



DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN COMPACTADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

Jesús David Escobar Giraldo, Jorge Iván Sepúlveda Ocampo, José Alexander Velásquez Giraldo, Cristian David Morales Morales, Nelson Antonio Vanegas Molina

Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de una máquina compactadora de residuos sólidos, instalada en el Centro de Acopio de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín; lugar donde se realiza el proceso de selección, clasificación y aprovechamiento del material reciclable y la compactación de los residuos sólidos no aprovechables; cuyo objetivo es mejorar las condiciones de salubridad de la población universitaria y reducir los impactos directos sobre el medio ambiente que pueden generar dichos residuos. En el artículo se describe el proceso de diseño, fabricación y puesta en marcha del equipo, donde se evidencia finalmente que la máquina compactadora disminuye los residuos sólidos de la Sede Medellín a una cuarta parte de su volumen original, generando beneficios como el aumento de vida útil de los rellenos sanitarios y la disminución en la tarifa de aseo de la Sede Medellín por concepto de recolección de residuos sólidos. Por medio del proyecto se participó en la convocatoria de "Capital Semilla 2014 de la Alcaldía de Medellín" el proyecto fue seleccionado y premiado, y a través de este proceso se logró la creación y actual consolidación de la empresa INNOTECH 360, la cual tiene como una de sus líneas estratégicas el diseño y desarrollo tecnológico de sistemas de compactación.

Palabras clave: residuos; compactar; diseño

Abstract

This paper presents the development of a compactor machine of solid waste installed in the Centro de Acopio de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellin. It is realized in this location the process of selection, classification, and the advantages of

the recyclable material, as well as the compaction of the non-usable material. It's objective is to improve the salubrious condition of the university's population, and reduce the direct impact on the environment that some solid waste generates. In this paper, it is described the design process, manufacturing and operations of the machine, where the compactor machine reduces the solid waste to quarter of its original volume, in the university, thus generating benefits such as increasing the useful life of the sanitary landfill, and decreasing the cost of taxes of the University by concept of solid waste collection. Through this project we were invited to participate in the "Capital Semilla 2014 de la Alcaldía de Medellín". The project was selected and prized, and through the process we got the creation, and actual consolidation of company INNOTCH 360, which has strategy techniques, technological designs, and the development of the compaction system.

Keywords: *solid waste; compaction; design*

1. Introducción

Para las autoridades, instituciones y comunidad, el tema de residuos sólidos es de gran interés y preocupación (Bermúdez, 2009). La cantidad, volumen y tipo de basura ha venido en aumento en las últimas décadas, motivado por la sobrepoblación y el consumismo, todo esto sumado al pobre manejo que se hace con los residuos sólidos. Lo que hace que este problema se convierta en una verdadera amenaza contra la salud humana y contribuya al deterioro estético de los centros urbanos y del paisaje natural, además de promover conflictos sociales y políticos.

La base para el manejo óptimo, incluye la adecuada intervención de las diferentes etapas de una gestión integral de residuos, las cuales involucran la separación en la fuente, la recolección, el manejo, el aprovechamiento, el tratamiento, la disposición final y la organización institucional de una gestión integral del manejo de los residuos sólidos.

Una fase clave e importante durante todo proceso es la compactación, ésta se debe realizar posterior a un proceso de separación y lo que se busca con ella es disminuir el volumen de los residuos sólidos generados. La disponibilidad decreciente del espacio de vertederos y los gastos crecientes por la eliminación de residuos, debido a las medidas de protección ambiental, muestran que la compactación de residuos sólidos está ganando cada vez más importancia, y es considerada como la fase más relevante en este tipo de problemas.

Con la compactación se logra facilitar entre otras las tareas de transporte y almacenamiento de los residuos sólidos, reduciendo el volumen se evita que haya derrames en los contenedores, reduce la propagación de malos olores, mejora la apariencia de los centros de acopio y finalmente prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios.

2. Metodología

Debido al crecimiento en el volumen de los residuos sólidos en los últimos años, ver Figura 1, la Universidad Nacional de Colombia (UN) Sede Medellín dentro de su plan integral de gestión ambiental contempló la implementación de una compactadora de residuos sólidos. Fue así como a través de una asignatura de carácter especial existente en la UN, denominada Proyecto Académico Especial, se propuso realizar el proyecto: “Diseño y fabricación de una máquina compactadora de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín” (Escobar, *et al.*, 2014).



Figura 1. Estado inicial de los residuos sólidos ubicados en el Centro de Acopio del Núcleo del Volador de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

El desarrollo contempló las etapas de diseño conceptual, evaluación y retroalimentación del mismo, concluyendo con un diseño de detalle, que permitió una posterior fabricación de un prototipo funcional, viable técnica y económicamente.

Para el desarrollo del proyecto se tomó como base la metodología propuesta por autores reconocidos en el área de diseño mecánico (Cross, 2012), (Kaminski, 2000), (Dym, *et al.*, 2000) y siguiendo las siguientes etapas:

- Análisis del manejo actual de los residuos sólidos en la UN Sede Medellín.

Se analizó el proceso realizado por la empresa contratista encargada del manejo de residuos sólidos en la UN Sede Medellín, entre ellas: la separación de los residuos, el espacio para llevar a cabo el proceso, elementos y herramientas utilizados en el proceso, y los desplazamientos realizados por los operarios en esta actividad. Este proceso se representa en la Figura 2.

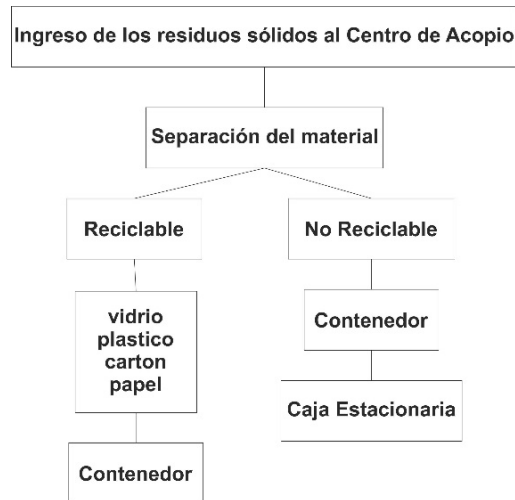


Figura 2. Proceso del manejo de residuos sólidos, en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Los operarios realizan la clasificación de los residuos y los depositan en un contenedor, para finalmente llevarlo a una caja estacionaria donde se almacena hasta su recolección final, actividad que realiza una empresa prestadora de este servicio.

Con base en las necesidades, se definieron los parámetros del proyecto y se establecieron los criterios de diseño mecánico; en el cual se tendría una estructura de compactación fija y un contenedor móvil de compactación, que ayudaría a los operarios en la disposición final de los residuos sólidos, ya que el área de separación y el área de disposición final de residuos sólidos no se encuentran ubicados en el mismo sitio.

- Ensayos de laboratorio preliminares. Para la selección adecuada de la unidad hidráulica de potencia (INDISA, 2014) requerida para realizar la compactación, se realizó una serie de pruebas previas en un laboratorio de la Universidad, como se puede ver en la Figura 3, ello con el fin de determinar la fuerza de compactación adecuada para obtener una relación de compactación de 4:1. Se compactaron residuos sólidos de diferentes características y se consideraron variables como la densidad y caracterización de los residuos compactados.



Figura 3. Pruebas de compactación realizadas en un laboratorio de la Universidad.

Obteniendo así una fuerza de compactación de 1.5 toneladas, requeridas para cumplir con la relación de compactación solicitada de 4:1.

- Diseño de la máquina de compactación, fabricación del prototipo y puesta a punto: Para el diseño mecánico, el equipo se dividió en tres módulos (estructura principal, unidad de potencia hidráulica y contenedor móvil de compactación), como se muestra en la Figura 4.

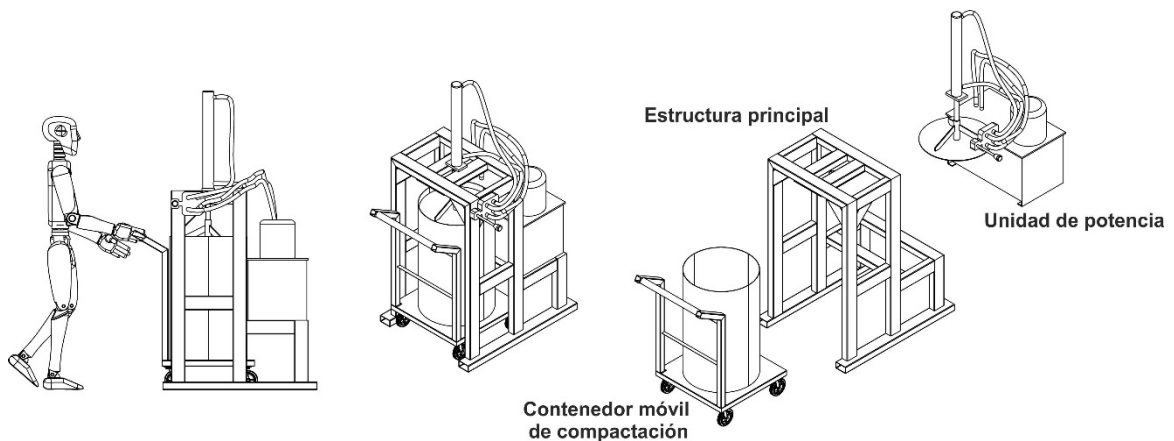


Figura 4. Diseño conceptual de máquina compactadora de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

La fabricación de la máquina compactadora se realizó en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del Departamento de Ingeniería Mecánica de la UN Sede Medellín, donde se realizó el procedimiento de soldadura de la estructura principal, y el montaje y ensamblaje de todos los componentes estructurales secundarios. El proceso de soldadura se llevó a cabo por uno de los estudiantes del proyecto, por medio del proceso de soldadura MIG, como se observa en la Figura 5.



Figura 5. Proceso de soldadura de la estructura principal del equipo de compactación.

Después de finalizado la gestión de selección y compra de todas las componentes secundarias y de la fabricación de todas las partes se procedió al ensamblaje de la máquina, en la Figura 6 se pueden observar todas las partes del equipo de compactación.



Figura 6. Componentes desmontadas de la máquina compactadora de residuos sólidos.

3. Descripción de la máquina compactadora

La máquina compactadora consta de una estructura principal en acero estructural, en la cual se ensamblan los demás elementos que comprenden la unidad hidráulica de potencia, como son: el actuador hidráulico, el depósito de lubricante, la bomba hidráulica, (que opera a una presión promedio de 800 PSI) y el mando de accionamiento mecánico. También comprende un contenedor móvil de compactación, fabricado en acero inoxidable donde se realiza la compactación de los residuos sólidos y permite por medio del sistema de rodadura implementado en su parte inferior, transportar el material compactado hasta las cajas estacionarias, sitio donde se almacenará ya compactado para su recolección final.

- **Componentes Mecánicos:** La estructura principal de la máquina compactadora está construida con perfiles de acero estructural de sección rectangular con dimensiones de 50mm x 90mm x 2 mm de espesor. El cuerpo estructural inferior del contenedor móvil de compactación está construido con perfiles de acero estructural de sección rectangular con dimensiones de 50mm x 90mm x 2mm de espesor. Cuenta con una placa base y un tanque cilíndrico de 500mm de diámetro construido en acero inoxidable al cual se le implementaron dos cierres mecánicos para facilitar la apertura y cierre, un sistema de rodadura compuesto por cuatro ruedas con una capacidad de carga de 450kg, donde dos de las ruedas cuentan con freno mecánico para asegurar el contenedor en su posición.
- **Componentes Hidráulicos:** La unidad hidráulica de potencia de la máquina está compuesta por un cilindro hidráulico de doble efecto situado en la parte superior de la estructura principal, un depósito de lubricante con capacidad de 10 galones, una bomba hidráulica de paletas de 3GPM @1800 rpm, un distribuidor, y las conducciones correspondientes para el acople y correcto funcionamiento de todo el circuito hidráulico.
- **Componentes eléctricos:** Comprende un motor eléctrico de 2HP @1800 rpm Monofásico a 110V.

4. Resultados

La máquina compactadora es instalada en el Centro de Acopio de residuos sólidos del Núcleo el Volador de la UN Sede Medellín, como se muestra en la Figura 7, anclada de

su base al piso. La máquina es operada por el personal responsable del manejo de los residuos de la Sede, los cuales realizan la separación de los elementos aprovechables y posteriormente realizan la compactación del material que no puede ser reciclado, por medio del equipo de compactación diseñado y construido.



Figura 7. Máquina compactadora de residuos sólidos diseñada y construida, y que se encuentra en funcionamiento en el Centro de Acopio del Núcleo el Volador de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Luego de realizar la instalación y puesta a punto del sistema de compactación, se realizaron pruebas de operación y funcionamiento del equipo, donde se buscaba verificar las condiciones óptimas de operación del equipo, en condiciones reales de trabajo, considerando además tiempos de operación de la máquina, eficiencia, población de la comunidad universitaria y relación de compactación. Durante las pruebas se logró comprobar y concluir un promedio en la relación de compactación de 4:1, ello para material sin clasificar y se evidencia una relación de compactación de 6:1 para un material caracterizado.

5. Conclusiones

El proyecto permitió a través del diseño y fabricación de un equipo de compactación generar un gran impacto en la comunidad universitaria y en todas las estrategias del Plan Integral de Gestión Ambiental de la Universidad. Las condiciones de operación y del proceso del manejo de residuos sólidos en el Centro de Acopio de la UN Sede Medellín se mejoraron notablemente, evidenciando un proceso más limpio, ordenado, seguro y mitigando muchos agentes adversos que existían antes de la implementación del equipo de compactación. El equipo diseñado es de fácil operación y logra disminuir el volumen de residuos sólidos generados en la Sede Medellín en una relación mínima de 4:1 disminuyendo el volumen de los residuos sólidos generados y la tasa de aseo que debe pagar la Sede por concepto de disposición final de sus residuos. Con el proyecto se logró que los integrantes implementaran una idea de negocio que fue

reconocida en diferentes medios de comunicación (Zapata, 2015), (Facultad de Minas, 2014) y premiada por la Alcaldía de Medellín y consolidada a través de la creación de la empresa INNOTECH 360, en la cual los miembros del proyecto han permitido potenciar su formación académica y su proyección profesional.

6. Referencias

- Bermúdez, C.I. (2009). Manejo de residuos sólidos. Revista de la Facultad de Ingeniería. Universidad Militar de Nueva Granada.
- Cross, N. (2012). Métodos de diseño. Estrategia para el diseño de productos. Engineering design methods. Traducción de Fernando Pérez Vásquez. México. Limusa. Wiley, pp. 80.
- Dym, C.L. and Little, P. (2000). Engineering desing. A project based introduction. Jhon Wiley and Sons. New York, pp. 135.
- Escobar, J.D., Sepulveda, J.I., Velásquez, J.A., y Morales, C.D. (2014). Proyecto académico especial. Diseño y fabricación de un prototipo de compactación de residuos sólidos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, pp. 6.
- Facultad de Minas. (2014, agosto). Estudiantes de la Facultad de Minas fueron ganadores del concurso Capital Semilla. Consultado el 29 de agosto del 2014 en <http://www.minas.medellin.unal.edu.co/index.php/es/home/2-info-minas-unal/noticias/481-estudiantes-de-la-facultad-de-minas-fueron-ganadores-del-concurso-capital-semilla>.
- INDISA S.A. (2014). Manual técnico de equipo compactador de residuos sólidos. Hidromecánica. Ingeniería de Proyectos. División Hidráulica y Neumática, Medellín, pp. 10.
- Kaminski, P.C. (2000). Desenvolviendo productos com planejamento criatividade e qualidade. Libros técnicos e científicos. Editorial S.A. Rio de Janeiro. Brasil, pp. 98.
- Zapata, G.O. (2015, marzo). Estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín crean compactadora de basura. Periódico El Colombiano. Medellín, pp. 22.

Sobre los autores

- **Jesús David Escobar Giraldo:** Estudiante de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. jdescobarg@unal.edu.co
- **Jorge Iván Sepúlveda Ocampo:** Estudiante de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. jisepulvedao@unal.edu.co
- **José Alexander Velásquez Giraldo:** Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. joavelasquezgi@unal.edu.co
- **Cristian David Morales Morales:** Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. crdmoralesmo@unal.edu.co
- **Nelson Antonio Vanegas Molina:** Ingeniero Mecánico, Magister Ingeniería Mecánica, Profesor Departamento Ingeniería Mecánica. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. nvanegas@unal.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)