el botón “PARAR” para detener la operación que se está realizando.

A mayores, como dispositivo de seguridad, la máquina está provista de un botón de parada de emergencia.

La máquina está provista de protecciones que evitan que los componentes se puedan calentar demasiado debido a sobrecargas o cortocircuitos.

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico dispone de un manómetro y una válvula de alivio que permiten el control y la supervisión de la presión de trabajo.

Elementos limitadores del movimiento

En el cilindro hidráulico se instala un fin de carrera limitando el recorrido máximo y otro fin de carrera que limita el recorrido mínimo.

No existe ningún otro elemento móvil exterior en la máquina que requiera resguardo mecánico para la protección contra atrapamientos.

Presión máxima de trabajo. La máquina se encuentra para una presión máxima de trabajo de 2.000 PSI.

4. INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN

La COMPACTADORA HIDRÁULICA permite compactar todo tipo de embalajes y así facilitar la gestión de residuos del lugar de trabajo.

IMPORTANTE LEA DETENIDAMENTE EL LIBRO DE INSTRUCCIONES DE LA COMPACTADORA HIDRÁULICA ANTES DE PROCEDER A SU USO.

Prescripciones de seguridad de carácter general:

- Cada vez que vaya a utilizar la COMPACTADORA HIDRÁULICA, revise previamente todas las partes móviles para comprobar que se encuentren en condiciones de operación apropiadas.
- Si algún componente presenta daños visibles o no se desplaza correctamente durante la inspección, no utilice la COMPACTADORA HIDRÁULICA hasta que se subsane esta deficiencia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Desconecte la máquina con el interruptor principal si no se usa durante largo tiempo
- Utilice sólo piezas de repuesto originales de fábrica. Cualquier otro tipo de pieza compromete seriamente la calidad y seguridad diseñada en este equipo.
- No debe dar un mal uso a la unidad. Sólo realice las funciones para las cuales está diseñada.
- No permita que los niños operen esta unidad y manténgalos siempre alejados de las áreas de trabajo.
- Mantenga el área de trabajo limpia. Debe mantener el área limpia y libre de obstrucciones en todo momento.
- Opere con la COMPACTADORA HIDRÁULICA sólo en superficies niveladas. Utilice la unidad en superficies lisas y niveladas para evitar que la unidad se voltee y que el operador salga lastimado.
- No utilice la máquina nunca en un ambiente con peligro de explosión
- Sustituya el cable de tensión de red si éste está dañado. Procure que el cable de tensión de red no se pueda dañar si queda atrapado
- No use nunca objetos cortantes para manejar los órganos de mando
- Mantenga la unidad de mando libre de suciedad y grasa.

4.2. CONTROL ANTES DE LA PRIMERA PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en marcha inicial de la COMPACTADORA HIDRÁULICA, se deberán realizar un control de los siguientes puntos:

- Comprobación de la conexión eléctrica.
- Comprobación del correcto estado de las conexiones hidráulicas.
- Una vez puesta en marcha la COMPACTADORA HIDRÁULICA se comprobará
- La presión correcta del sistema hidráulico.

4.3. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO FUNCIONAMIENTO COMPACTADORA HIDRÁULICA

Antes de la puesta en marcha de la compactadora hidráulica se debe realizar una inspección previa de las partes móviles y el sistema eléctrico para comprobar que se encuentren en condiciones de operación apropiada.

1. Encienda el sistema general del botón de enclave negro en la parte frontal de la prensa, se encenderá un led verde indicando el encendido del sistema.
2. Accione el botón verde del variador el cual se encuentra a mano derecha en la parte superior.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. El sistema de potencia o unidad hidráulica posee una palanca con tres posiciones, las cuales serían bajar, neutral y subir
4. Palanca en posición media o neutra: esta es la posición más importante porque la compactadora siempre debe permanecer en esta posición a la hora del encendido y en los tiempos muertos o de paro.
5. Palanca en posición abajo: en esta posición el cilindro se acciona y se inicia el proceso de compactación del producto a embalar. (El operario no debe dejar la palanca abajo ni arriba y alejarse de la zona de trabajo o su labor. Debido a que la bomba en estas dos posiciones está ejerciendo presiones al sistema hidráulico para su proceso de compactación)
6. Palanca en posición arriba: en esta posición el cilindro sube y se abre el espacio para el cargue del material a embalar o compactar.
7. En el momento de cargar o adicionar material a compactar evitar que el material quede encima de la compuerta para evitar el deterioro de la misma.

Pasos para correcta compactación embalaje de material compactado.

1. Verificar visualmente que la plancha pisadora se encuentre en la parte superior de la máquina.
2. Abrir compuerta superior frontal.
3. Cargar material
4. Cerrar compuerta superior frontal.
5. Operar la palanca de compactar del mando de la unidad de potencia hidráulica. (Compactar)
6. Operar la palanca de nuevo hacia el otro extremo para poner la plancha pisadora en posición inicial.
7. Abrir de nuevo compuerta superior frontal.
8. Repetir este proceso hasta ocupar el volumen total de la cámara de compactación.
9. Cuando el material está listo para embalar, el proceso es dejar la plancha pisadora en el frente del material compactado con la palanca del mando en posición neutral
10. Apagar la máquina

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

11. Abrir las compuertas superior e inferior
12. Amarrar o embalar material
13. Encender la máquina de nuevo
14. Operar la palanca para colocar la plancha pisadora en posición inicial
15. Retirar manualmente el material embalado.
16. Cerrar compuerta frontal inferior.
17. Cargar material de nuevo y continuar con el embalaje.

5. MANTENIMIENTO



CADA OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO DEBERÁ REALIZARSE POR PERSONAL CUALIFICADO

ANTES DE INICIAR EL MANTENIMIENTO DE LA COMPACTADORA HIDRÁULICA ASEGÚRESE DE QUE LA COMPACTADORA ESTÉ DESCONECTADA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

- Respete los intervalos de mantenimiento indicados. Mantenimiento atrasado puede resultar en altos gastos de reparaciones y revisiones.
- Utilice siempre piezas, materiales, lubricantes y técnicas de servicio aprobados por el fabricante.
- No utilice nunca herramientas desgastadas ni deje herramientas en la máquina.
- No efectúe trabajos de servicio, mantenimiento o reparación en la máquina, donde se indique que esto se ha de hacer por técnico autorizado del fabricante.

5.1.- AJUSTES Y REGLAJES

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.1.1.- ANTES DE CADA USO

Antes de la puesta en marcha de la compactadora hidráulica se comprobará que la palanca de compactado esté situada en la posición correcta, o sea en neutra, para iniciar la compactación.

5.1.2.- REVISIONES ANUALES

Central hidráulica: Control de nivel de aceite, fugas y contador de ciclos

Cilindros hidráulicos

Los cilindros deben verificarse periódicamente para asegurarse que no hay pérdidas de aceite debido al uso de las juntas o eventuales daños a las partes mecánicas. Si hay fugas, se deben reemplazar las juntas lo más pronto posible.

Los kits de juntas y también las piezas de repuesto deben almacenarse en un ambiente seco, evitando el contacto directo con fuentes de calor o la exposición directa a la luz del sol.

Uniones atornilladas

Comprobar el desgaste de cabezas de tornillos, tuercas, arandelas... Realizar apriete de elementos flojos y reemplazar los gastados.

Sistema eléctrico

Se comprobará el correcto estado de las conexiones del sistema eléctrico, verificándose que los cables no se encuentren deteriorados o con el aislamiento rasgado.

5.1.3.- REGISTRO DE REVISIONES

Para cada inspección u operación de mantenimiento periódica, o en el momento de detectar cualquier anomalía se debe rellenar algún modelo de informe, definido por el encargado del mantenimiento, que debe recoger, como mínimo, los siguientes puntos:

- Nombre del equipo.
- Fecha de la inspección/ajuste.
- Nombre, firma y categoría de las personas que realizan la inspección.
- Verificación de todos los puntos a inspeccionar e indicar, en caso de no inspeccionar alguno, los motivos de no hacerlo.
- Descripción breve de los defectos encontrados si procede. Clasificación en:

a) Leve: la anomalía no representa ningún peligro para las personas que operan el equipo, que puede seguir funcionando.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

b) Medio: el problema detectado en el equipo puede conllevar algún tipo de peligro de herir levemente al personal implicado en su uso, aunque tomando alguna medida provisional puede seguir funcionando.

c) Grave: el problema detectado en el equipo pone en peligro a las personas que lo usan.

5.2.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se hace referencia en este apartado a las posibles averías o defectos que puedan aparecer en componentes del equipo, que puedan plantear algún problema en el modo de proceder para sustituirlos.

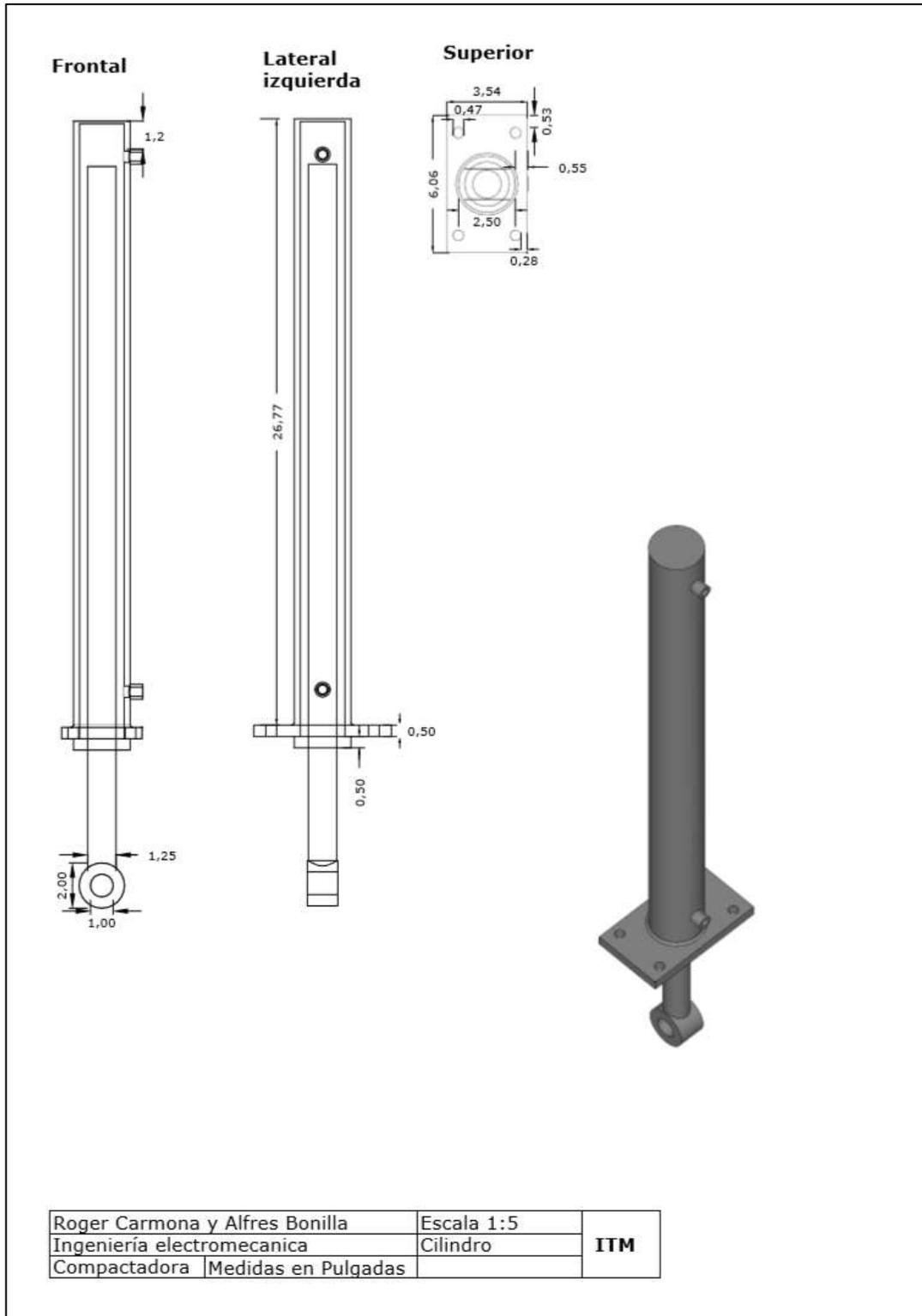
5.3.- TABLA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

A continuación, se resumirán las frecuencias de mantenimiento para cada una de las revisiones a realizar a lo largo de la vida útil de la máquina.

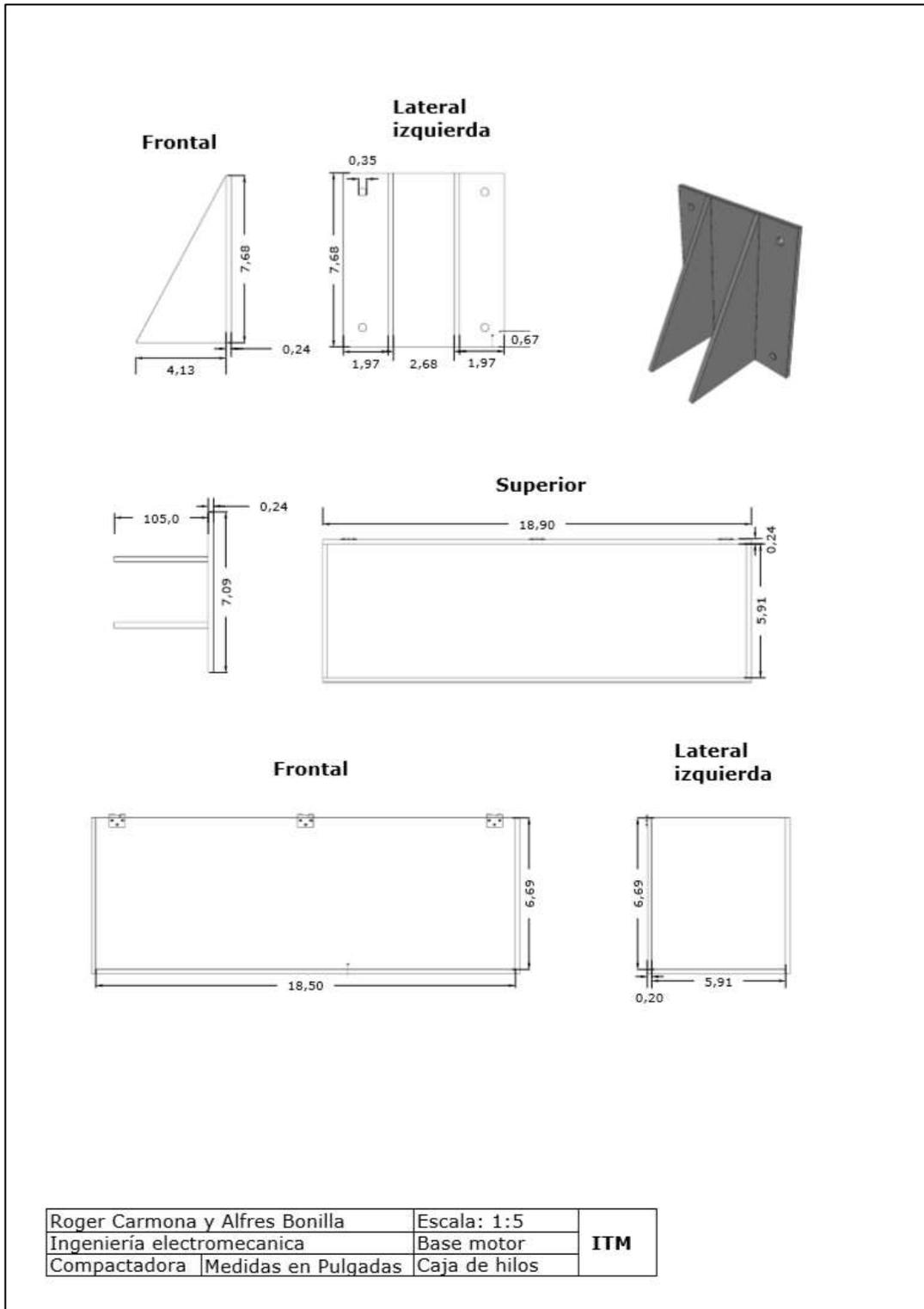
REVISIÓN	ELEMENTOS	PERSONAL	PERÍODO
Inspección visual Funcionamiento general	Todos los sistemas	Mantenimiento	1 vez al mes
Nivel de aceite en el circuito hidráulico	Deposito Unidad	Mantenimiento	1 vez al mes
Cambio de líquido hidráulico	Depósito Unidad	Mantenimiento	Cada 172.000 ciclos ó 3 años promedio
Revisión completa del equipo	Todos los sistemas	Personal especializado	18 meses

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Apéndice F. Plano cilindro hidráulico.

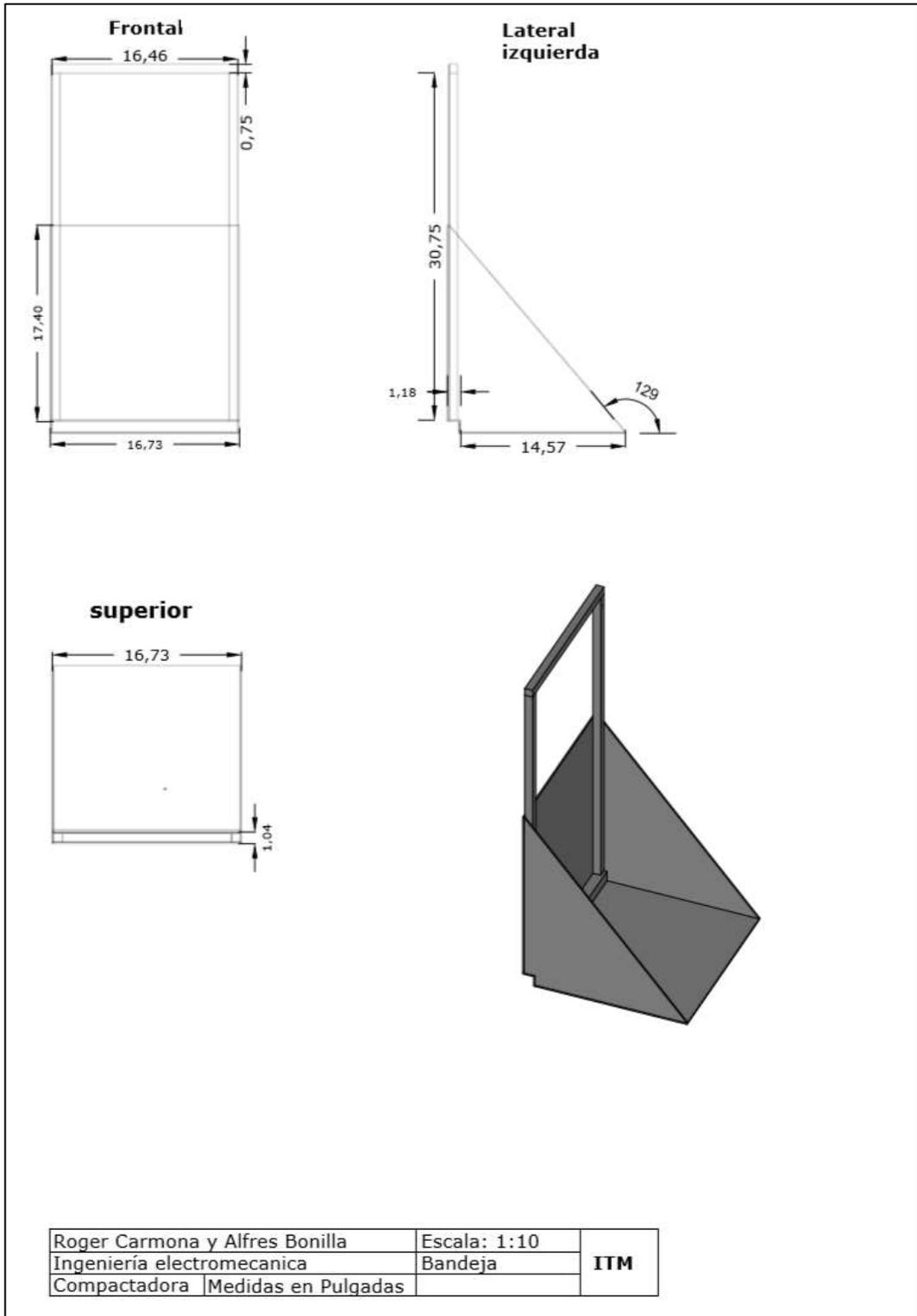


Apéndice G. Plano base motor.

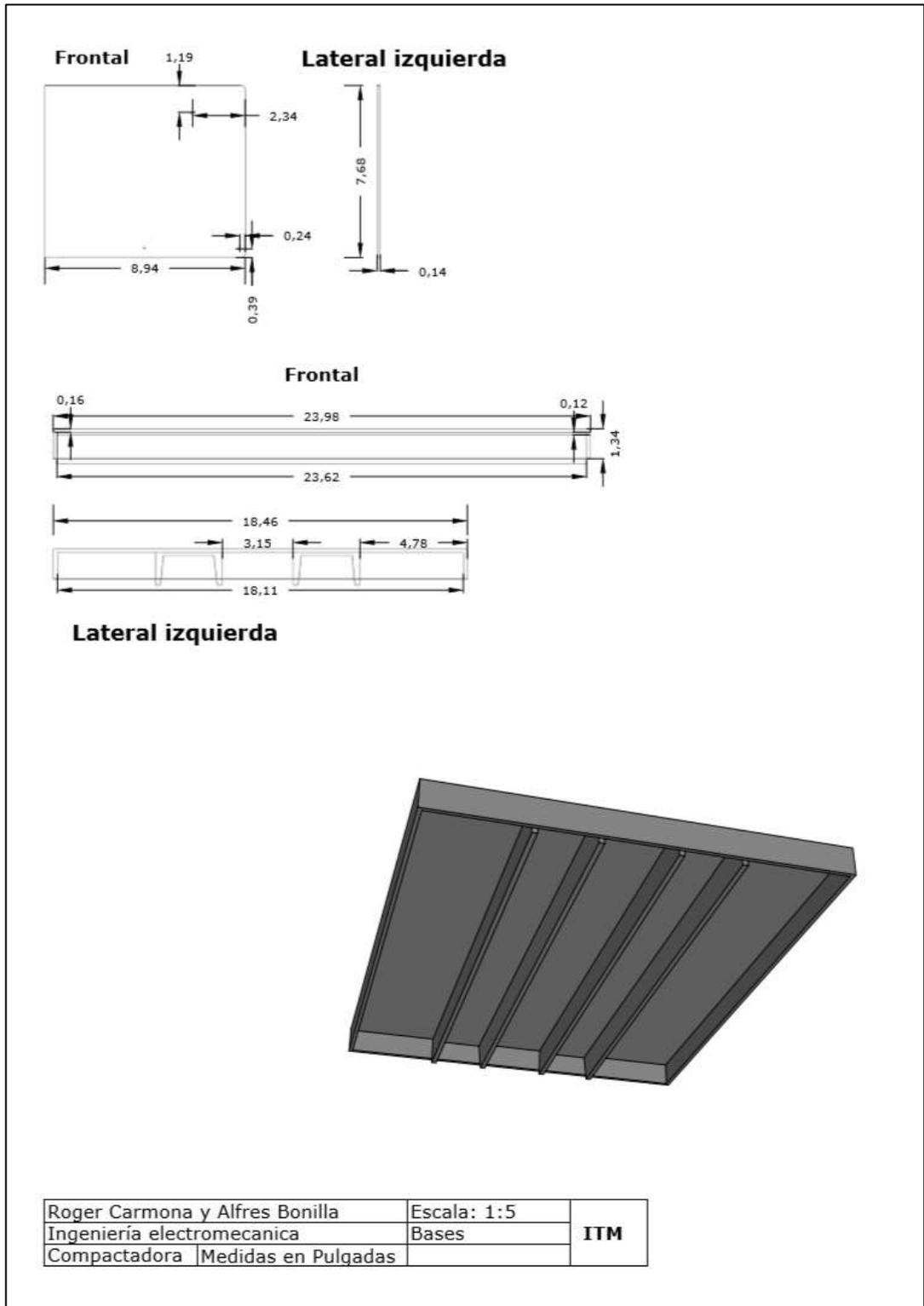


 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

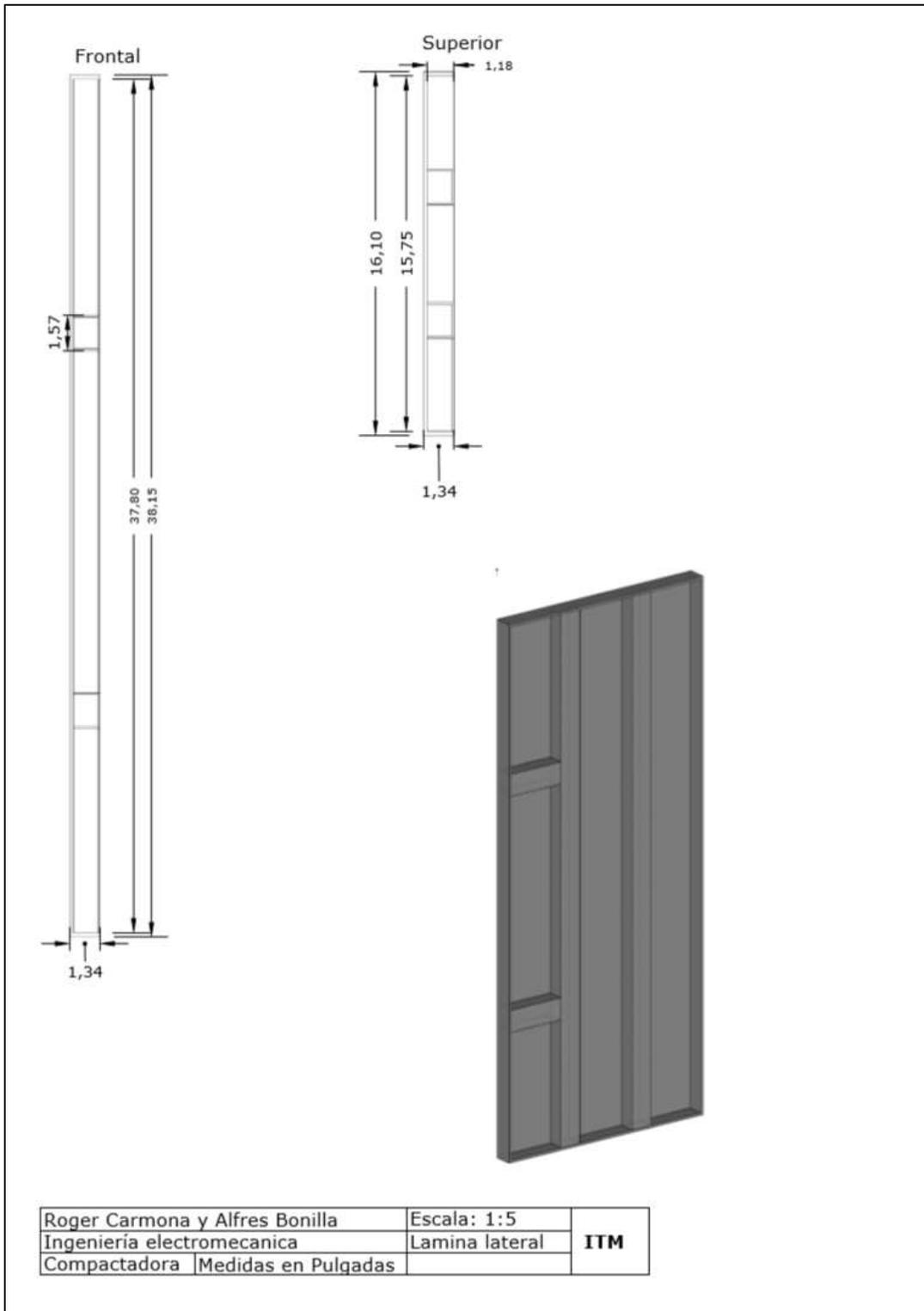
Apéndice H. Plano bandeja.



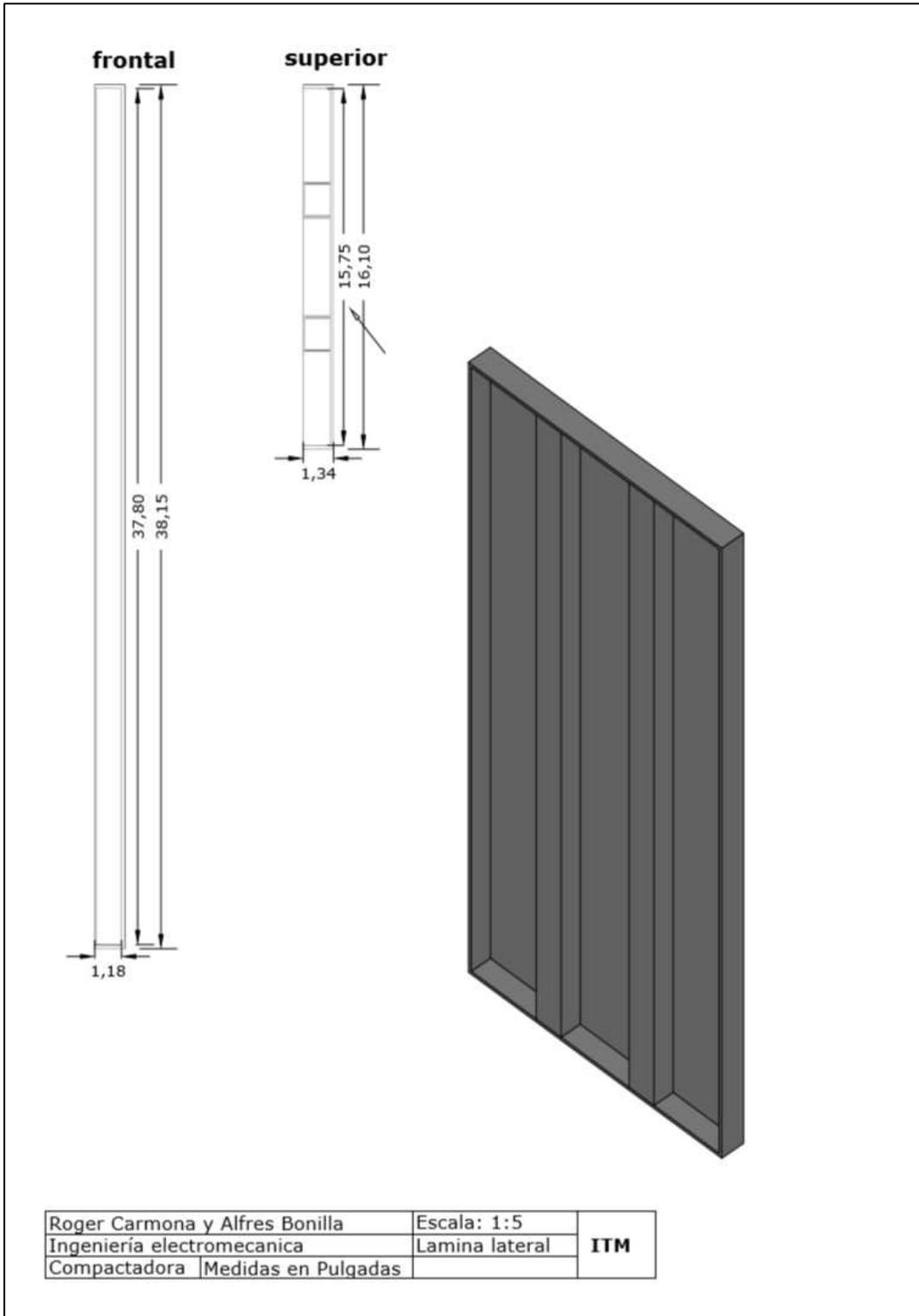
Apéndice I. Plano bases.



Apéndice J. Plano Lámina lateral 1.

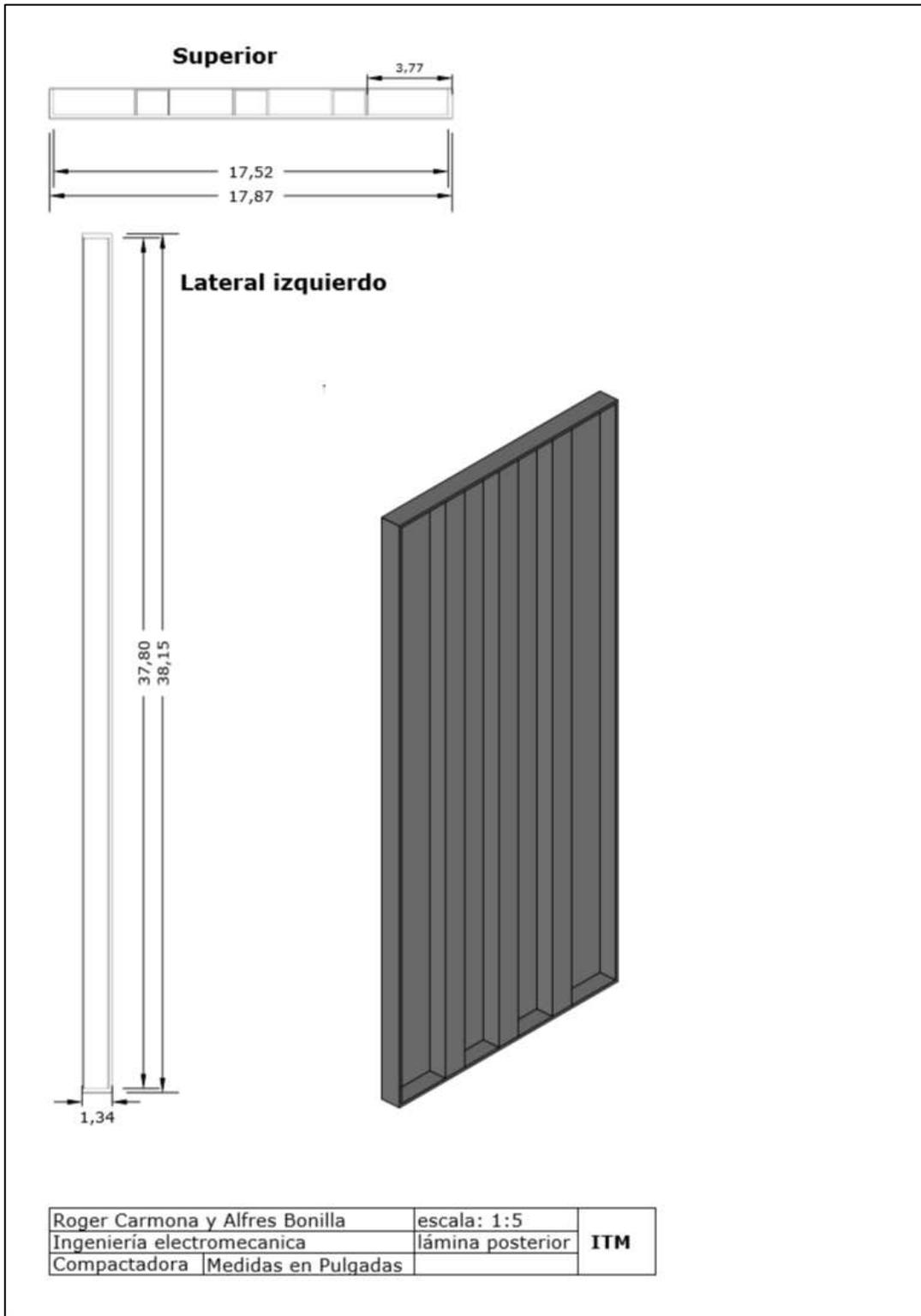


Apéndice K. Plano Lámina lateral 2.

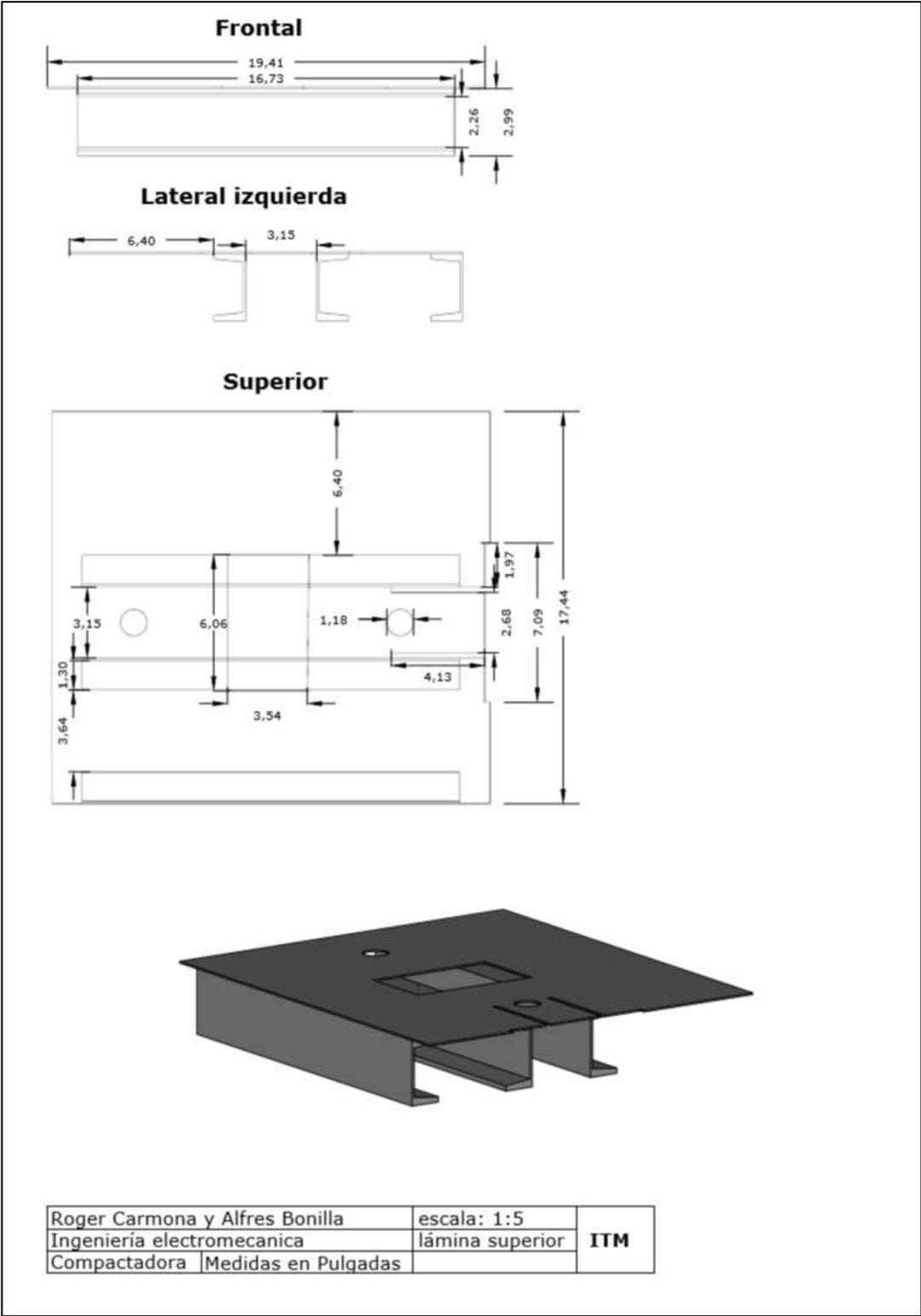


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice L. Plano Lámina Posterior.

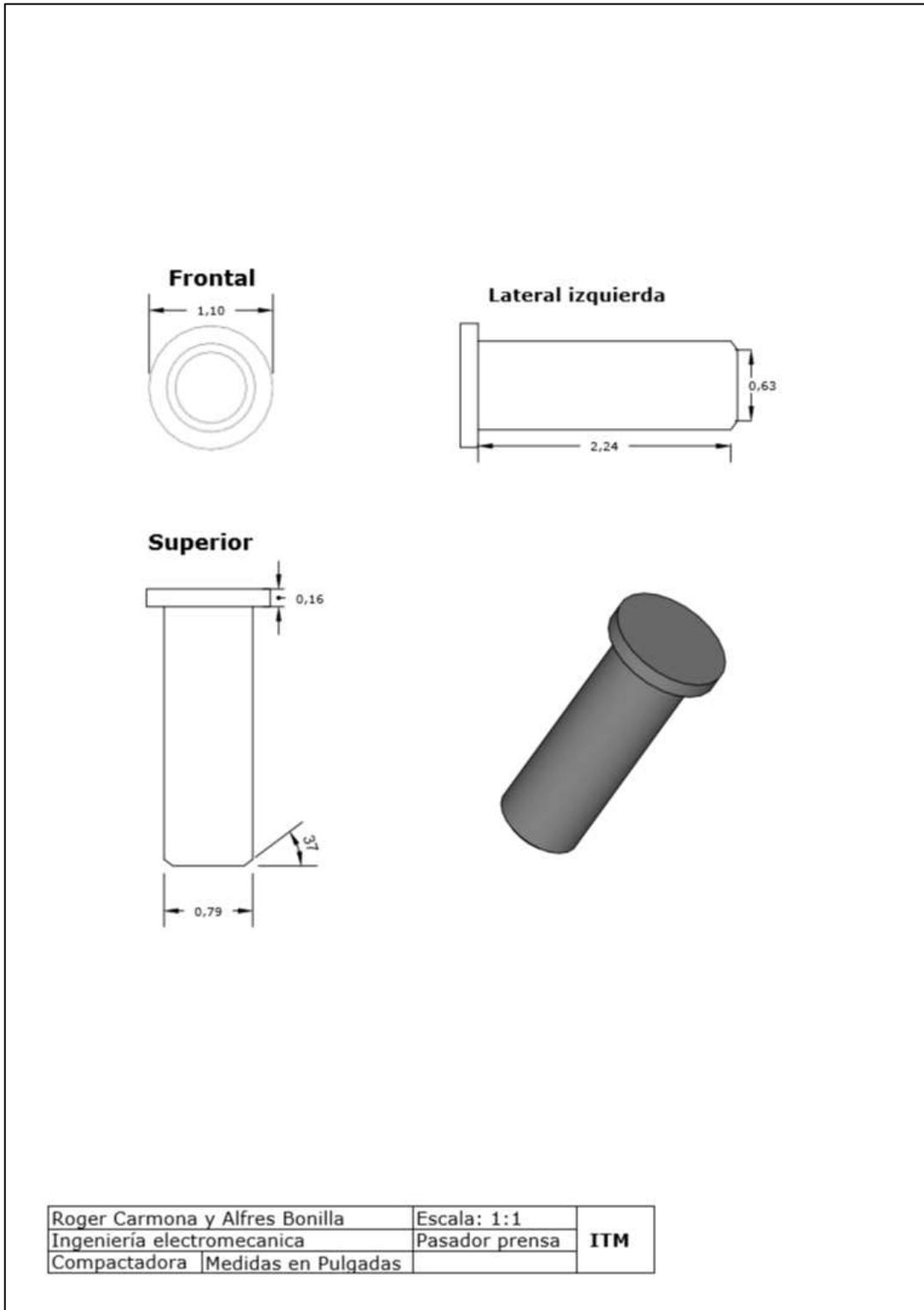


Apéndice M. Plano Lámina Superior.



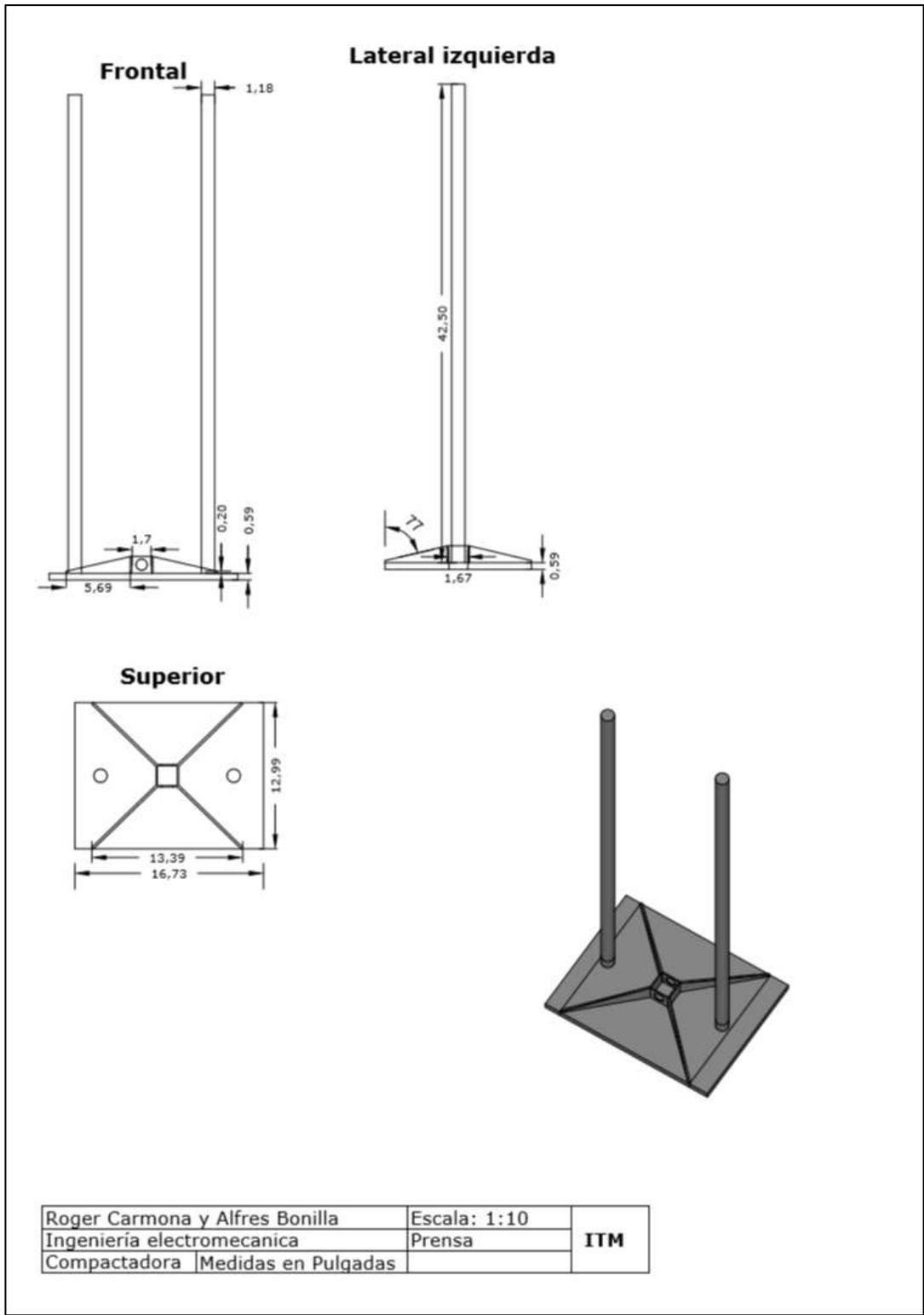
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice N. Plano pasador prensa.



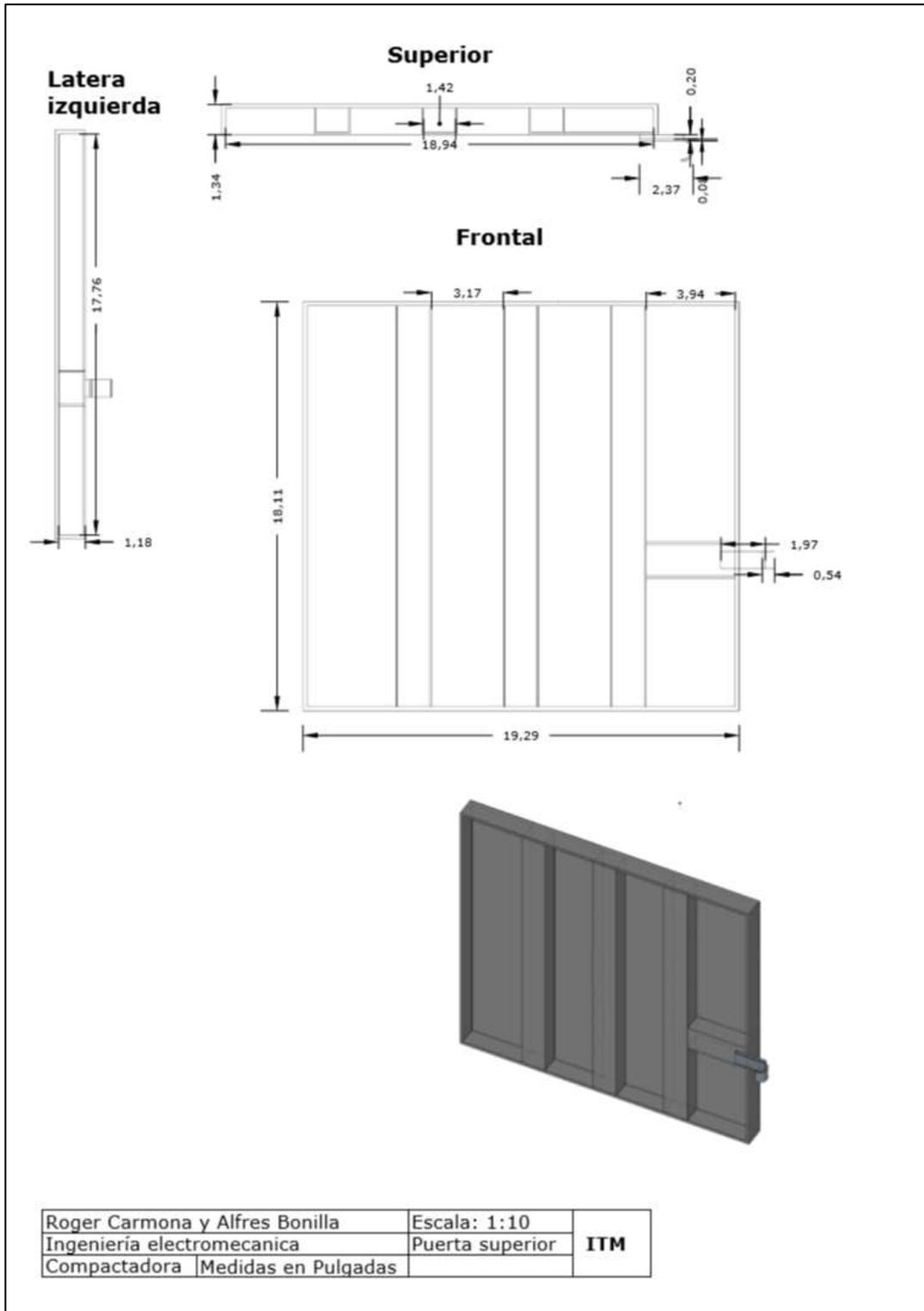
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice O. Plano prensa.



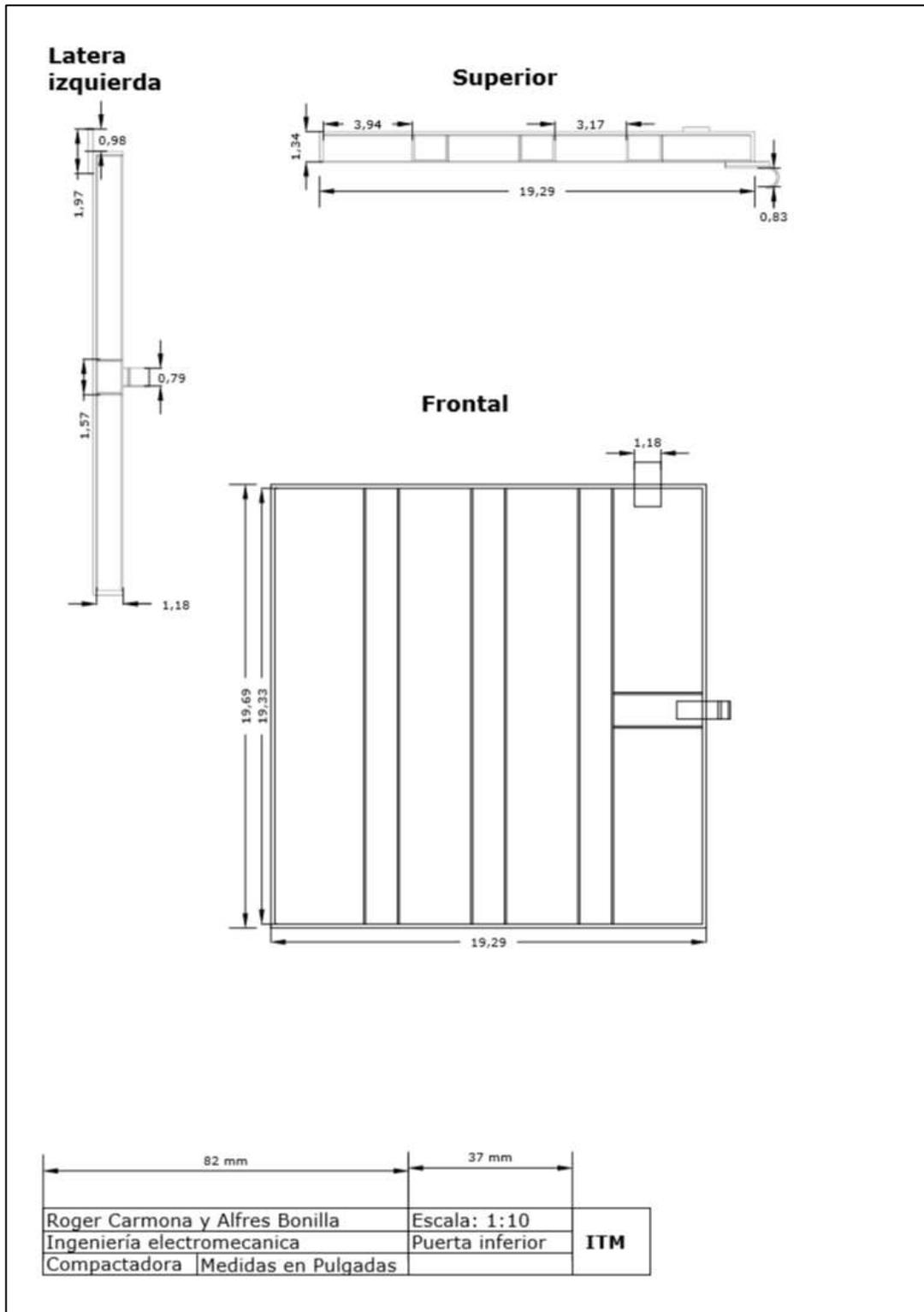
 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice P. Plano puerta superior.

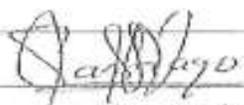


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice Q. Plano puerta inferior.



 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES  Alfred Benítez	 <u>8063790</u> 45512410	<u>8063790</u>
FIRMA ASESOR: 	- Entrega Inf. Final con las correcciones sugeridas por el Evaluador.	
FECHA ENTREGA: 26 de Febrero de 2019		

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ASESOR: _____

FECHA ENTREGA: 26 de Febrero de 2019

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO _____ ACEPTADO _____

ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____