



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
PROYECTO DE SOLUCIONES AMBIENTALES USB

INFORME FINAL: SISTEMA DE TRANSPORTE, COMPACTACIÓN Y  
ALMACENAMIENTO DE DESECHOS DEL COMEDOR MYS

ELABORADO POR:

Jorge Iparraguirre  
Luis Cuevas  
Ricardo Maturi  
Gustavo Méndez

COLABORADORES:

Ing. César Cárdenas  
Ing. Otty Díaz  
Ing. Martín Gathmann

Sartenejas, diciembre de 2008

## INTRODUCCIÓN

Es sabido que el sistema de almacenamiento de desechos orgánicos e inorgánicos de los comedores públicos de la Universidad Simón Bolívar tiene varios defectos: el transporte de estos desechos es efectuado por personal del comedor en bolsas que ocupan mucho volumen y que en varias ocasiones se rompen, regando basura fuera del lugar de almacenamiento; las carretillas utilizadas por el personal están en mal estado, lo que hace incómodo el trabajo de transporte; el lugar de almacenado no provee normas de higiene necesarias, no hay refrigeración, no existe una salida de gases adecuada y los drenajes están en condiciones deplorables. Todo esto genera pésimas condiciones ambientales alrededor de las instalaciones, con hedores y desechos orgánicos e inorgánicos dispuestos en dónde no deberían estar, justo en las cercanías de donde las personas van a comer.

Se está entonces desarrollando un proyecto especialmente dedicado a resolver toda esta problemática, en el cual el presente trabajo está involucrado y trabajando en conjunto con otros equipos, que al sumar esfuerzos, darán respuesta a los problemas mencionados.

En las páginas siguientes, se describirá el diseño de un sistema automatizado que se ocupará de resolver específicamente el problema del transporte de los desechos orgánicos e inorgánicos desde la zona de lavandería de cubiertos, platos y bandejas, hasta una máquina de compactación, donde luego de disminuir el volumen de dichos desechos, se dispondrán en bolsas que serán finalmente almacenadas en un cuarto anexo.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Luego de analizar los indicadores de volumen de basura que produce la USB, se pudo concluir que la mayor parte de los desechos de la universidad provienen de los comedores de dicha casa de estudios. Como programa piloto se estudió el comportamiento del comedor MYS ya que es, en promedio, el que más afluencia de estudiantes tiene y por tanto produce más residuos. Luego de ver el protocolo de la extracción de basura, se decidió crear un sistema de compactación de desechos orgánicos. Con esto no solo reduciríamos el volumen de las bolsas, sino que obtendríamos una mayor eficiencia con respecto al empaquetamiento de los desperdicios. Además, el transporte de la basura se realizaría en forma automatizada, de manera que ésta entre lo menos posible en contacto con personas ajenas al manejo de los desechos. Otro beneficio sería el de proporcionar un sistema de desagüe totalmente cerrado para así garantizar un ambiente libre de malos olores. Por último, nuestro producto final podría ser utilizado como materia prima por el proyecto interno de compostaje.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto solucionaría una serie de problemas que enunciaremos a continuación:

- El volumen que se produce en los comedores cada día aumenta más y de seguir creciendo se necesitaría de más de una unidad de extracción para la universidad

- Actualmente el desagüe del cuarto de basura del comedor MYS está parcialmente destapado, generando olores desagradables justo a la entrada de uno de los accesos de dicho comedor.
- En ocasiones, la basura que es extraída del lavadero del comedor entra en contacto indirecto con los miembros de la comunidad
- El transporte de los desechos desde el lavadero al cuarto de basura es realizado por el personal que labora en el comedor con pobres medidas de salubridad.

## TÍTULO

Diseño de sistema automatizado de transporte, compactación y embolsado de desechos orgánicos e inorgánicos de los comedores públicos de la Universidad Simón Bolívar

## OBJETIVO PRINCIPAL

Diseñar un sistema de transporte, compactación y embolsado estándar de desechos orgánicos e inorgánicos, de fácil adaptación a cualquier tipo de estructura de comedor público, para que pueda ser implementado en otros lugares fuera de la USB de ser necesario.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISEÑO

Para resolver el problema del transporte, se bombearán por un tubo bajo tierra los desechos hasta la máquina compactadora. Para poder realizar esto, hay varios aspectos a considerar a la hora de diseñar el sistema:

- Si los desechos sólidos son muy grandes, se debe reducir el tamaño de estos antes de transportarlos.
- La bomba a utilizar debe ser capaz de trabajar con fluidos con alta viscosidad y varios desechos sólidos a la vez.
- Se debe hallar una manera de separar el líquido resultante de la compactación de los desechos y verterlos en el desagüe, para luego embolsar la parte sólida compactada.

Tomando en cuenta estos aspectos, se puede observar en la figura 1, un esquema del diseño general en un diagrama de bloques.

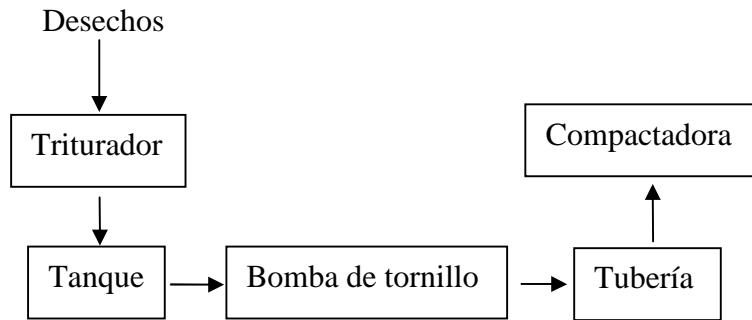


Figura 1. Esquema general del diseño a implementar

En la figura 2 se puede observar dónde iría colocada la compactadora en el área de Almacén. Se necesitarían un espacio aproximado de 2x3 metros.

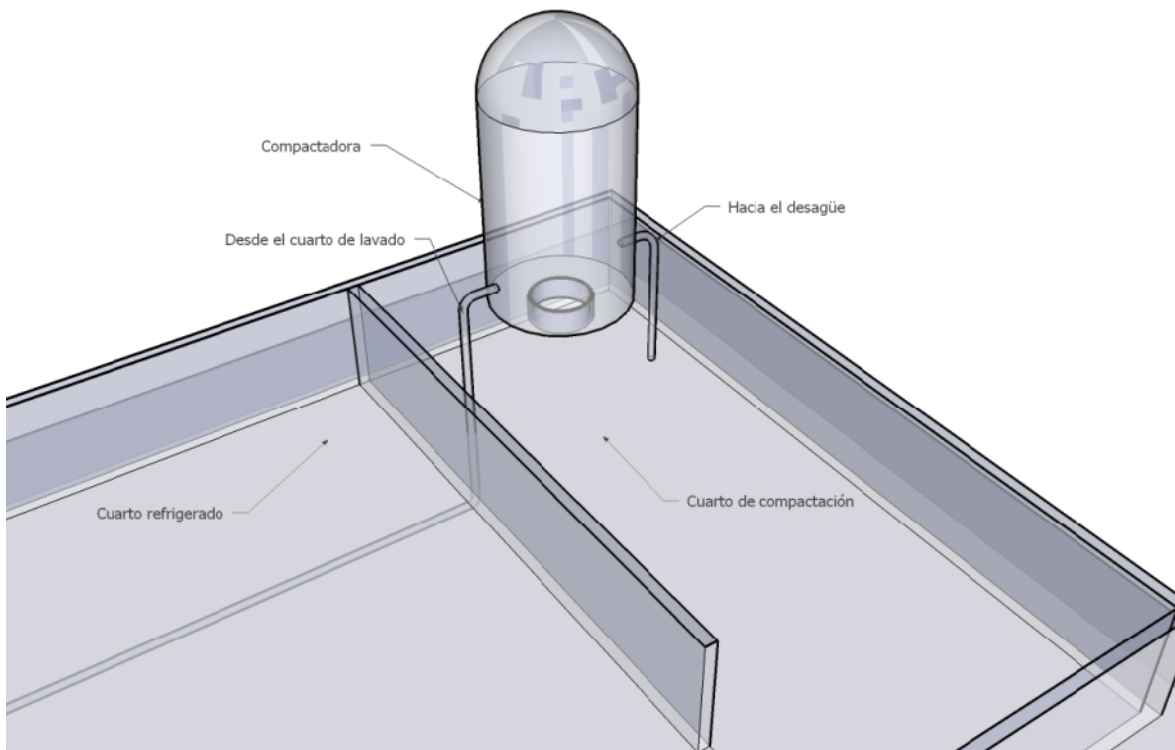


Figura 2. Vista aérea del cuarto donde estará la compactadora

En la zona donde se lavan los platos, iría directamente conectado al lavaplatos a la trituradora, que depositaría los desechos orgánicos en un pequeño tanque para luego ser bombeados hacia la zona de almacenamiento. En a la figura 3 se puede ver un esquema de cómo quedarían dispuestos dichos dispositivos junto con la tubería subterránea.

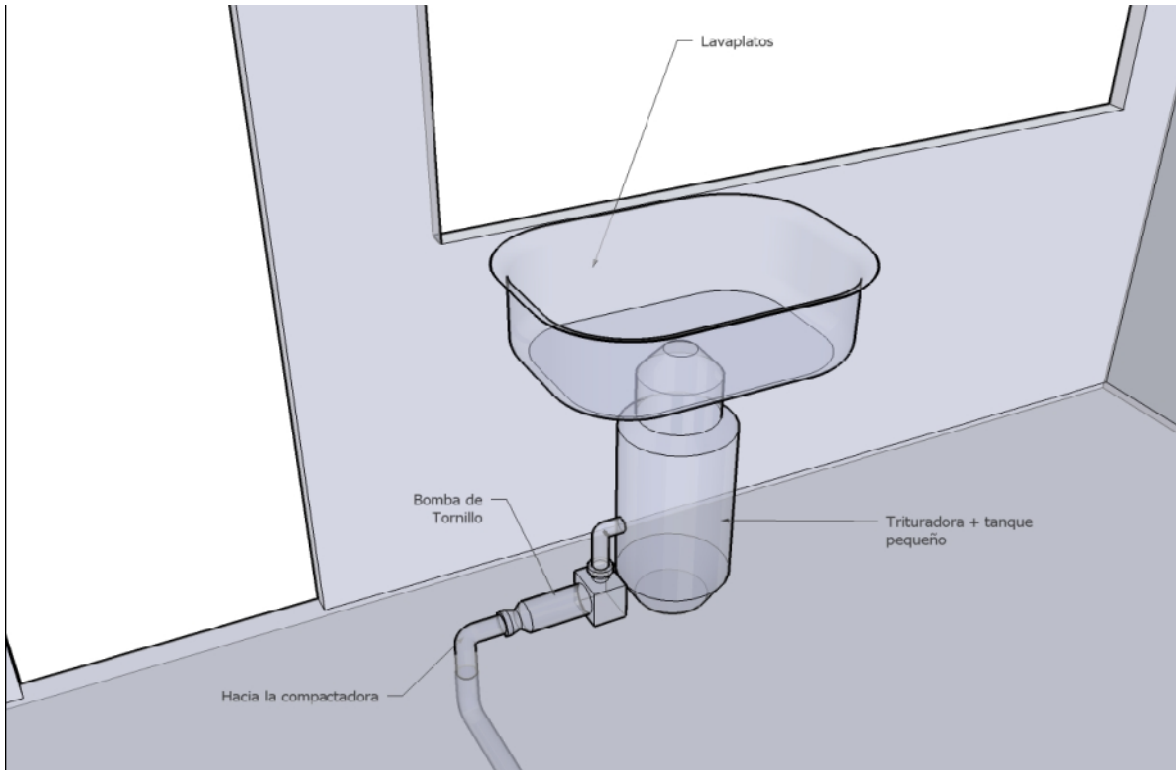


Figura 3. Vista aérea del subsistema Trituradora-Bomba

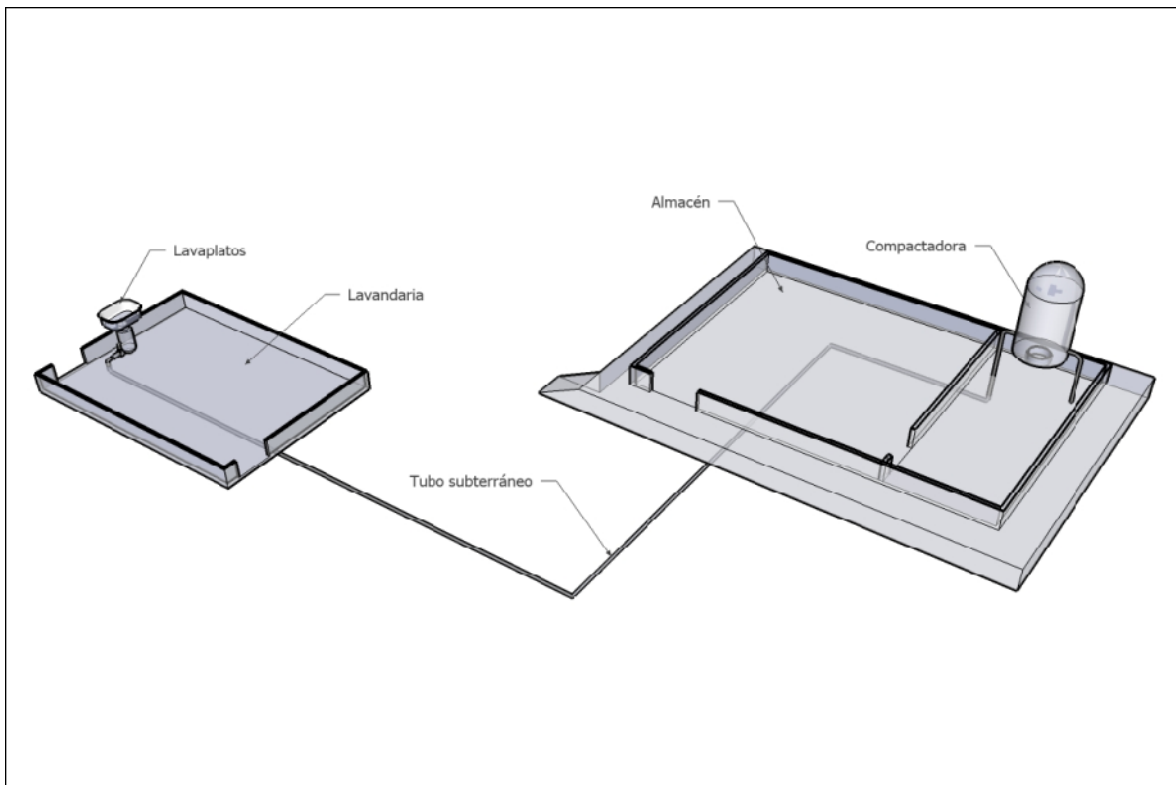


Figura 4. Vista aérea del sistema de automatización completo

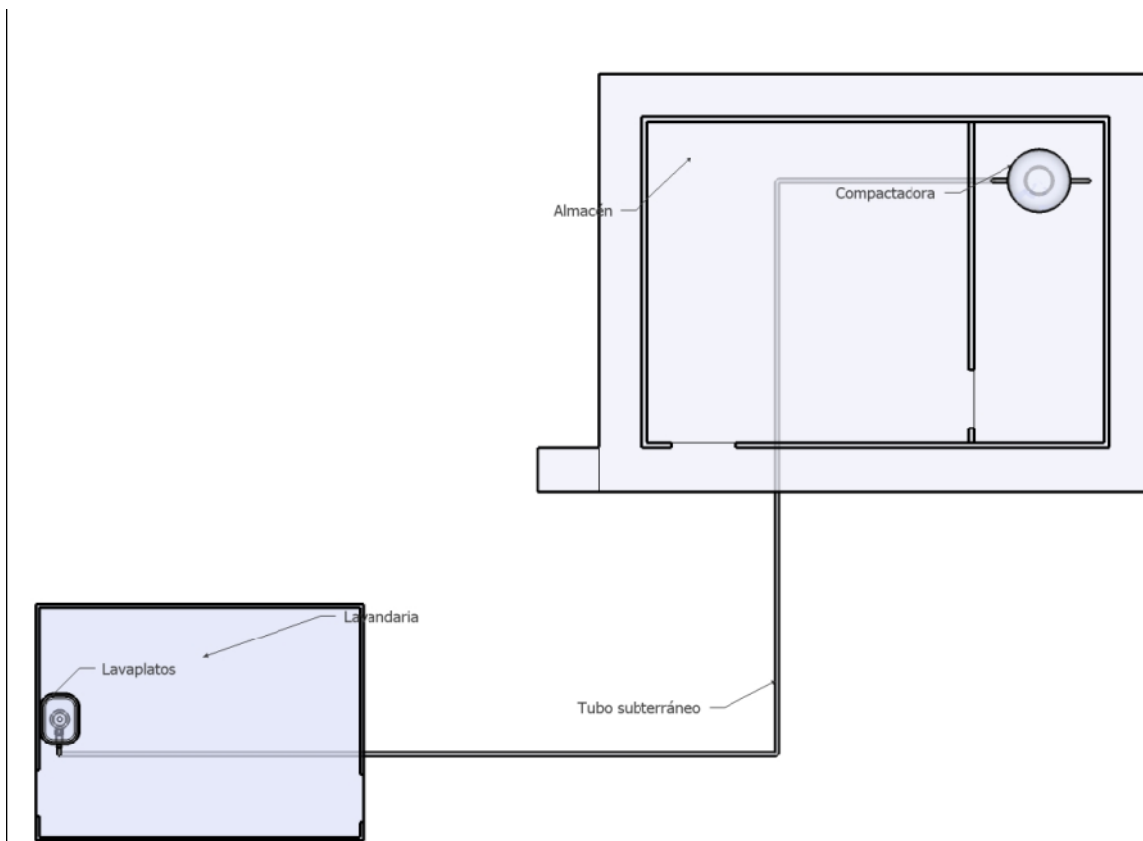


Figura 5. Vista cenital del sistema de automatización completo

En general, la interconexión el sistema completo entre ambas zonas puede observarse en las figuras 4 y 5. Cabe destacar que el tubo subterráneo que se observa, puede no estar completamente enterrado. Se abriría en el suelo espacio para colocarlo, pero se podría tapar con placas de aluminio que permite el paso cómodo de las personas a la vés que facilita el mantenimiento de las tuberías, ya que no hace falta romper el suelo para alcanzarlas, solo sería necesario retirar las placas.

## DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE CADA ETAPA

### *Triturador*

Constituye la primera etapa de transformación de los desechos. El objetivo acá es simple: reducir el tamaño de los restos para que puedan ingresar de manera adecuada dentro de la bomba de tornillo.

Primero se deben verter en el lavaplatos los desechos orgánicos que junto con la ayuda de un surtidor de agua (puede ser una manguera o el mismo chorro que posee el lavaplatos) vayan ingresando a la procesadora en forman constante. Cabe destacar que antes de realizar esta tarea se deben separar los desechos orgánicos de los inorgánicos, éstos últimos van a estar mayormente constituidos por los vasos de los comensales.

Luego de ser triturados, los desperdicios van a ser expulsados por una boquilla de alrededor de unos 5 centímetros de diámetro (2 pulgadas), esto ya va a depender de la procesadora que se consiga y convenga a comprar a la hora de la implantación.

Un esquema básico de una trituradora puede ser el siguiente:

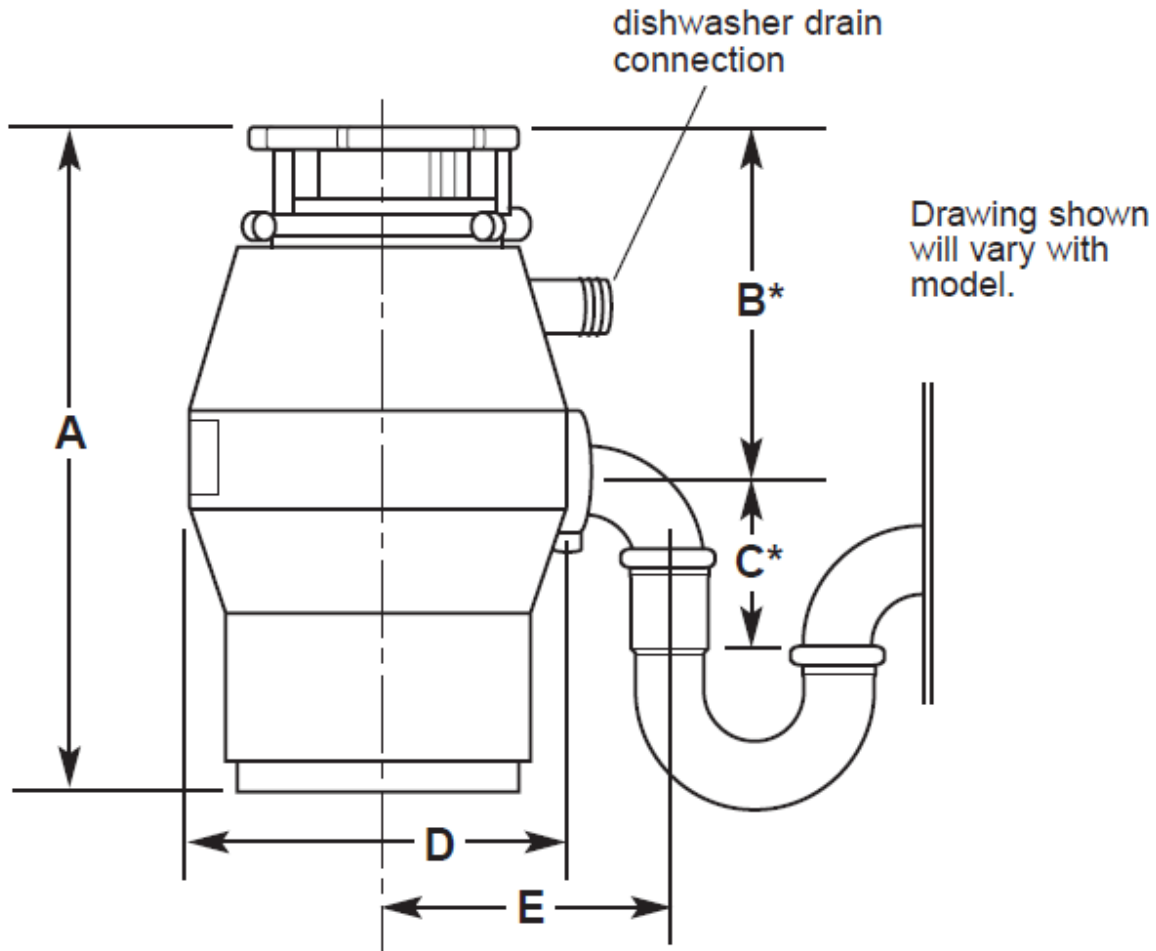


Figura 6. Esquema básico de la trituradora

### *Tanque*

Este tanque puede venir incorporado en algunos modelos de procesadoras, sin embargo se está haciendo la salvedad de que en caso de necesitar alguno se puede construir o comprar un contenedor de forma cilíndrica no más grande que el tamaño de un cuñete de pintura. Es necesario que sea de acero inoxidable o de cualquier otro material resistente a la corrosión o algún material abrasivo y/o degenerativo.

### *Bomba de tornillo*

Al recibir la basura que viene de la procesadora, esta debe ser transportada hasta la compactadora, que está 15 metros en línea recta aproximadamente, por el sistema de tuberías que será mencionado posteriormente. Luego de consultar con algunos expertos en el área se pudo afirmar que las pérdidas por distancia y elevación pueden llegar a estar alrededor de 5 bar. El otro factor a considerar es el de la viscosidad de los residuos, pero este problema se resuelve con la incorporación del agua en la primera fase. Con una bomba de unos 20 bar sería suficiente para cumplir esta tarea.

A continuación se presenta el esquema ilustrativo de una bomba de tornillo, que es la más indicada para manejar materiales viscosos con residuos sólidos:

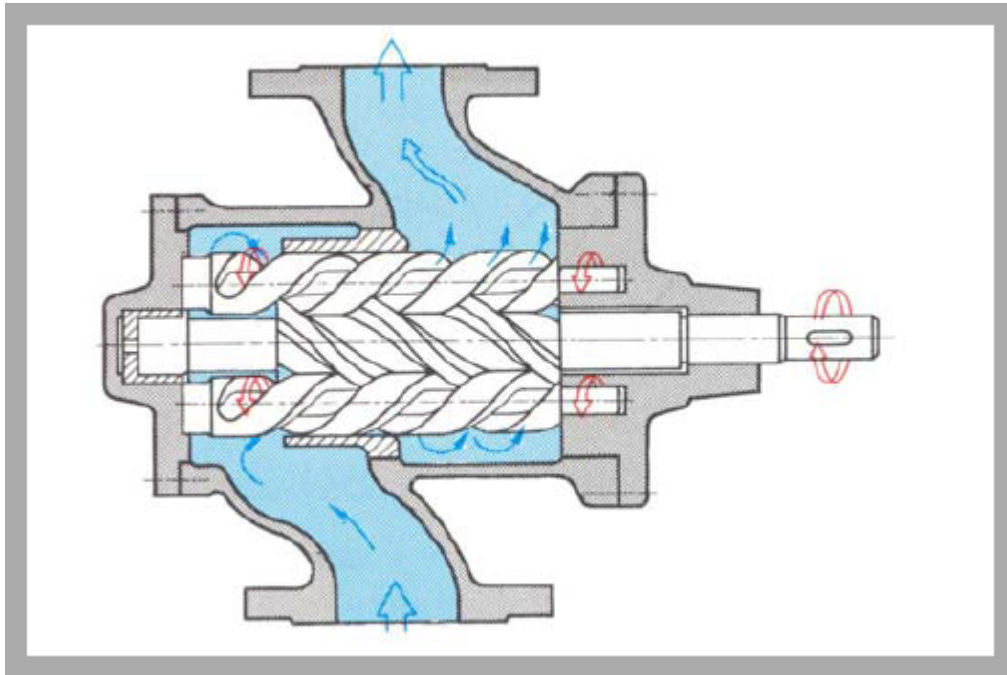


Figura 6. Principio básico del funcionamiento de una bomba de tornillo.

### *Tubería*

Para el transporte de los desechos se emplearán tubos de PVC (Policloruro de Vinilo del inglés *Polyvinyl Chloride*) ya que es lo que se está empleando actualmente porque es más barato, más liviana y más resistente a la corrosión que las tuberías de acero inoxidable o cualquier otro material que se pueda encontrar en el mercado. El diámetro de estos tubos va a ser el mismo que el de la boquilla de salida de la trituradora.

### *Compactadora*

La idea principal de esta última etapa, es filtrar todo el líquido posible de los desechos a la vez que se compactan, y luego verter de forma cómoda dichos desechos en bolsas de basura para su posterior almacenamiento.

Para cumplir con estos requisitos, se planteó un diseño de dos cámaras cilíndricas, una dentro de la otra, más un sistema de pistón que servirá para compactar los desechos.

Como se puede observar en la figura 7, los desechos provenientes de la etapa anterior, son vertidos directamente en la Cámara A. La pared de dicha cámara debe ser una membrana especial capaz de dejar pasar el agua a través de sus poros más no el resto de los desechos sólidos. Con este proceso de filtrado, se logra pasar el exceso de agua a la Cámara B, que irán directamente al desagüe, mientras que los desechos sólidos se compactarán en la

Cámara A. Luego de que la Cámara A esté lo suficiente llena, el pistón puede bajar y comenzar a compactar la basura, esto ayuda a secar aún más los desechos, a la vez que se minimiza el volumen que ocuparán cuando sean almacenados.

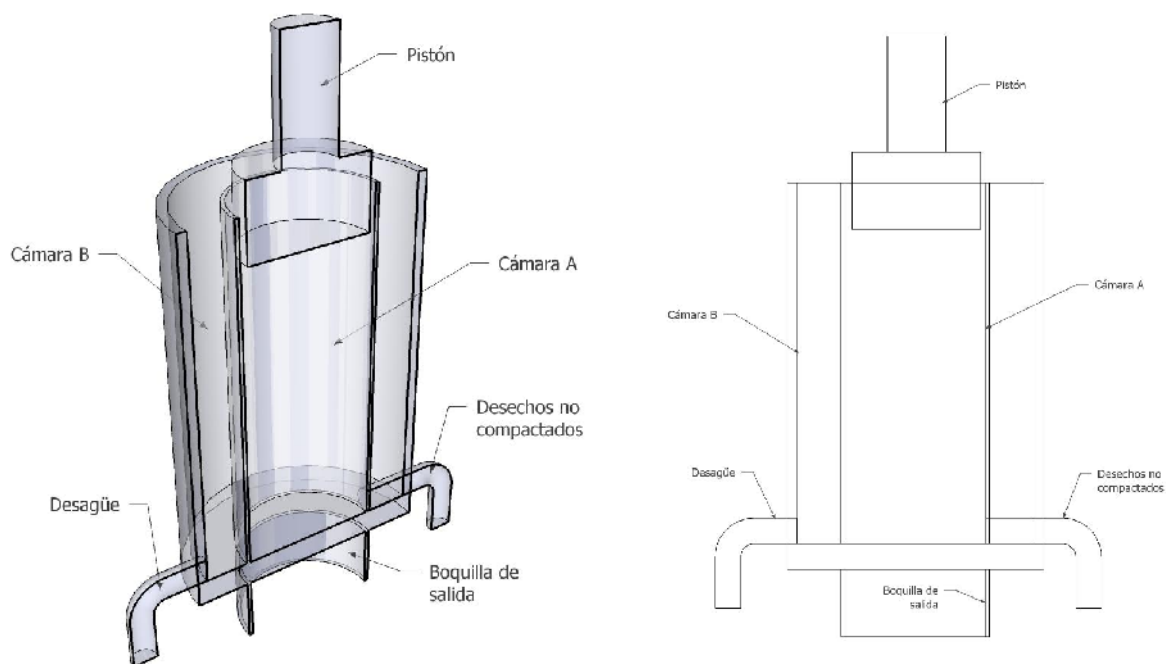


Figura 7. Sistema de filtrado y compactación de desechos

Entre la Boquilla de salida y la Cámara A, debe existir una compuerta capaz de soportar las presiones ejercidas por el pistón. Esta compuerta se abrirá cuando termine el proceso de compactación, para dejar caer los desechos a una bolsa de basura, y luego proceder a su almacenamiento.

### *Consideraciones especiales*

Para que este proceso funcione según lo planeado y no interfiera en el desempeño de las otras etapas del sistema, se deben tomar ciertas consideraciones en cuanto a los sistemas de control y diseño en general del mismo:

- En la Cámara A deben existir dos sensores: uno de presión y uno que mida el nivel de llenura del tanque. La configuración del sensor de presión dependerá de pruebas hechas con desechos reales a tratar, para observar cuánta presión es necesaria para exprimir el líquido suficiente y satisfacer los niveles de humedad predefinidos de los desechos finales. El sensor de nivel de llenura dependerá de pruebas hechas con desechos reales para observar qué nivel de desechos sin comprimir equivale a un volumen predefinido de desechos comprimidos.
- La membrana de la Cámara A es la pieza del sistema que necesitará mayor mantenimiento, ya que es la más propensa a taparse y disminuir la eficiencia del filtrado, por lo que será necesario programar la limpieza de la misma cada cierto

tiempo. Éste tiempo se determinará dependiendo de la capacidad de filtrado de dicha membrana.

- El tubo que conduce los desechos no compactados a la Cámara A, debe tener una válvula cercana a la compactadota que se cierre antes de que el pistón sea bajado para comenzar el proceso de compactación, así se evita la aplicación de presiones innecesarias negativas hacia la bomba de tornillo. A su vez, se debe coordinar el proceso de cerrado de dicha válvula con el apagado de la bomba para evitar presiones excesivas en el sistema de tuberías.
- La compuerta que separa la Cámara A y la boquilla debe abrirse una vez que el pistón deje de ejercer presión sobre los desechos. También, luego del cierre de dicha compuerta es que se puede proceder a la apertura de la válvula de desechos no compactados y al encendido de la bomba de tornillo para continuar con el vertido de desechos en la Cámara A y comenzar el proceso nuevamente.