



Universidad Simón Bolívar

Decanato de Extensión

Coordinación de Cooperación Técnica y Desarrollo Social

Proyecto del Servicio Comunitario

Tutor: Rubén Lugo.

SISTEMA DE TRANSPORTE, COMPACTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
DESECHOS DEL COMEDOR MYS

Martin Gathmann Carnet: 0133909

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA, DISEÑO Y CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE COMPACTACIÓN.....	4
2.1 INVESTIGACIÓN DE EQUIPOS COMERCIALES (CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO)	4
2.1.1 ORWAK 5030-CE	4
2.1.2 BIG-BELLY.....	6
2.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN “TOLVA”	7
2.3 DISEÑO DE SOPORTE DE LA MÁQUINA.	8
2.4 PROPUESTA DE EXPULSIÓN DEL MATERIAL COMPACTADO.....	11
3. SELECCIÓN DE LA BOMBA.....	12
3.1 EXPERIMENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA VISCOSIDAD	18
3.2 LIMITACIONES.....	18
3.2 SUPOSICIONES	18
3.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	19
3.4 OPCIONES	20
4. MAQUINA COMPACTADORA DE COMIDA.....	21
5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA DE COMPACTACIÓN.....	35
5.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA.....	35
5.2 SELECCIÓN DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES.....	36
5.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR CAPACIDAD DE CORRIENTE.....	36
5.4 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.....	38
5.5 SELECCIÓN DE PROTECCIONES	40
5.6 SELECCIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO.	40
6. ANEXOS.....	42
7. BIBLIOGRAFÍA.....	44



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE EXTENSION UNIVERSITARIA
COORDINACIÓN DE COOPERACIÓN TÉCNICA Y DESARROLLO SOCIAL
PROYECTO DE SERVICIO COMUNITARIO

Elaborado Por:
Martin Gathmann
Pedro Gárate
Simón Feo
Maximilian Krasner
Francisco Malliotakis

Tutor:
Rubén Lugo

**DISEÑO DE SISTEMA DE COMPACTACIÓN DE DESECHOS
ALIMENTICIOS DEL COMEDOR DE MYS.**

Sartenejas, mes de 2009

1. INTRODUCCIÓN

Es evidente que la cantidad de desechos orgánicos producidos por los comedores de la Universidad Simón Bolívar no están siendo manejados ni aprovechados convenientemente. En Principio todo este material está siendo almacenado en bolsas plásticas convencionales, que posteriormente van a dar al basurero creando contaminación y desaprovechando el potencial de la comida como materia prima para la elaboración de Compost que podría ser utilizado internamente en el mantenimiento de los extensos jardines de la universidad, o incluso en el cultivo controlado en invernaderos y plantaciones locales.

Entre las formas de aprovechamiento de espacio y racionalización en la utilización de bolsas plásticas se encuentra la alternativa de procesar estos desechos orgánicos (en su mayoría vegetal) a manera de disminuir su volumen hasta crear pequeños “paquetes” mucho más manejables, trayendo como consecuencia un mejor aprovechamiento de las bolsas de basura convencionales y una ocupación eficiente del espacio en los lugares de almacenamiento, donde estarán previos a su utilización para la elaboración del compost.

En el diseño de la máquina compactadora numerosos aspectos deben ser tomados en consideración y una serie de problemas se presentan, sin embargo conocimientos en áreas específicas de ingeniería, con las que se está familiarizado, permiten resolver progresivamente los problemas de diseño que se presenten, hasta conseguir un proyecto que sea factible desde el punto de vista técnico y económico.

Con miras a un futuro no muy lejano se puede pensar en una distribución de equipos compactadores de basura portátiles en sitios estratégicos del campus de la universidad. Dado a su versatilidad en el manejo principalmente de material destinado a reciclaje. Facilitando su transporte y aprovechando mejor los espacios. La figura 1 muestra el producto final de compactar algunos materiales reciclables con una compactadora comercial.



Figura 1.1 Diversidad de productos capaces de ser compactados mediante equipos comerciales. De izq. A der. Recipientes, Latas, Cartón y papel, plásticos.

Sin embargo este proyecto por ahora solo contempla la utilización del equipo para fines de compactación de material orgánico, por lo que las características del aparato deben adaptarse al manejo de este material, es decir, se deben manejar los fluidos que expulsará la comida durante la acción del elemento de presión, el recipiente en el cual se realice el proceso debe poseer la resistencia mecánica suficiente además de poseer resistencia a corrosión y agujeros que permitan la salida de líquido, mas no del material que será destinado al compost.

2. METODOLOGÍA, DISEÑO Y CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE COMPACTACIÓN.

2.1 INVESTIGACIÓN DE EQUIPOS COMERCIALES (CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO)

Para iniciar el diseño del equipo que será de construcción propia es necesario realizar aproximaciones en cuanto a su diseño, para ello es de gran ayuda la procura de equipos comercialmente utilizados que hayan brindado resultados satisfactorios en aplicaciones similares.

2.1.1 ORWAK 5030-CE

Máquina utilizada comúnmente por los fabricantes de productos alimenticios percederos por su capacidad de separar líquidos de material sólido como cartones y

empaques, produciendo una masa de embalaje compacta libre de fluidos ya que estos fueron drenados durante el proceso de compactación.

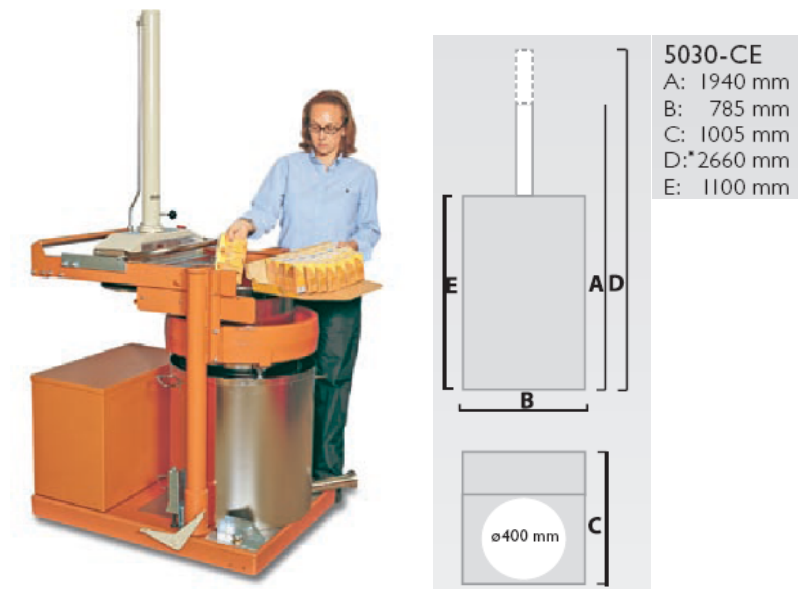


Figura 2.1 Compactador ORWAK 5030-CE

Datos técnicos:

Diámetro de apertura de carga: $\varnothing 400$ mm

Tiempo de ciclo: 36 seg.

Presión máxima: 3 ton, 30 kN

Dimensiones de la cámara

(interna)

Ancho: $\varnothing 400$ mm

Alto: 800 mm

Peso total: 310 Kg

Nivel de ruido: < 62 db.

Alimentación:

Una fase, 230 V, 50 Hz, 10 A

Volumen de aceite/tipo

*8,2 l ISO VG 32-68 SAE 10 a más
de 5°C*

Datos hidráulicos:

Presión de trabajo: 110 bar

Fuerza: 3 ton, 30 kN

Carrera del pistón: 790 mm

2.1.2 BIG-BELLY

Este compactador de basura posee la innovación de ser alimentado por energía solar de paneles incorporados en su parte superior, con ello contribuye también con la utilización de energía renovable, y disminuye costos de la misma.

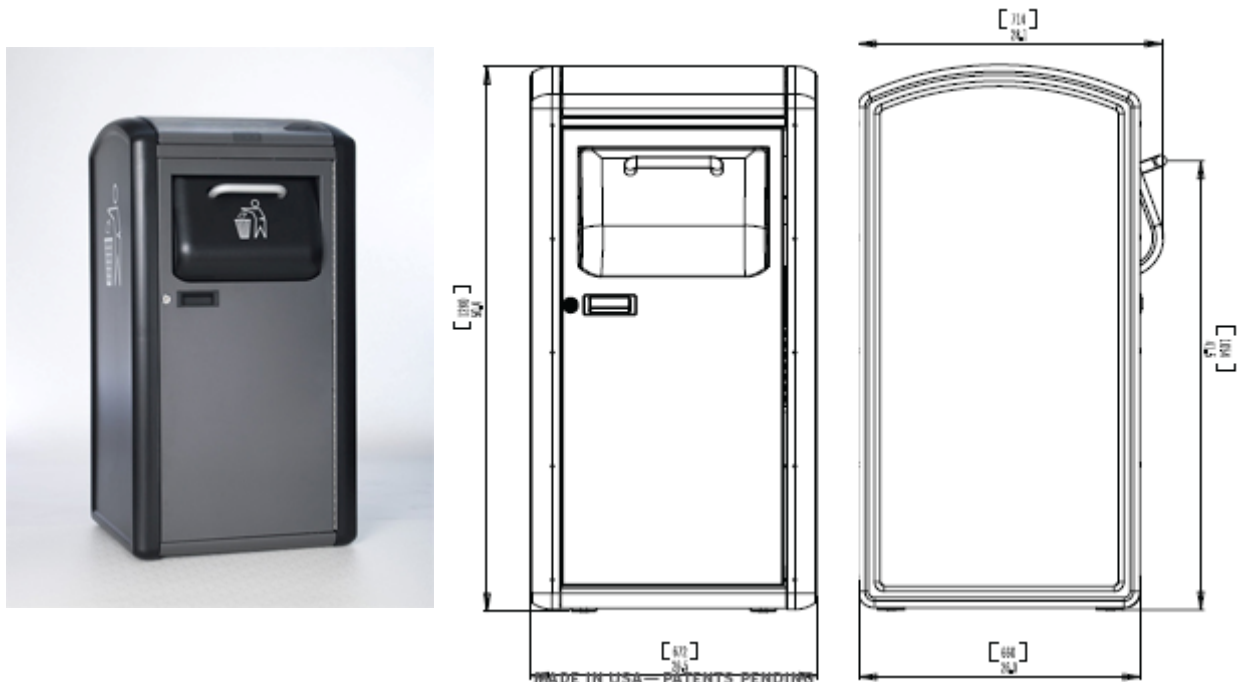


Figura 2.2 Compactador por energía solar BigBelly

Características:

Materiales:

Chapa de acero galvanizado interior y exterior

construcción (contenido reciclado)

Pesados paneles laterales de plástico resistentes a desgaste (contenido reciclado)

Acabado exterior: poliéster TGIC para resistencia a la intemperie y ambientes salinos.

Contenedor: hecho de polietileno de baja densidad

Características de compactación:

Fuerza de compactación: 1250 lbs. máx. (570 kg)

Ciclo de Tiempo: 41 segundos

Tamaño de motor: 1/6-HP DC-motor

Sistema de Voltaje: 12 V DC

Sistema: engranaje-motor con cadena (no hidráulico);

Totalmente automatizado, IC procesador de sistema controlado

sentidos basura nivel, plenitud y estado de la máquina

3- luces LED indican el nivel de basura compactada, estado de la máquina y los códigos de error .

2.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN “TOLVA”

La primera etapa del proceso (posterior a la separación del material vegetal útil de los residuos de comida) consiste en verter el mismo en una estructura a manera de embudo llamada tolva. Dado que el material que se estará manejando contiene sales, vinagre y aceites es conveniente utilizar un material que mantenga su integridad y sea de fácil lavado. Entre las opciones más viables se encuentra su elaboración a partir de láminas de acero al carbono cortadas a medida y soldadas para conformar la estructura, que posteriormente será enviada a galvanizado por inmersión en caliente, para otorgarle protección contra la corrosión. Es importante realizarle el galvanizado una vez se hayan soldado todas las partes ya que de lo contrario las soldaduras quedarían desprotegidas e incluso se aceleraría el deterioro del recubrimiento, propiciado por un acople galvánico.

Entre los proveedores del servicio de galvanizado de piezas terminadas en la región central se encuentran: CINCACERO C.A. en la región capital, ALF galvanizados en Carabobo, GALCENCA C.A en Aragua.

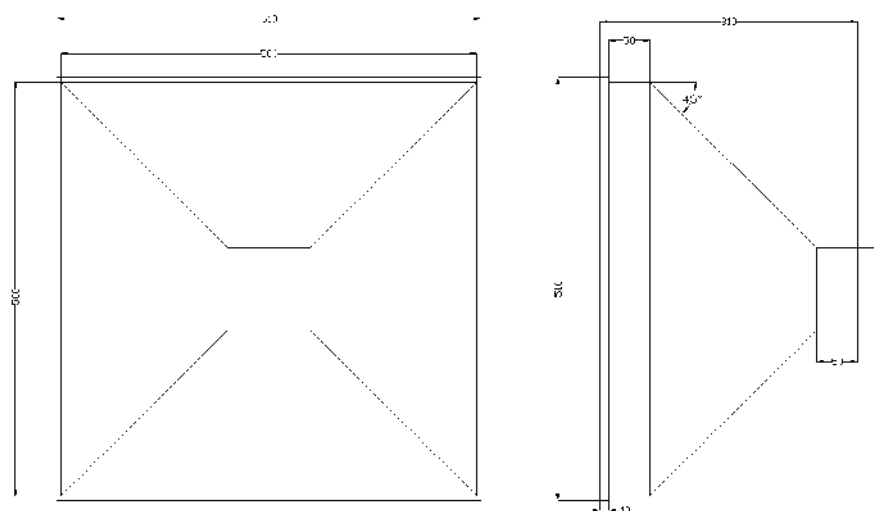


Figura 2.3 Propuesta de diseño para tolva donde se depositarán los restos de comida que serán inmediatamente triturados antes de ser enviados al co

De manera alternativa se podría utilizar acero inoxidable AISI 304, comúnmente usado en aplicaciones directamente relacionadas con manejo de alimentos. Sin embargo los costos son muy elevados y en este caso no se requieren propiedades excepcionalmente buenas.

2.3 DISEÑO DE SOPORTE DE LA MÁQUINA.

Una vez estimadas la presión de operación del cilindro compactador y haciendo una aproximación final a la disposición de los elementos de la máquina, es necesario diseñar una estructura que no sólo resista las fuerzas que se generen, sino que sea de fácil construcción, con materiales resistentes y duraderos, además de que implique el menor gasto posible en material y mano de obra. Para ello debe ser apta para su construcción dentro de las instalaciones de la universidad (talleres metalmecánicos) y la materia prima debe ser de fácil obtención y bajo costo.

En principio se estaba considerando la construcción de la armadura utilizando perfiles cuadrados estándares, sin embargo, estos a pesar de tener la ventaja de bajo costo y peso, presentan limitaciones en cuanto a los esfuerzos que pueden soportar. Por ello se seleccionaron perfiles “U” Sidor, de mayor robustez en las zonas sometidas a esfuerzos mayores, dado que son ideales para construcciones de armaduras soldadas.

Para ello se realizó un dimensionamiento que permitiera estimar el peso final de la estructura (para mantener valores razonables) y garantizar la resistencia mecánica de cada una de las vigas durante el funcionamiento del compactador, que estará soportado por dicho armazón.

A continuación se muestra una primera aproximación del ensamblaje de la armadura en la cual estará soportado el cilindro compactador y el sistema hidráulico. Para las secciones sometidas a sollicitaciones mayores se escogió un perfil U-80. Todas las vigas estarán soldadas de acuerdo a los cálculos que se harán posteriormente.

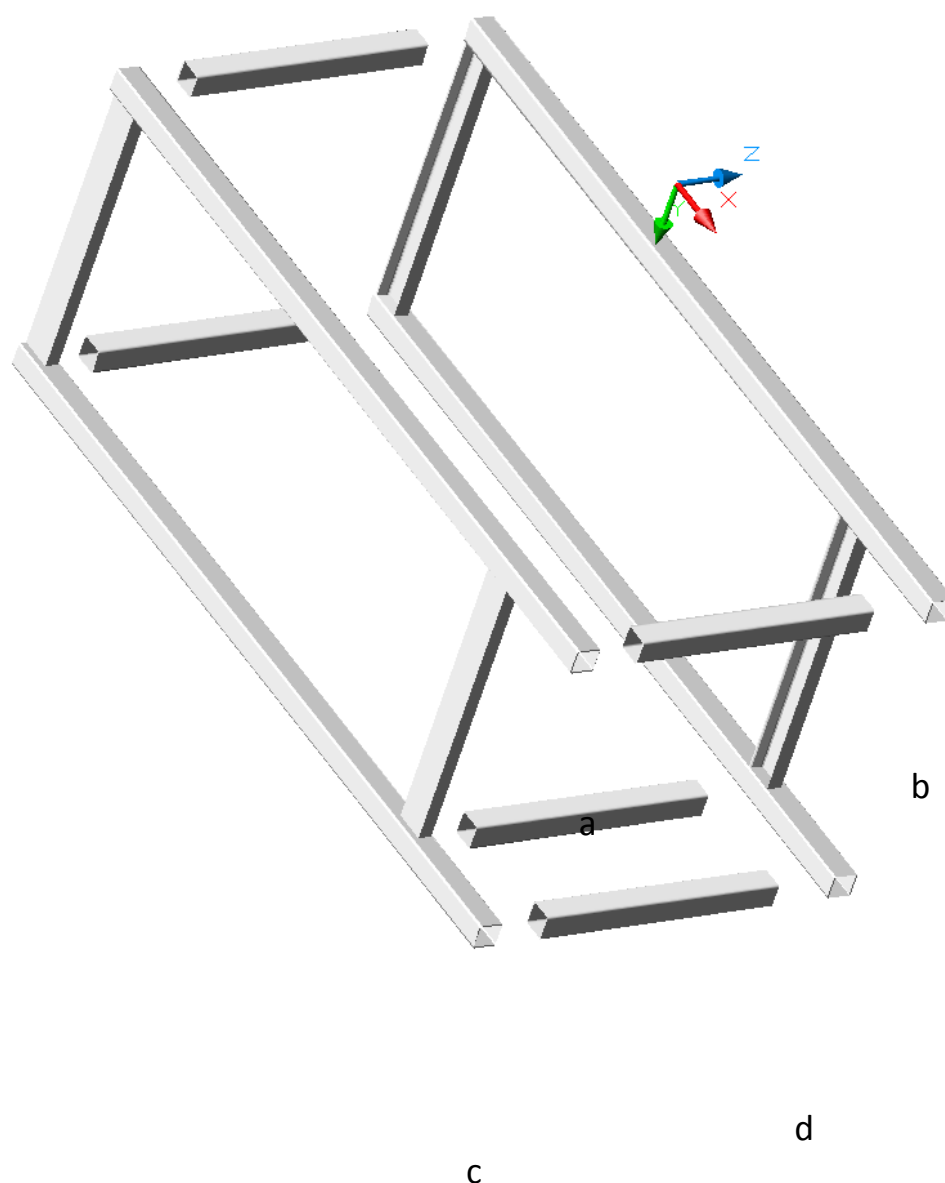


Figura 2.4 Ensamblaje preliminar de estructura de soporte del compactador

Los cálculos de resistencia mecánica indicaran si la estructura es capaz de soportar los esfuerzos a los que será sometida, tanto a la deflexión de las vigas como la resistencia de las uniones soldadas, de lo contrario se necesitarán hacer ciertas modificaciones a la misma. En general se eligió el método de soldadura por arco eléctrico para el cálculo de las uniones soldadas, en particular con electrodos E-43 de acero denominación S-275. Para el cálculo de las deflexiones en vigas se realizaron ciertas aproximaciones en cuanto a los apoyos de las vigas, simulando condiciones más desfavorables a las reales para otorgar un factor de seguridad al diseño. Es recomendable que los extremos inferiores (a, b, c y d) sean empotrados al piso utilizando cemento. El peso aproximado de esta estructura es de 62 Kg.

Como alternativa para solucionar el problema de la gran concentración de esfuerzos en las soldaduras se sugiere la siguiente estructura reforzada con perfiles U-80 dispuestos en las esquinas críticas con el fin de disipar las cargas en las uniones y otorgarle mayor rigidez al sistema. Este sistema además contribuirá a disminuir la deflexión en las vigas principales.

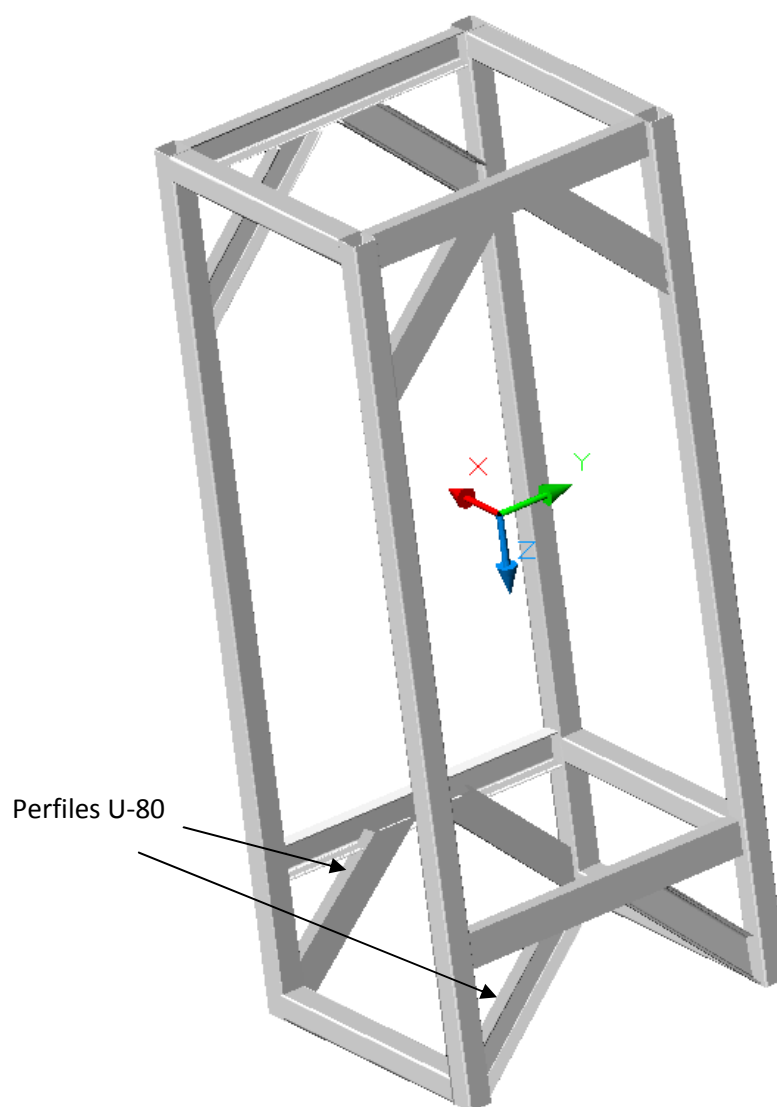


Figura 2.5 Estructura reforzada de soporte para el compactador de basura, de mayor resistencia y rigidez

Es necesario introducir este diseño a un programa de simulación por elementos finitos como ANSYS o SolidWorks para simular las cargas a las que será sometida y evaluar la efectividad de los refuerzos.

2.4 PROPUESTA DE EXPULSIÓN DEL MATERIAL COMPACTADO

Uno de los problemas que se presentaron en el diseño de la compactadora fue el mecanismo de expulsión de los desechos una vez procesados. Se hicieron una serie de sugerencias para solucionar este problema, entre ellas:

Salida mediante compuerta manual: para ello el diseño del cilindro de compactación debe ser extraíble mediante una compuerta ubicada en la camisa externa, dicha compuerta debe cerrar herméticamente a fin de garantizar la función de retención y drenado de líquido de la camisa (cilindro externo). Adicionalmente como se requiere la acción directa de un operario se deben tomar las medidas correspondientes, es decir, durante la apertura de la compuerta no debe existir la posibilidad de que se accione el pistón compactador a fin de evitar lesiones al operador.

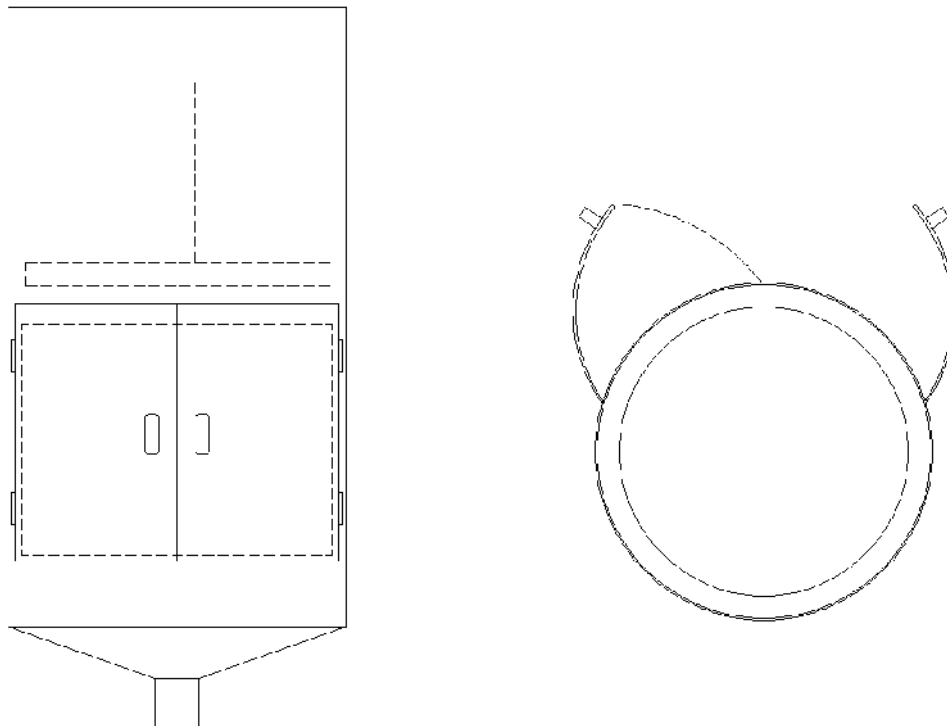


Figura 2.6 Propuesta de sistema de expulsión de cilindro retenedor una vez compactado el material en su interior.

Esta posibilidad limita la automatización del proceso, sin embargo, bajo este principio se podrían introducir variantes como la instalación de un mecanismo eléctrico conectado a una bandeja deslizante que permita, una vez retraído el pistón, extraer el cilindro principal con el material compactado en su interior. De igual manera este mecanismo actuaría a la inversa posicionando el cilindro correctamente dentro del equipo para que se inicie un nuevo ciclo.

Otra propuesta es que los desechos sean expulsado por una compuerta en el inferior del cilindro compactador accionada por un sistema eléctrico. Éste método tiene la ventaja de que los desechos descienden con la ayuda de la gravedad además de que es un proceso fácilmente automatizable. Una limitación de esta propuesta es el poco espacio que queda en la parte inferior de máquina para ubicar una bolsa de basura tipo B (capacidad de 40 kg.).

3. SELECCIÓN DE LA BOMBA.

Luego de triturar los restos de alimentos estos deben ser enviados de alguna manera a la máquina compactadora. Se pensó en utilizar un tipo de bomba capaz de manejar fluidos con altas viscosidad y grandes contenidos de sólidos en suspensión.

3.1 EXPERIMENTO: OBTENCIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LA COMIDA DE MYS.

3.1.1 Justificación:

Es necesario determinar una viscosidad aproximada del fluido que se produce al triturar la comida para poder seleccionar la bomba más adecuada para el transporte de los alimentos procesados hacia el cilindro compactador.

3.1.2 Objetivos:

- Encontrar un valor referencial de viscosidad de restos de comida para la selección de una bomba para el sistema de compactación.

3.1.3 Limitaciones del experimento:

Se tiene una gran limitante en cuanto a que no es posible saber cual será la condición del fluido a la salida de un triturador de comida.

Es necesario licuar los restos de comidas con la finalidad de reducir el tamaño de los sólidos de los restos de alimentos para poder utilizar el viscosímetro y recrear un fluido que probablemente tenga características muy similares a lo que saldría de un triturador de comidas.

3.1.4 Procedimiento experimental:

Para llevar a cabo el experimento de obtención de viscosidad de comida triturada se llevaron a cabo los siguientes pasos.

1. Recolección de muestras: En las horas del almuerzo y cena se recauda aproximadamente medio litro de comida simulando los posibles desechos del comedor pero solo el conjunto de alimentos que se utilizará para el compostaje (Ver Figura 3.1), que es toda la comida exceptuando los desechos cárnicos y los no orgánicos (vasos plásticos, servilletas, etc.).



Figura 3.1: Restos de alimentos.

2. Registro y descripción de las muestras: Se realiza una lista que incluya el día, hora y menú detallado de las muestras para llevar un control y determinar con exactitud cual es la comida de mayor o menor viscosidad.
3. Procesamiento de muestras: Para simular la posible trituración y por restricciones del viscosímetro se licúa la comida recaudada por muestras. (Ver Figura 3.2)



Figura 3.2: Comida licuada

4. Medición y toma de resultados: Utilizando un viscosímetro de rotación (Ver Figura 3.3) y con la ayuda del técnico de laboratorio se determinan cuatro viscosidades por muestras la cuales dos se hacen a bajas y las otras a altas revoluciones.



Figura 3.3: Viscosímetro.

5. Estudio estadístico: Se realiza un estudio para obtener un valor mínimo, medio y máximo de viscosidad para diseñar el sistema de bombeo del proyecto de compactación. Para este caso se escoge la distribución normal para determinar un rango suficientemente de viscosidades de las muestras para seleccionar una bomba que trabaje adecuadamente en este.

3.1.5 Datos y resultados:

Tabla 3.1: Datos de las muestras recolectadas.

Mues.	Sopa	Principal	Ensalada	Postre	Jugo	Fecha	Hora
1	Verduras	Pasta	Repollo	Manzana	Limón	03/02/2009	12 m
2	Verduras	Puré	Remolacha	Mandarina	Limón	11/02/2009	12 m
3	Nada	Arroz	Repollo	Cambur	Limón	10/02/2009	05:00 p.m.
4	Verduras	Arroz	Tomate	Cambur	Guayaba	10/02/2009	12 m

Tabla 3.2: Resultados del experimento.

Muestra	Fecha	Hora	Temp (°C)	Viscosidad (cp)			
				Baja	Baja	Alta	Alta
1	05/02/2009	01:00 p.m.	24	2550	2200	3000	2700
2	12/02/2009	02:00 p.m.	24	690	650	880	840
3	12/02/2009	02:00 p.m.	24	3400	3500	5000	5600
4	12/02/2009	02:30 p.m.	24	5000	4200	6000	5000

Tabla 3.3: Distribución normal de los resultados.

Visc. (cp)	Z	Dist. normal	Probabilidad (%)	f(x)
650	-1,40	0,08	8,10	0,15
690	-1,38	0,08	8,44	0,15
840	-1,29	0,10	9,78	0,17
880	-1,27	0,10	10,17	0,18
2200	-0,55	0,29	29,17	0,34
2550	-0,36	0,36	36,07	0,37
2700	-0,27	0,39	39,19	0,38
3000	-0,11	0,46	45,62	0,40
3400	-0,11	0,46	45,65	0,40
3500	-0,16	0,43	43,48	0,39
4200	-0,55	0,29	29,19	0,34
5000	-0,99	0,16	16,20	0,25
5000	-0,99	0,16	16,20	0,25
5000	-0,99	0,16	16,20	0,25
5600	-1,32	0,09	9,42	0,17
6000	-1,53	0,06	6,24	0,12
Promedio	3201	0		
Desviación	1824	1		

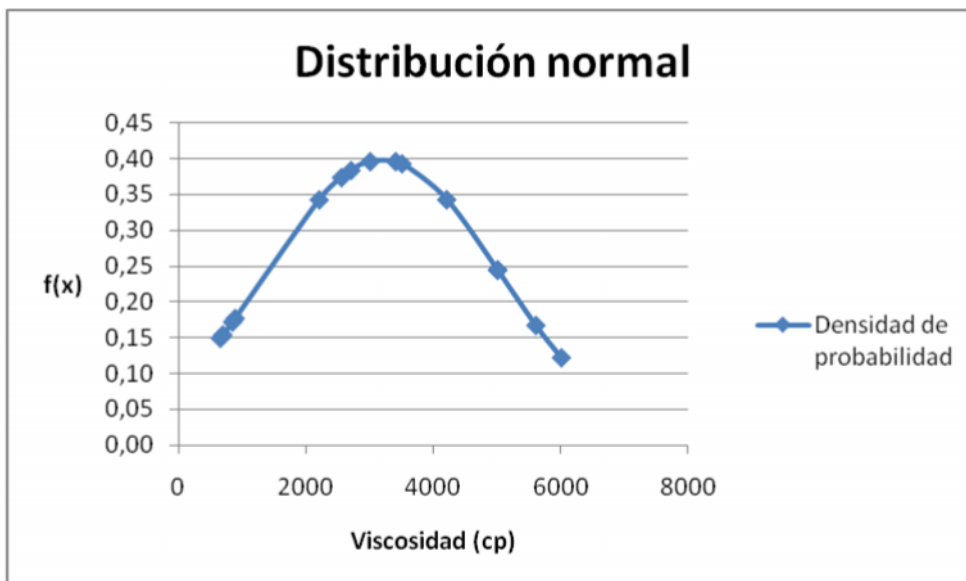


Gráfico 3.1: Densidad de probabilidad.

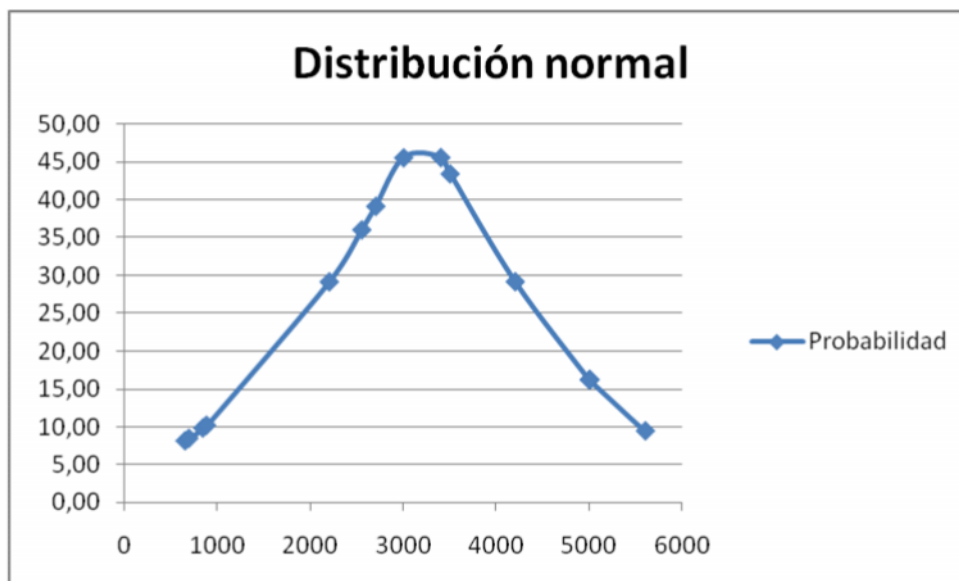


Gráfico 3.2: Rangos de probabilidades.

3.1.6 Discusión de Resultados:

Luego de tomar distintas muestras de comida licuada se encontraron valores de viscosidades muy variables que dependen fuertemente de las condiciones de mediciones del viscosímetro, de la comida y de la cantidad de líquido que se tenga en los restos de alimentos, lo que hace muy difícil obtener un valor único de viscosidad. Como se observa en

la tabla 3.1 las viscosidades obtenidas van desde 650 hasta 6000 cent poise, se propuso realizar un estudio estadístico con los datos de viscosidad recabados con la finalidad de obtener un rango de valores suficientemente estrecho y frecuente para facilitar el proceso de selección de la bomba.

Se tabularon las viscosidades que se obtuvieron en el experimento y se tabularon en orden de ascendente, como se observa en la tabla 3.2. De la distribución normal se obtuvo un valor medio de 3201 pero, como era de esperarse, con una fuerte desviación. Sin embargo se puede obtener la gráfico 3.2 rangos de viscosidad útiles para estudios posteriores.

Según el gráfico de distribución normal, aproximadamente el 50% de las medidas de viscosidad de las comidas licuadas están entre 2000 y 4500 cent poise. Otro valor importante que se debe destacar es el máximo obtenido ya que podría ser otro criterio de selección de bomba.

Para la selección de la bomba se pueden tomar en cuenta varias opciones, la primera de ellas pudiera ser el uso del rango de valores más frecuente de viscosidades, ya que es entre estos valores donde la bomba va a trabajar con mayor periodicidad haciéndola más eficiente ya que va a trabajar más veces entre los rangos para los cuales se seleccionó. Por otro lado se puede tomar el máximo valor encontrado para asegurar el buen funcionamiento de la bomba para cualquier caso, sin embargo, según el estudio estadístico, la bomba solo va a trabajar para el rango que se seleccionó solamente 6 veces de 100 oportunidades e la que se utilizaría dicho equipo, las demás ocasiones estará sobredimensionada.

3.1.7 Conclusiones del experimento:

Con los datos recabados en el experimento realizado sería impreciso dar un valor único de viscosidad de comida licuada ya que éstos varían en un amplio rango, sin embargo se pudo obtener un rango importante con el cual es posible la selección de una bomba. Por otro lado se obtuvieron dos valores interesantes que pudieran tener alguna utilidad en estudios posteriores como los son el valor medio y máximo.

Se debe destacar el hecho que la viscosidad medida es la de la comida licuada, se recomienda estudiar las condiciones en que los restos de alimentos llegan a la succión de la bomba luego de abandonar el triturador de comida. Se espera que en el sistema de triturado que se vaya a implementar hayan sólidos de mayor tamaño que los encontrados en el proceso de licuado que se llevó a cabo en este experimento.

Por lo descrito anteriormente se debe advertir que los valores de viscosidad encontrados son meramente de referencia a los cuales habría que añadirle un factor de seguridad por los sólidos de mayor envergadura que se pudieran encontrar para el sistema real de compactación.

La bomba a seleccionar debe cumplir con ciertos requerimientos para que el sistema de compactación pueda actuar sin inconvenientes:

- Debe ser capaz de trabajar con fluidos con gran cantidad de sólidos en suspensión y alta viscosidad como lo es la comida triturada.
- Cumplir con los requerimientos de presión del sistema.
- Deber ser hecha de un material resistente a la corrosión y erosión que puede ser causada por el fluido de trabajo.
- Tiene que tener capacidad de caudal suficiente para que el sistema no colapse.

3.1 LIMITACIONES

En el proceso de selección de bomba para el sistema de compactación se tiene que las características del fluido de trabajo son extremadamente variables, dependiendo de factores como el menú del día, cantidad de usuarios, entre otros; con lo cual se deben hacer una serie de suposiciones para poder seleccionar una bomba que cumpla con los requerimientos planteados anteriormente.

3.2 SUPOSICIONES

Se realizó un experimento para determinar un valor de referencia de viscosidad de los restos de comida triturados y se obtuvo un valor máximo de 6000 cent poise. Para determinar la capacidad que debe manejar la bomba se tomaron los datos de la recolección de basura del mes de junio del año 2008. (Ver tabla 3.4)

Tabla 3.4 Resumen de datos de recolección de basura de Junio de 2008.

Dia	# de bolsas de comida
10-Jun	12
11-Jun	8
20-Jun	19
25-Jun	5
27-Jun	25
30-Jun	10

Se tomó el número máximo de bolsas de comidas registrado en los datos para garantizar que determinar un volumen de producción de desechos suponiendo una densidad de los restos de comida de 1400 kg/m^3 sabiendo que cada bolsa tiene una capacidad de 40 kg. Conociendo que esa cantidad de desechos se dio en un almuerzo, el cual tiene un horario comprendido de 11 am hasta las 2 pm según la dirección de servicios de la Universidad Simón Bolívar se puede afirmar que dicho volumen calculado anteriormente se produjo en un tiempo de 3 horas.

$$Q\left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}}\right) = \frac{N_{\text{bolsas}} \times 40\text{kg}}{\rho_{\text{comida}} \times 3\text{horas}} \quad (1)$$

En la expresión anterior es posible calcular la capacidad mínima que tiene que tener la bomba para cumplir con los requerimientos del sistema. La hacer los cálculos tomando las 25 bolsas de comida que se registraron el día 27 de junio de 2008 se tiene que el caudal de restos de alimentos es de aproximadamente $0,71 \text{ m}^3/\text{hr}$, o lo que es igual a 1,05 GPM. Se supone que este es el caudal máximo ya que se sirven muchas más comidas en el almuerzo que en las cenas.

3.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO

Trituradora:

Se decidió por un equipo de manejo de desechos alimenticios comercial por la dificultad que se presenta en la fabricación de máquinas que cumplan dicha función. Existen muchos

modelos de distintas marcas, sin embargo se identificó una marca de trituradores que cumplen con las condiciones necesarias tales como:

- Manejo de grandes cantidades de restos de comida de todo tipo, alrededor de 40 bolsas con capacidad de 40 kilos cada uno (aproximadamente 1600 kilos) que incluye los alimentos del almuerzo y cena en el comedor de MYS.
- Tamaño adecuado y fácil manejo del equipo tal que sea de sencilla ubicación y operación.

Dichos equipos son fácilmente seleccionables ya que tienen como marca INSINKERATOR y un número que indica el numero de comidas aproximadas que maneja. (Ver Figura 3.6)



Figura 3.6: Trituradora INSINKERATOR ss500. Fuente: www.insinkerator.com

El equipo mostrado en la figura 3.6 cuenta con un motor eléctrico de 5 HP y maneja 500 comidas como el numero del modelo indica.

Existen otro modelos, sin embargo este pudiera ser el que mejor se adapte. Se recomiendo una investigación más profunda para la selección de este equipo, por ejemplo la realización de un estudio del número de comidas que se sirven en el comedor MYS cada almuerzo y cena.

Bomba:

Para poder seleccionar una bomba adecuadamente se debe tener presentes las características del fluido de trabajo:

- Alto contenido de sólidos.
- Fluido fuertemente corrosivo.
- Viscosidad alrededor de los 4000 cp.
- Densidad cercana a 1400 kg/m^3 .
- Temperatura ambiente.

Por las características del fluido es recomendable el uso de una bomba volumétrica de cavidad progresiva, de tronillo o de desplazamiento progresivo ya que son las máquinas de este tipo que pueden manejar fluidos de altas viscosidades y con tal contenido de sólidos. En vista de que los requerimientos de presión no son muy altos (lo necesario para llevar el fluido hasta el cilindro compactador a 1 o 2 metros de altura tomando en cuenta las pérdidas de la tubería y accesorios) no es necesaria una bomba de tornillo, el diferencial de presión producido por estas es muy grande y el sistema quedaría altamente sobredimensionado. La opción de las bombas de cavidad progresiva (ver figura 3.6) es la más recomendable por que se adapta mejor a las necesidades del sistema además de que el mantenimiento de estas máquinas tiene un bajo costo además de una fácil instalación.



Figura 3.7: Bomba de cavidad progresiva (USB laboratorio de fluidos).

3.4 OPCIONES

Luego de una investigación entre los fabricantes y distribuidores de bombas se obtuvieron las siguientes bombas:

Tabla 3.5: Bombas seleccionadas.

Marca	Tipo	Modelo	Q (GPM)	Presión (psi)	Visc. (cp)
Nemo	Cavidad Progresiva	NM021BY01L06	4	90	<30000
Nemo	Cavidad Progresiva	NM0131BY02512	2	175	<30000
Nemo	Cavidad Progresiva	NM015*1L	9*	90	<30000
Nemo	Cavidad Progresiva	NM021*2L	12*	175	<30000
Hidro Prokav	Cavidad Progresiva	KX-PK Series 1	2*	350	<30000
PFE Roto inc.	Cavidad Progresiva	sc "RD" Series D47	7*	341	<30000
PFE Roto inc.	Cavidad Progresiva	bb "KM" Series K54	11*	341	<30000

*Capacidad a baja viscosidad (agua)

La primera opción (o modelos similares a este) es la más recomendable, es la que mejor se adapta a las necesidades del sistema, cumple con todos los requerimientos y tiene un bajo consumo de energía, según el catálogo del fabricante la potencia requerida es de un HP. La bomba del laboratorio que se muestra en la figura 3.6 es de la misma marca y además un modelo muy parecido a la bomba seleccionada.

A pesar de las cambiantes condiciones con las cuales se deben trabajar en el sistema de compactación del comedor es posible seleccionar una bomba que cumpla con los requerimientos necesarios haciendo algunas suposiciones. La mejor opción es una bomba de cavidad progresiva que mejor se adapte a las necesidades del sistema como lo es la de tipo estándar de la marca NEMO.

4. MAQUINA COMPACTADORA DE COMIDA

Con este informe se pretende explicar de forma detallada, los detalles técnicos y de construcción de la máquina compactadora prototipo que será utilizada para la recolección y posterior compactación de la comida recolectada del comedor de MYS.

Este informe abarca de forma detallada las fórmulas de interés parcial que se consideran características críticas del diseño en esta máquina. Así como la selección de materiales, cantidad de equipos necesarios para la implementación de la máquina y una aproximación al diseño general.

En primera instancia, se tenía planeada la adquisición de un modelo compactador electro-mecánico, utilizado en la compactación de materiales como cartón y basura, aunque este diseño carecía de tomar en cuenta que los desechos del comedor contenían líquidos que podían perjudicar su funcionamiento. Por ende se consideró la construcción de una máquina adaptada a las necesidades requeridas.

Se plantea por construir una máquina electro mecánica como una primera opción, aunque no resulta práctica debido a que requeriría de un motor muy grande o tal vez más de un motor y sus dimensiones serían considerables, por lo tanto se escogió un diseño de máquina oleohidráulica.

El diseño oleohidráulico facilita en gran medida la adaptabilidad de una sola bomba para todo el ciclo, considerando dos acciones la de compactación, y la de depósito en un

bolsa en su parte inferior para su remoción. La funcionalidad de este diseño también radica en su menor tamaño, menor consumo de energía, factibilidad para su posterior automatización y fácil mantenimiento.

En primera instancia se procedió a plantear un diseño orientado a dos cilindros pistón, uno que serviría de compactador, que es nuestro cilindro principal y el otro cilindro serviría para retirar una lámina de acero que serviría de apoyo para la compactación y luego ser retirada para depositar los desechos sólidos en una bolsa ubicada en su parte inferior.

El tiempo de operación de la máquina se calculo en principio en 36 segundos, de los cuales, el compactador principal trabajaría en 30 segundos de extensión, luego 30 segundo de posicionamiento en posición inicial, para luego accionar el segundo a 6 segundos de operación total. Esto para manejar un volumen de compactación de aproximadamente 0.0619 m^3 , como volumen máximo de capacidad. Y con un volumen muerto de 0.01549 m^3 .

Este diseño bien fundamentado es accionado por una válvula manual accionada por palanca de centro cerrado 3 posiciones 4 vías, y la otra accionada por palanca 3 posiciones 4 vías con centro cerrado en posición centrada y directo a tanque a la salida.

Cuenta con una regulación de presión en su cilindro principal para lograr el tiempo estimado de operación que se requiere, que es de aproximadamente 30 segundos en cada fase. Esta regulación se logra a partir de una válvula reguladora de presión ajustable de 22 Bar. También posee dos manómetros en posiciones aconsejables para cuantificar los niveles de presión.

Posee una válvula de seguridad regulada a 161 Bar, la presión máxima de operación del sistema.

En cuanto a sus actuadores, el actuador principal, que es el de compactación, se escoge para su rango de trabajo, un actuador modelo Eaton Marca Vickers Serie TZ, bajo la norma ANSI B39. 15/NFPA. Intercambiable, con un rango de operación de máxima presión de 3000 PSI o lo que es igual 210 Bar. De todo el árbol de opciones de este modelo se escoge el cilindro TZ14 Cap Rectangular con Montaje ANSI ME6, con diámetro de cilindro interno de 6 in y diámetro de vástago de 3 in. Las características adicionales de dimensionamiento vienen anexas en el siguiente cuadro:

Bore	Rod MM	^{-0001,002} B	C	E	G1	J	R	V	Y	FB	PJ+	TF	UF	ZJ+
1 1/2	.625 1	1.124 1.499	.38 .50	2.50 2.50	2.23 2.23	1.50 1.50	1.63 1.63	.25 .50	2.06 2.44	.38 .50	2.87 2.87	3.44 3.44	4.25 4.25	5.63 6.00
2	1 1.375	1.499 1.999	.50 .63	3.00 3.00	2.36 2.36	1.50 1.50	2.05 2.05	.25 .38	2.39 2.64	.50 .50	2.91 2.91	4.13 4.13	5.13 5.13	6.00 6.25
2 1/2	1 1.375 1.75	1.499 1.999 2.374	.50 .63 .75	3.50	2.36	1.50	2.55	.25 .38 .50	2.30 2.55 2.80	.50	3.15	4.63	5.63	6.13 6.38 6.63
3 1/4	1.375 1.75 2	1.999 2.374 2.624	.63 .75 .88	4.50	2.73	1.75	3.25	.25 .38 .38	2.66 2.91 3.03	.63	3.66	5.88	7.13	7.13 7.38 7.60
4	1.75 2 2.5	2.374 2.624 3.124	.75 .88 1.00	5.00	2.86	1.75	3.82	.25 .25 .38	2.85 2.98 3.23	.63	3.98	6.38	7.63	7.63 7.75 8.00
5	2 2.5 3 3.5	2.624 3.124 3.749 4.249	.88 1.00 1.00 1.00	6.50	2.98	1.75	4.95	.25 .38 .38 .38	3.14 3.39 3.39 3.39	.88	4.81	8.19	9.75	8.25 8.50 8.50 8.50
6	2.5 3 3.5 4	3.124 3.749 4.249 4.749	1.00	7.50	3.23	2.25	5.73	.25	3.50	1.00	4.88	9.44	11.25	9.63
7	3 3.5 4 4.5 5	3.749 4.249 4.749 5.249 5.749	1.00	8.50	3.73	2.75	6.58	.25	3.81	1.13	5.38	10.63	12.63	10.75
8	3.5 4 4.5 5 5.5	4.249 4.749 5.249 5.749 6.249	1.00	9.63	4.23	3.00	7.50	.25	3.86	1.25	6.50	11.81	14.00	11.75

Figura 4.1 Cuadro de selección de cilindro compactador principal con sus dimensiones físicas más representativas.

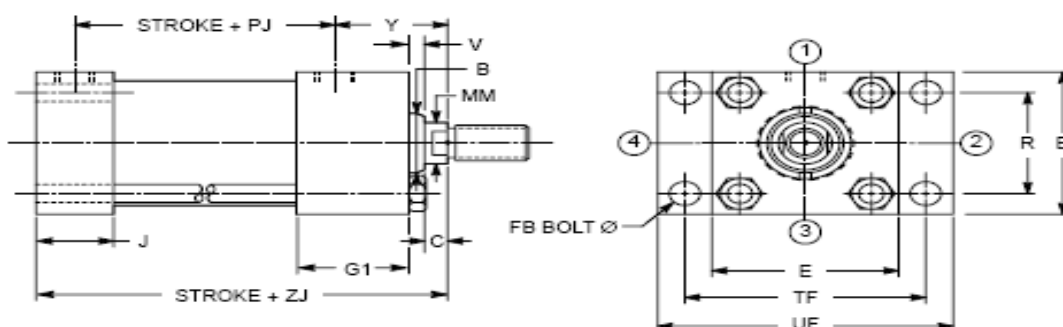


Figura 4.2 Representación gráfica de las medidas acotadas del cilindro actuador principal correspondientes a las medidas del gráfico N ° 1.

En cuanto al tipo características de final del vástago del cilindro tenemos el de tipo código 5 o código 9 que se adaptan mejor al diseño de adaptación del plato compactador.

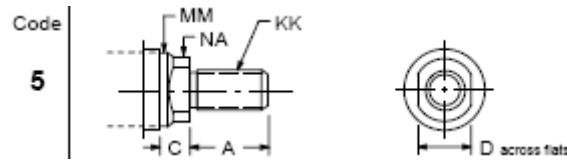


Figura 4.3 Dimensiones del final de vástago código 5, para cilindro compactador principal.

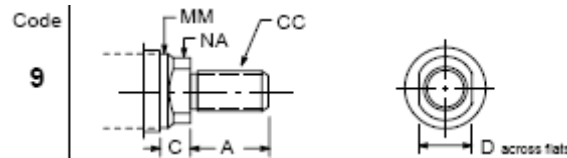


Figura 4.4 Dimensiones del final de vástago código 9, para cilindro compactador principal.

Dimensions in inches

Rod ∅ MM	A	C	D	AC	AD	AE	AF	AX	DC	UN(F) Thread		
										CC	KK	NA
0.825	3/4	3/8	1/2	1 1/8	5/8	1/4	3/8	1 1/8	-	1/2-20	7/16-20	0.58
1	1 1/8	1/2	7/8	1 5/8	1 5/16	3/8	1 1/16	1 11/16	-	7/8-14	3/4-18	0.91
1.375	1 5/8	5/8	1 1/8	1 3/4	1 1/16	3/8	7/8	2 1/16	-	1 1/4-12	1-14	1.31
1.75	2	3/4	1 1/2	2	1 5/16	1/2	1 1/8	3	-	1 1/2-12	1 1/4-12	1.63
2	2 1/4	7/8	1 3/4	2 5/8	1 11/16	5/8	1 3/8	3 3/8	-	1 3/4-12	1 1/2-12	1.88
2.5	3	1	2 1/8	3 1/4	1 15/16	3/4	1 3/4	4 1/2	-	2 1/4-12	1 7/8-12	2.38
3	3 1/2	1	2 5/8	3 5/8	2 7/16	7/8	2 1/4	5 1/4	-	2 3/4-12	2 1/4-12	2.88
3.5	3 1/2	1	-	4 3/8	2 11/16	1	2 1/2	5 1/4	3/8	3 3/4-12	2 1/2-12	3.38
4	4	1	-	4 1/2	2 11/16	1	3	6	7/16	3 3/4-12	3-12	3.88
4.5	4 1/2	1	-	5 1/4	3 3/16	1 1/2	3 1/2	6 3/4	7/16	4 1/4-12	3 1/4-12	4.38
5	5	1	-	5 3/8	3 3/16	1 1/2	3 7/8	7 1/2	1/2	4 3/4-12	3 1/2-12	4.88
5.5	5 1/2	1	-	6 1/4	3 15/16	1 7/8	4 3/8	8 1/4	1/2	5 1/4-12	4-12	5.38

Figura 4.5 Dimensiones detalladas de cada una de las partes del final de vástago de cilindro compactador principal seleccionado.

En cuanto a las especificaciones de peso aproximado de este actuador principal de compactación, tenemos un peso aproximado, obtenido del manual de selección del equipo. Este cuenta con un peso aproximado de 155 libras sin considerar su peso total con la cantidad de aceite al estar el cilindro completamente lleno.

Approximate Cylinder Weights

Bore ∅ (in)	TZ01	TZ02	TZ09									Add Per Inch of Stroke	
	TZ04	TZ23	TZ05	TZ14			TZ16	TZ21			Single Rod	Double Rod	
	TZ19	TZ24	TZ07	TZ08	TZ15	TZ10	TZ12	TZ13	TZ17	TZ22			
1 1/2	7.8	7.7	7.7	7.9	10.8	7.8	8.2	9.1	7.7	7.5	.49	.58	
2	13.0	12.4	12.7	14.2	18.0	13.2	14.0	15.7	12.7	12.0	.81	1.03	
2 1/2	19.5	18.8	17.3	20.0	22.9	17.8	19.1	21.1	17.0	16.4	1.06	1.28	
3 1/4	34.0	32.2	33.0	37.0	46.0	34.0	36.7	40.4	33.0	31.5	1.76	2.18	
4	48.8	43.3	45.0	49.3	58.7	50.2	50.4	55.0	44.0	42.5	2.23	2.91	
5	84.0	81.3	84.3	91.0	101	92.4	81.0	98.4	79.3	80.0	3.90	4.79	
6	138	128	131	143	155	141	144	154	125	125	5.17	6.58	
7	204	190	194	210	235	215	209	223	191	186	6.47	8.47	
8	273	263	264	285	323	293	284	302	260	256	8.91	11.83	

Figura 4.6 Peso aproximado del actuador con diámetro de 6 in.

En cuanto al tipo de puerto o tamaño de la toma de entrada y salida del lubricante, tenemos un conjunto de dimensiones adaptables al formato de tubería a utilizar, basadas en el diámetro del actuador previamente escogido, en este caso de 6 pulgadas:

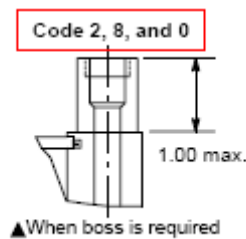


Figura 4.7 Tamaño de los puertos código 2, 8 y 0 representación gráfica.



Figura 4.8 Tamaño de los puertos código 1, 7 y 9 representación gráfica.

Bore ∅ (in)	Port Code													
	1	2	3	4	5 ^A	6	7 ^Q	8	9	0				
	NPTF [†] Pipe					SAE J1926 UN Thread O-ring / Thread Size			SAE 518 Code 61 Flange		ISO 228-1 BSPP		DIN 3852 Form X Metric	
1 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-18 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲				
2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-18 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲				
2 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-18 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲				
3 1/4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲				
4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲				
5	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲				
6	1	1 1/2▲	1 1/16-12 (-12)	1 5/8-12 (-20)▲	1 5/16-12 (-18)	1 (-18)	G 1	G 1 1/4▲	M33 x 2	M42 x 2▲				
7	1 1/4	1 1/2▲	1 5/16-12 (-18)	1 7/8-12 (-24)▲	1 5/8-12 (-20)	1 1/4 (-20)	G 1 1/4	G 1 1/2▲	M42 x 2	M48 x 2▲				
8	1 1/2	2▲	1 5/16-12 (-18)	1 5/8-12 (-20)	1 7/8-12 (-24)	1 1/2 (-24)	G 1 1/4	G 1 1/2	M48 x 2	-				

Figura 4.9 Cuadro con medidas tabuladas de tomas de conexión dependiendo del diámetro del actuador.

Estas especificaciones técnicas nos permitirán dimensionar y vincular los diversos accesorios de la máquina compactadora con otros equipos importantes, como lo son las conexiones del sistema de tuberías o mangueras de distribución, posicionamiento de las válvulas reguladores de presión, y el dimensionamiento de la armadura que albergará todos los componentes de la máquina.

Para las especificaciones del siguiente actuador, que servirá para posicionar y desplazar la placa inferior del cilindro que servirá de compuerta para cerrar el sistema y luego distribuir el material compactado, se escoge el siguiente actuador:

Bore	Rod MM	^{-0.0005} B	C	E	G1	J	V	Y	^{-0.001} LH	PJ+	SB	SS+	ST	SU	SY	TS	US	XS	Max ZB+
1 1/2	.625 1	1.124 1.499	.38 .50	2.50 2.50	2.23 2.23	1.48 1.48	.25 .50	2.06 2.44	1.25 1.25	2.87 2.87	.38 .38	3.88 3.88	.50 .50	.91 .91	.39 .39	3.25 3.25	4.00 4.00	1.38 1.75	6.00 6.38
2	1 1.375	1.499 1.999	.50 .63	3.00 3.00	2.38 2.38	1.48 1.48	.25 .38	2.39 2.84	1.50 1.50	2.91 2.91	.50 .50	3.63 3.63	.75 .75	1.24 1.24	.51 .51	4.00 4.00	5.00 5.00	1.88 2.13	6.50 6.75
2 1/2	1 1.375 1.75	1.499 1.999 2.374	.50 .63 .75	3.50	2.38	1.48	.25 .38 .50	2.30 2.55 2.80	1.75	3.15	.75	3.38	1.00	1.56	.68	4.88	6.25	2.06 2.31 2.56	6.63 6.88 7.13
3 1/4	1.375 1.75 2	1.999 2.374 2.624	.63 .75 .88	4.50	2.73	1.73	.25 .38 .50	2.66 2.91 3.03	2.25	3.66	.75	4.13	1.00	1.55	.69	5.88	7.25	2.24 2.56 2.89	7.75 8.00 8.13
4	1.75 2 2.5	2.374 2.624 3.124	.75 .88 1.00	5.00	2.88	1.73	.25 .38 .50	2.85 2.98 3.23	2.50	3.98	1.00	4.00	1.25	2.00	.87	6.75	8.50	2.75 2.88 3.13	8.25 8.38 8.63
5	2 2.5 3 3.5	2.624 3.124 3.749 4.249	.88 1.00 1.00 1.00	6.50	2.98	1.73	.25 .38 .38 3.06	2.82 3.06 3.06 3.06	3.25	4.64	1.00	4.50	1.25	2.00	.87	8.25	10.0	2.88 3.13 3.13 3.13	9.00 9.25 9.25 9.25
6	2.5 3 3.5 4	3.124 3.749 4.249 4.749	1.00	7.50	3.23	2.23	.25	3.22	3.75	5.36	1.25	5.13	1.50	2.50	1.12	9.75	12.0	3.38	10.63
7	3 3.5 4 4.5 5	3.749 4.249 4.749 5.249 5.749	1.00	8.50	3.73	2.73	.25	3.80	4.25	5.83	1.50	5.75	1.75	2.88	1.37	11.25	14.0	3.63	11.88
8	3.5 4 4.5 5 5.5	4.249 4.749 5.249 5.749 6.249	1.00	9.63	4.23	2.98	.25	3.86	4.75	6.50	1.50	6.75	1.75	2.88	1.37	12.25	15.0	3.63	13.00

* Plus stroke

Figura 4.10 Dimensiones detalladas de cada una de las partes del final de vástago de cilindro removedor de compuerta seleccionado.

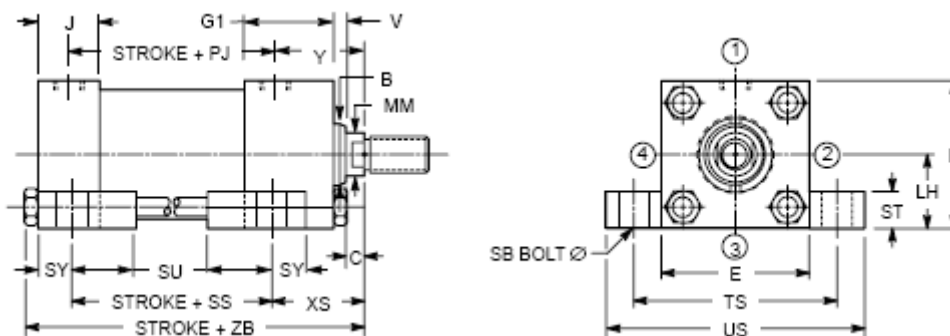


Figura 4.11 Representación gráfica de las medidas acotadas del cilindro actuador removedor de compuerta correspondientes a las medidas de la imagen 4.10.

El modelo de actuador seleccionado como removedor de la base del cilindro es el mismo que para el cilindro compactador principal. Solo que con menores dimensiones ya

que requerimos ejercer menos fuerza y requerimos que el proceso sea más rápido. Este modelo es el cilindro TZ01 Side Lug Mounts ANSI MS2.

En cuanto al tipo características de final del vástago del cilindro tenemos el de tipo código 5 o código 9 que se adaptan mejor al diseño de adaptación del anillo con la lámina de acero inoxidable, estos modelos son ilustrados en las imágenes 4.5 y 4.9.

En cuanto a sus dimensiones se extraen del siguiente gráfico:

Dimensions in inches

Rod Ø MM	A	C	D	AC	AD	AE	AF	AX	DC	UN(F) Thread		
										CC	KK	NA
0.625	3/4	3/8	1/2	1 1/8	5/8	1/4	3/8	1 1/8	-	1/2-20	7/16-20	0.56
1	1 1/8	1/2	7/8	1 5/8	1 5/16	3/8	1 1/16	1 11/16	-	7/8-14	3/4-18	0.91
1.375	1 5/8	5/8	1 1/8	1 3/4	1 7/16	3/8	7/8	2 7/16	-	1 1/4-12	1-14	1.31
1.75	2	3/4	1 1/2	2	1 5/16	1/2	1 1/8	3	-	1 1/2-12	1 1/4-12	1.63
2	2 1/4	7/8	1 3/4	2 5/8	1 11/16	5/8	1 3/8	3 3/8	-	1 3/4-12	1 1/2-12	1.88
2.5	3	1	2 1/8	3 1/4	1 15/16	3/4	1 3/4	4 1/2	-	2 1/4-12	1 7/8-12	2.38
3	3 1/2	1	2 5/8	3 5/8	2 7/16	7/8	2 1/4	5 1/4	-	2 3/4-12	2 1/4-12	2.88
3.5	3 1/2	1	-	4 3/8	2 11/16	1	2 1/2	5 1/4	3/8	3 1/4-12	2 1/2-12	3.38
4	4	1	-	4 1/2	2 11/16	1	3	6	7/16	3 3/4-12	3-12	3.88
4.5	4 1/2	1	-	5 1/4	3 3/16	1 1/2	3 1/2	6 3/4	7/16	4 1/4-12	3 1/4-12	4.38
5	5	1	-	5 3/8	3 3/16	1 1/2	3 7/8	7 1/2	1/2	4 3/4-12	3 1/2-12	4.88
5.5	5 1/2	1	-	6 1/4	3 15/16	1 7/8	4 3/8	8 1/4	1/2	5 1/4-12	4-12	5.38

Figura 4.12 Dimensiones detalladas de cada una de las partes del final de vástago de cilindro removedor de compuerta seleccionado.

En cuanto a las especificaciones de peso aproximado de este actuador removedor de compuerta, tenemos un peso aproximado, obtenido del manual de selección del equipo. Este cuenta con un peso aproximado de 34 libras sin considerar su peso total con la cantidad de aceite al estar el cilindro completamente lleno.

Approximate Cylinder Weights

Bore ∅ (in)	TZ01	TZ02	TZ09								Add Per Inch of Stroke	
	TZ04	TZ23	TZ05		TZ14				TZ16	TZ21	Single Rod	Double Rod
	TZ19	TZ24	TZ07	TZ08	TZ15	TZ10	TZ12	TZ13	TZ17	TZ22		
1 1/2	7.8	7.7	7.7	7.9	10.6	7.6	8.2	9.1	7.7	7.5	.49	.58
2	13.0	12.4	12.7	14.2	18.0	13.2	14.0	15.7	12.7	12.0	.81	1.03
2 1/2	19.5	18.8	17.3	20.0	22.9	17.8	19.1	21.1	17.0	16.4	1.06	1.28
3 1/4	34.0	32.2	33.0	37.0	46.0	34.0	36.7	40.4	33.0	31.5	1.76	2.18
4	48.8	43.3	45.0	49.3	58.7	50.2	50.4	55.0	44.0	42.5	2.23	2.91
5	84.0	81.3	84.3	91.0	101	92.4	91.0	98.4	79.3	80.0	3.90	4.79
6	136	129	131	143	155	141	144	154	125	125	5.17	6.58
7	204	190	194	210	235	215	209	223	191	186	6.47	8.47
8	273	263	264	285	323	293	284	302	260	256	8.91	11.63

Figura 4.13 Peso aproximado del actuador con diámetro de 3.25 in.

En cuanto al tipo de puerto o tamaño de la toma de entrada y salida del lubricante, tenemos un conjunto de dimensiones adaptables al formato de tubería a utilizar, basadas en el diámetro del actuador previamente escogido, en este caso de 3.25 pulgadas:

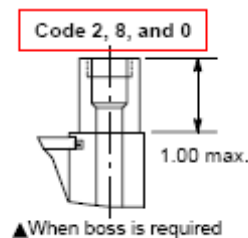


Figura 4.14 Tamaño de los puertos código 2, 8 y 0 representación gráfica.



Figura 4.15 Tamaño de los puertos código 1, 7 y 9 representación gráfica.

Bore ∅ (in)	Port Code									
	1	2	3	4	5 ^A	6	7 ^D	8	9	0
	NPTF [†] Pipe		SAE J1926 UN Thread O-ring / Thread Size			SAE 518 Code 61 Flange	ISO 228-1 BSPP		DIN 3852 Form X Metric	
1 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
2 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
3 1/4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
5	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
6	1	1 1/4▲	1 1/16-12 (-12)	1 5/8-12 (-20)▲	1 5/16-12 (-18)	1 (-18)	G 1	G 1 1/4▲	M33 x 2	M42 x 2▲
7	1 1/4	1 1/2▲	1 5/16-12 (-18)	1 7/8-12 (-24)▲	1 5/8-12 (-20)	1 1/4 (-20)	G 1 1/4	G 1 1/2▲	M42 x 2	M48 x 2▲
8	1 1/2	2▲	1 5/16-12 (-18)	1 5/8-12 (-20)	1 7/8-12 (-24)	1 1/2 (-24)	G 1 1/4	G 1 1/2	M48 x 2	-

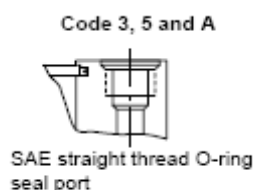
Figura 4.16 Cuadro con medidas tabuladas de tomas de conexión dependiendo del diámetro del actuador.

En cuanto a las recomendaciones preliminares de las conexiones de los puertos para ambos actuadores, se considerará para minimizar pérdidas de lubricantes en el sistema la introducción de sistemas de un sello de O-ring.

Esto es factible, para así reducir pérdidas en estas conexiones, que son muy importantes sobre todo en el sistema de compactación principal de la máquina, a continuación se presenta el esquema visual de este puerto y sus dimensiones tabuladas:

Bore ∅ (in)	Port Code									
	1	2	3	4	5 ^A	6	7 ^D	8	9	0
	NPTF [†] Pipe		SAE J1926 UN Thread O-ring / Thread Size			SAE 518 Code 61 Flange	ISO 228-1 BSPP		DIN 3852 Form X Metric	
1 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
2 1/2	1/2	3/4▲	9/16-18 (-8)	7/8-14 (-10)	3/4-16 (-8)	-	G 1/2	G 3/4▲	M22 x 1.5	M27 x 2▲
3 1/4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
4	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
5	3/4	1▲	7/8-14 (-10)	1 3/16-12 (-14)	1 1/16-12 (-12)	3/4 (-12)	G 3/4	G 1▲	M27 x 2	M33 x 2▲
6	1	1 1/4▲	1 1/16-12 (-12)	1 5/8-12 (-20)▲	1 5/16-12 (-18)	1 (-18)	G 1	G 1 1/4▲	M33 x 2	M42 x 2▲
7	1 1/4	1 1/2▲	1 5/16-12 (-18)	1 7/8-12 (-24)▲	1 5/8-12 (-20)	1 1/4 (-20)	G 1 1/4	G 1 1/2▲	M42 x 2	M48 x 2▲
8	1 1/2	2▲	1 5/16-12 (-18)	1 5/8-12 (-20)	1 7/8-12 (-24)	1 1/2 (-24)	G 1 1/4	G 1 1/2	M48 x 2	-

Figura 4.17 Cuadro con medidas tabuladas de tomas de conexión dependiendo del diámetro del actuador, se enfoca en este cuadro las de configuración de puerto 3 y 5 en azul para el actuador principal de compactación y en rojo para el actuador removedor de compuerta.



Figuran 4.18 Esquema gráfico del puerto de conexión con O-ring 3 y 5 A.

Para conseguir que no exista modificaciones en cuando a los diámetros de la de los puertos del actuador, se escoge para el actuador compactador principal de diámetro 6 pulgadas, el puerto de tipo código 3 y para el de diámetro 3.25 pulgadas el tipo de puerto código 5-A.

El sistema adicionalmente contará con 3 manómetros para visualizar y controlar las condiciones de presión en ambos sistema independientes de la máquina compactadora. Uno de los primeros manómetros, el manómetro N ° 1, que se encuentra a la salida de la bomba y conectada a la válvula de seguridad, que en función a datos nominales obtenidos del simulador con longitudes de tuberías por fijar es de 135 Bar (1959,01 PSI), por lo tanto se escoge en este punto que poseerá presiones considerables un manómetro de 0-3000 PSI, modelo STAUFF, con tipo de casco SGP (Stainless-Steel), con denominación de tamaño del dial de 63 mm, la orden de código es 03000, la escala de presión en BAR y en PSI, con tipo de conexión tipo S (Stem), con thread (hilo) de ½" NPT N08, sin ningún accesorio. El diseño de la vía de montaje ajustable es EMV-G1/4-P-OR-PC.

En al manómetro N ° 2, tenemos una presión máxima marcada en el simulador de 38,10 Bar (602.065 PSI), aunque las longitudes de esta sección de la máquina están sujetas a

cambios, como primera opción se selecciona el manómetro de 0-1500 PSI, modelo STAUFF, con tipo de casco SGP (Stainless-Steel), con denominación del tamaño del dial de 63 mm, la orden de código es 01500, con presión de BAR y en PSI, con la conexión de tipo S (Stem), con thread (hilo) de ½” NPT N08, sin ningún accesorio. El diseño de montaje ajustable es EMV-G1/4-P-OR-PC.

El manómetro N ° 3, tenemos una presión máxima marcada en el simulador de 82,80 Bar (1201,53 PSI), aunque las longitudes de esta sección de la máquina están sujetas a cambios, como primera opción se selecciona un manómetro de 0-1500 PSI, modelo STAUFF, con el tipo de casco SGP (Stainless-Steel), con denominación del tamaño del dial de 63 mm, la orden de código es 01500, con presión en BAR y PSI, con la conexión de tipo S (Stem), con thread (hilo) de ½” NPT N08, sin accesorios. El diseño de montaje ajustable es EMV-G1/4-P-OR-PC.

Visualización del modelo y configuración del manómetro:



Figura 4.19 Manómetro STAUFF, configuración Stem, tipo de conexión tipo S, con tipo de casco SGP (Stainless-Steel). Dial de 63 mm. Modelo 02000. Sin accesorios, dial en BAR Y PSI.

En cuanto a la selección de la válvula de seguridad, este fue programado para funcionar a la presión crítica del sistema que es aproximadamente de 131 Bar, aunque el simulador reporta picos de 135 Bar, sin haber programado las longitudes de tuberías, por lo tanto estas distancias pueden estar sujetas a mayores longitudes y en consecuencia menores presiones de trabajo. Como solución a este problema se escogió una válvula reguladora de presión ajustable de tal forma que ocurran modificaciones en la presión final de alivio del sistema. Como norma siempre se ajusta la válvula de seguridad del sistema a la presión máxima de trabajo del ciclo de trabajo, que en este caso es de 110 Bar, añadiendo el 15% adicional del trabajo requerido, el trabajo requerido es de 95 Bar.

La válvula de seguridad seleccionada en cuestión es el modelo EATON-Vickers, válvula de seguridad Serie R(C)*-03/06/10/12, graduable, con máximo rango de trabajo de 210 Bar o (3000 PSI), el modelo escogido es el RGC-03, que trabaja con un caudal máximo de 45 l/min. Las características preliminares del modelo para adquirir son (F3) R(C) G-10-F-P-1-30.

La selección de las 4 válvulas check, no remonta mayor interés en cuanto a la restricción que deban ejercer, simplemente aseguran dentro del sistema, el retorno del fluido de trabajo después de haber cumplido su fase de trabajo. Las válvulas en el simulador se encuentran reguladas a 1 bar, se requiere que ofrezcan la menor restricción posible y manejen caudales considerables. El modelo escogido para las 4 válvulas check es el EATON-Vickers, montada en tubería en línea, serie DT8P1, el modelo de pedido es DT8P1-10-30-10-ENB. Especificado para tuberías de 1 ¼" para rangos de presión de 2,1 BAR, para trabajar con caudales máximos de 380 l/min y presiones por encima de 350 Bar. Opera con aceites derivados de petróleo entre -20 °C y 80 °C.

Para determinar las dimensiones de la bomba se tienen los siguientes parámetros calculados, que son una ligera aproximación, pero no son representativos de los modelos disponibles. Los cálculos preliminares de la potencia hidráulica necesaria para accionar el sistema son de 6 Hp, para manejar un caudal máximo de 22 l/min. Pero no se especifica en principio ni el modelo de bomba (sea de engranajes, pistón o paletas), tampoco las revoluciones por minuto que desarrolla ni la cilindrada. En el manual EATON-Vickers, de bombas de engranaje de aluminio tenemos configuraciones tabuladas que especifican, cilindradas, rpm, presiones de operación, de pulsaciones y potencia requerida de accionamiento y de salida. Aunque se revisa en principio la potencia de entrada y la de salida que requiere el sistema, que no debe ser menor de 6 Hp. Todo depende de las prestaciones del motor, para eso es requerido investigar el voltaje de disponible de la toma de corriente del comedor para así poder seleccionar el mejor modelo.

5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA DE COMPACTACIÓN

Las instalaciones eléctricas deben realizarse bajo ciertas normas y requisitos mínimos, basados principalmente en la normativa vigente, con el fin de cumplir con seguridad, confiabilidad, flexibilidad, facilidad de operación y mantenimiento, economía y estética.

Para efectos del diseño de las instalaciones eléctricas del sistema de compactación de desechos ubicado en el comedor del MYS, se tomó como referencia los requerimientos de la normativa de la Comisión de Normas Industriales COVENIN, COVENIN 200: “Código Eléctrico Nacional”.

5.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA.

El cálculo de la demanda se realizó luego de contabilizar y realizar el inventario de los dispositivos asociados a las nuevas instalaciones. De esta forma se pueden obtener los valores de diseño requeridos para seleccionar las características del tablero, protección general y acometida eléctrica. La Tabla N° 1 muestra el estudio de cargas del tablero de los nuevos equipos.

Tabla 5.1 Tablero Equipos.

TABLERO EQUIPOS COMPACTADORA						
EQUIPO CONECTADO	CANTIDAD	POTENCIA UNIDAD	POTENCIA TOTAL	FD	DEMANDA	
					FASES	NEUTRO
TRITURADOR	1	650	650	1	650	650
BOMBA DE TORNILLO	1	800	800		800	800
COMPACTADORA	1	4200	4200		4200	4200
TOTAL					5650	5650

5.2 SELECCIÓN DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

A efectos de diseño de las canalizaciones de las nuevas instalaciones eléctricas es necesario seleccionar el calibre y características de los conductores eléctricos a utilizar, en lo que respecta al calibre, la selección se realizó en base a los criterios de capacidad de

corriente, ya que las distancias de las acometidas son despreciables como para que ocurra una caída de tensión por encima del valor estipulado por la norma.

5.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

Según el CEN en la sección 310.15 “Ampacidad de los Conductores con Régimen de tensión entre 0 y 2000 voltios”, en las disposiciones generales permite determinar la ampacidad de los conductores mediante la aplicación de tablas especificadas en el mismo código desde 310.16 a 310.23, aplicando siempre los factores de ajuste de acuerdo al número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

En los casos de las acometidas de alimentación de las nuevas instalaciones la capacidad de corriente de los conductores se tomó según la tabla 310.16 que establece las ampacidades admisibles de los conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194OF), con no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basadas en una temperatura ambiente de 30°C. La tabla 5.2 muestra un resumen de las capacidades de corriente para un régimen de temperatura de 90°C correspondiente al tipo de aislamiento THHN recomendado.

Tabla 5.2 Resumen de Tabla de Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios a 90°C (194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F) [8].

Cable (AWG/Kcmil)	Factor (Amper)
14	20
12	25
10	35
8	50
6	65
4	85
2	115
1/0	150
2/0	175
4/0	230
250	255
350	310
500	380

Al tener la demanda en potencia de todas las cargas se pudo obtener la corriente asociada a la demanda máxima de las acometidas, de esta forma se seleccionó el conductor por capacidad de corriente.

En el caso de la corriente de diseño de la alimentación del nuevo tablero se considera que el porcentaje de carga para la selección de conductores debe ser menor al 80% de la corriente nominal del conductor.

Utilizando estos criterios, la tabla 5.3 muestra la corriente de diseño que nos permitirá seleccionar el calibre de los conductores.

Tabla 5.3. Selección del Calibre de los Conductores por Capacidad de Corriente.

ACOMETIDA	ALIMENTACIÓN	CARGA (W)	I DISEÑO (A)	CALIBRE SELECCIONADO (AWG)
TABLERO-TRITURADORA	120V	650	7	12
TABLERO-COMPACTADOR	208V	4200	22	10
TABLERO-BOMBA	120V	800	8	12

5.4 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Todos los equipos, componentes, encerramientos, canalizaciones, etc, que por especificaciones del fabricante o por razones de seguridad requieran conexión a tierra deben ser conectados al barraje equipotencial asociado al equipo o área correspondiente. Dicha conexión será ejecutada con los requerimientos expresados según la sección 250 del CEN, que establece los requisitos generales para la puesta a tierra y conexión equipotencial de las instalaciones eléctricas.

Cada conductor de puesta a tierra de equipos instalado debe tener una sección transversal determinada con base en la corriente nominal o de máximo ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable.

Para el caso particular de conductores de puesta a tierra en cobre, la tabla 5.4 nos muestra el calibre mínimo a utilizar.

Tabla 5.4 Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos. Tabla 250-95 [8].

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL DISPOSITIVO AUTOMATICO DE SOBRECORRIENTE UBICADO DEL LADO DE LA ALIMENTACIÓN NO MAYOR DE: (AMPERES)	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	
	ALAMBRE DE COBRE NRO.	ALAMBRE DE ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE NRO.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250kCMIL
1600	4/0	350kCMIL
2000	250kCMIL	400kCMIL
2500	350kCMIL	600kCMIL
3000	400kCMIL	600kCMIL
4000	500kCMIL	800kCMIL
5000	700kCMIL	1200kCMIL
6000	800kCMIL	1200kCMIL

Con los valores de referencia de la tabla 5.4, se determinaron los calibres de los conductores puestos a tierra, y se muestran en la tabla 5.5.

ACOMETIDA	CALIBRE SELECCIONADO (AWG)
TABLERO-TRITURADORA	12
TABLERO-COMPACTADOR	10
TABLERO-BOMBA	12

5.5 SELECCIÓN DE PROTECCIONES

En el proyecto se han aplicado los criterios generales de protección de los sistemas eléctricos, tomándose las previsiones ante eventos anormales, como lo son las sobrecargas y cortocircuitos.

Las protecciones a utilizar en el tablero alimentación son interruptores termomagnéticos (ITM), donde su valor nominal viene dado por el factor utilizado para

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE SOBRECORRIENTE UBICADO DEL LADO DE LA ALIMENTACIÓN NO MAYOR DE: (AMPERES)	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	
	ALAMBRE DE COBRE NRO.	ALAMBRE DE ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE NRO.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250kCMIL
1600	4/0	350kCMIL
2000	250kCMIL	400kCMIL
2500	350kCMIL	600kCMIL
3000	400kCMIL	600kCMIL
4000	500kCMIL	800kCMIL
5000	700kCMIL	1200kCMIL
6000	800kCMIL	1200kCMIL

escoger el conductor por capacidad de corriente más un 20% de reserva (artículo 220-10 del Código Eléctrico Nacional).

Los valores normalizados para las protecciones de los dispositivos de sobrecorriente se muestran en la tabla 5.6

Tabla 5.6 Capacidades de corrientes normalizadas para protecciones eléctricas.

CAPACIDADES NORMALIZADAS EN AMPERES										
15	20	25	30	40	45	50	60	70	80	90
100	110	125	150	175	200	225	300	350	400	450
500	600	700	800	1000	1200	1600				
2000	2500	3000	4000	5000	6000					

5.6 SELECCIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO.

Las características del tablero a instalar se determina básicamente con el número de salidas de los circuitos ramales, datos que se obtuvieron del diseño previo.

Para establecer su ubicación se tomará en consideración que sea el centro de distribución de cargas y al mismo tiempo dándole un fácil acceso, manteniendo el esquema general del comedor en cuanto al aspecto estético se refiere.

El tablero eléctrico de distribución seleccionado para ser utilizado es de tipo NLAB, el cual es usado para protección y corte de circuitos de iluminación, tomacorrientes y cargas menores, y cuenta con las siguientes características:

- Barras principales: 225 A máx.
- Voltaje de trabajo 240/120 VAC @ 60 Hz
- Servicio: 3 (4h)
- Capacidad de interrupción: 10 kA Icc (RMS) @ 240 VAC

A continuación la figura 5.1 muestra el esquema general del tablero de distribución de los nuevos equipos con sus protecciones seleccionadas.

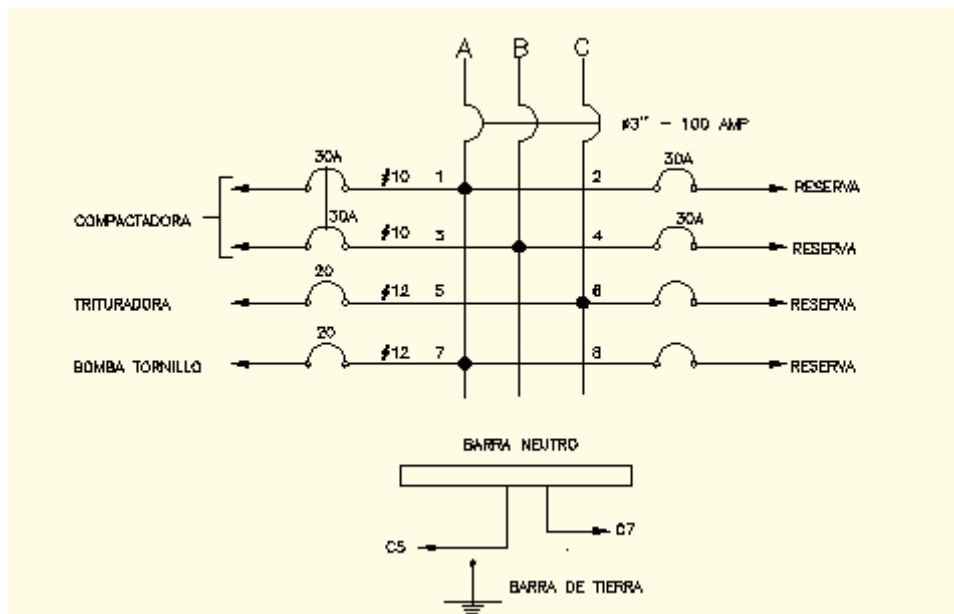


Figura 5.1 Diagrama Eléctrico del Tablero de los nuevos equipos.

6. ANEXOS

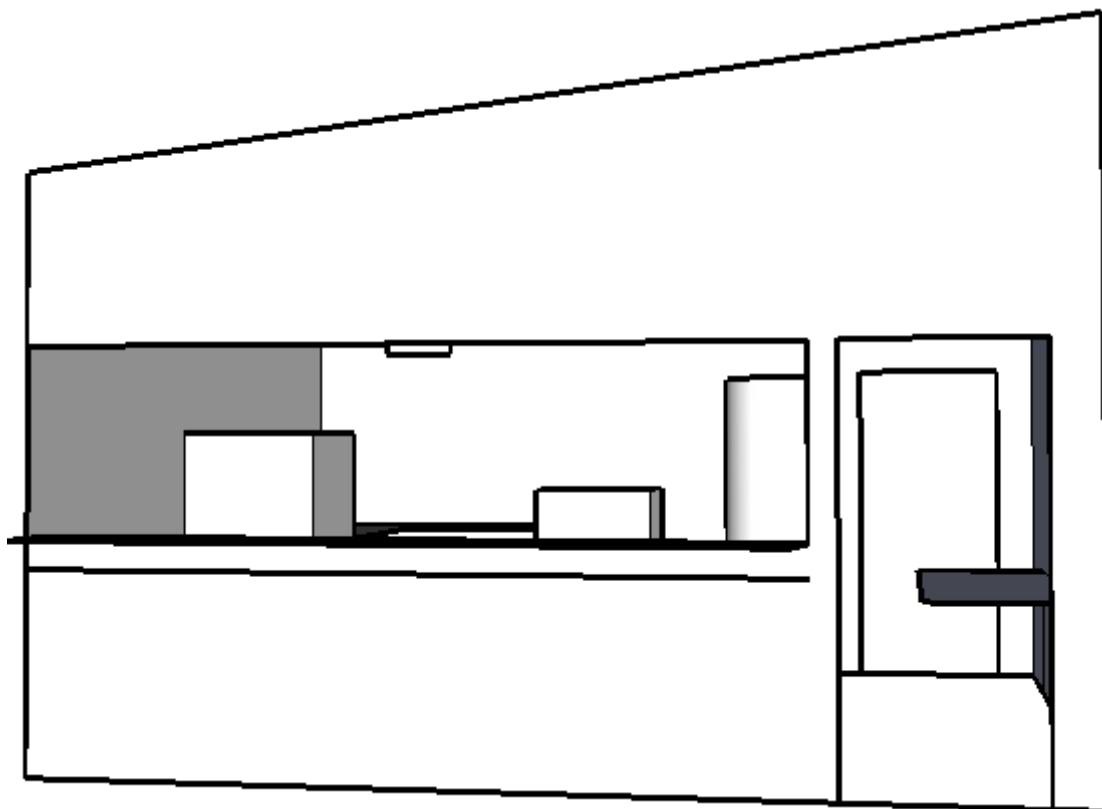


Figura 6.1. Fachada del Cuarto de Recolección de los Desechos Orgánicos.

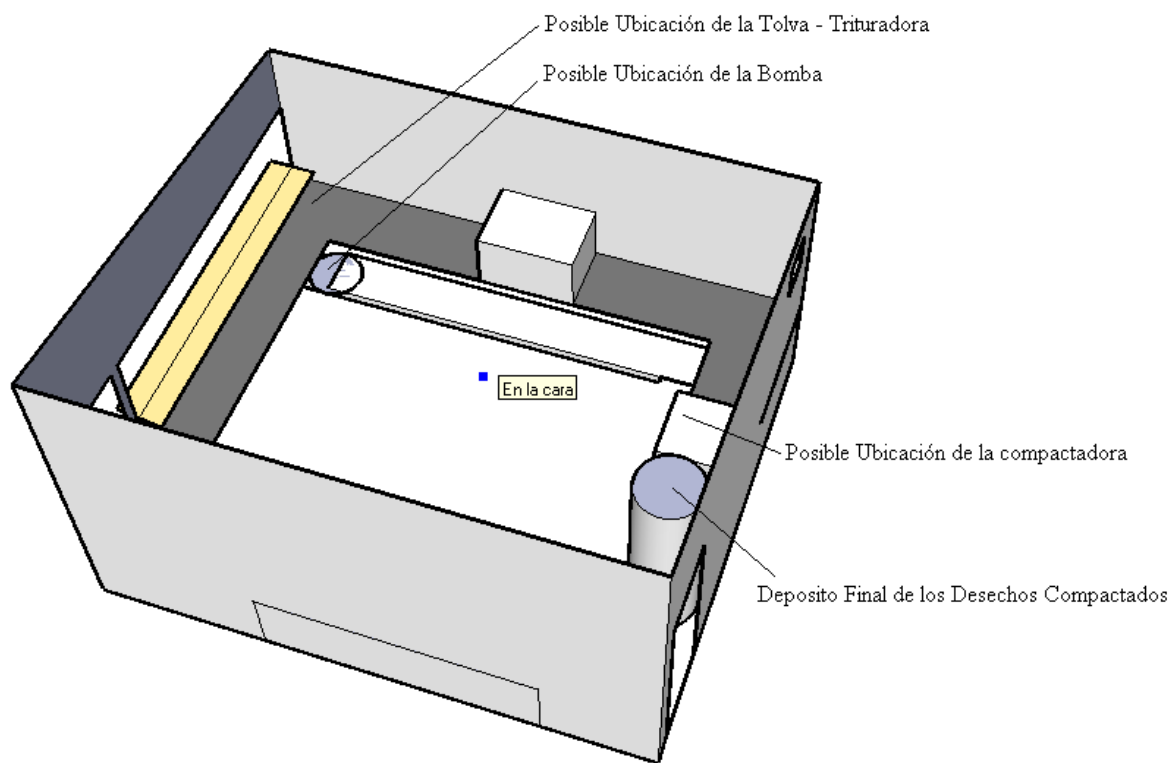


Figura 6.2 Posible Ubicación de los Equipos del Sistema de Compactación de Desechos.

7. BIBLIOGRAFÍA

NETZSCH. Netzsch Nemo Pumps Performance Curves.

R. Budynas, J. Keith Nisbett “*Mechanical Engineering Design*” Mc Graw Hill. 2006

www.bigbellysolar.com

www.insinkerator.com

www.orwak.com