



Diseño y construcción del prototipo Separador magnético

Luisa José Tapia^a, Guadalupe Escartín González^a, Diana Daniel José^b

^aCentro de Estudios Científicos y Tecnológicos 2 “Miguel Bernard” Instituto Politécnico Nacional. Av. Nueva Casa de la moneda 133, Lomas de Sotelo, 11200. Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

^bCentro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Santo Tomás (CICS-UST). Instituto Politécnico Nacional. Av. de los Maestros, Santo Tomás, 11340. Miguel Hidalgo, CDMX.

ARTICLE INFO

Received: 15 de diciembre de 2023

Accepted: 24 de marzo de 2024

Available on-line: 30 de mayo de 2024

Keywords: Aula invertida, materiales educativos digitales, enseñanza.

Keywords: Prototipo, separador magnético, enseñanza.

E-mail addresses:

Luisa_jt@yahoo.com.mx
escartin@ipn.mx
dianithadaniel@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2024 All rights reserved

ABSTRACT

Magnetic separators are used to remove ferrous materials, which reduces the risk of injuries and accidents in the workplace. It also allows more efficient separation of materials and reduces the amount of waste generated during the production process. This is particularly important in industries such as mining, where metallic objects can cause damage to machinery and nearby individuals. The development of the functional magnetic separator prototype was achieved by applying the knowledge acquired in the technical metallurgy career. Methodologically, the work is supported by a survey conducted with 92 students from the Metallurgy technician program at the Center for Scientific and Technological Studies No. 2 of Upper Secondary Level. The survey results, show the students perception of the magnetic separation topic within the metallurgy career and the usefulness of a magnetic separator in the Metallurgy learning unit. Concluded this work, it is through that the developed magnetic separator prototype is capable of effectively separating magnetic and non-magnetic materials.

Los separadores magnéticos son utilizados para eliminar materiales ferrosos, lo cual reduce el riesgo de lesiones y accidentes en el lugar de trabajo. También permite una separación más eficiente de los materiales y disminuye la cantidad de residuos generados durante el proceso de producción. Esto es especialmente importante en industrias como la minería, donde los objetos metálicos pueden causar daño a maquinarias y personas cercanas. El desarrollo de la tesis del prototipo funcional de separador magnético se logró mediante el uso de los conocimientos adquiridos en la carrera técnica de metalurgia. Metodológicamente el trabajo se apoya en una encuesta realizada a 92 alumnos de la carrera de técnico en Metalurgia del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2 del Nivel Medio Superior. Los resultados de la encuesta muestran la percepción de los estudiantes sobre el tema de la separación magnética dentro de la carrera de metalurgia y la utilidad de un separador magnético en la unidad de aprendizaje de Metalurgia. Mediante el presente trabajo se concluye que el prototipo de separador magnético desarrollado es capaz de realizar una separación efectiva entre materiales magnéticos y no magnéticos.

I. INTRODUCCIÓN

La separación magnética es un método comúnmente usado en distintos campos y consiste en la separación de mezclas que usa la susceptibilidad y la propiedad magnética de los materiales, de alguno de los dos componentes de la mezcla atrayéndolo.

El separador magnético es una herramienta ampliamente usada en la industria metalúrgica en específico en la minería, principalmente es usada para la eliminación de impurezas. El separador magnético usa las propiedades magnéticas que los minerales poseen para así atraerlos y separarlos de impurezas como arena y algunos contaminantes ferrosos. El separador magnético es de gran utilidad en el procesamiento de las menas además de que evita problemas a futuro en el mismo procesamiento de la mena, ya que de esta forma se lleva a cabo la limpieza del mineral que posteriormente va a ser tratado.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al grado de contaminación que generan otros métodos de separación se desea realizar un tipo de separación que sea menos dañino al medio ambiente. Se realizará un prototipo de separador magnético.

El propósito de realizarlo es resolver problemas de producción en la industria a la hora de un proceso de separación de materiales magnéticos ferrosos y no ferrosos, así como problemas ambientales y proporcionar prototipo didáctico al taller de metalurgia.

Para hacer este proyecto se cuenta con el apoyo de los docentes de la carrera, de otras áreas como física, de la carrera de máquinas, egresados de ciclos pasados. Se realizará un diseño con el apoyo de programas de diseño, tanto materiales, laboratorios y equipos proporcionados por el taller de metalurgia, también como de los padres de familia que apoyan por la parte económica. Se tiene programado para febrero a junio el ciclo 2023-2. Dentro de las instalaciones del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos “Miguel Bernard”.

III. JUSTIFICACIÓN

El proyecto tiene como objetivo proporcionar un equipo de separación magnética que va a beneficiar a los alumnos en torno a los conocimientos de la herramienta, la construcción, uso y mantenimiento de la misma y el lugar que tiene en la industria, es por ello que se desarrolla este proyecto de investigación.

El proyecto se realiza con el motivo de reforzar conocimientos y aplicarlos los mismos, que se adquirieron en la carrera. Así como también poder obtener mejoras en el prototipo.

Principalmente, la finalidad de ampliar los aprendizajes y aplicar los conocimientos adquiridos de manera teórica y práctica, y de esta manera obtener experiencia formativa.

Personalmente, la motivación del proyecto que se seleccionó no es muy nombrado y los estudios que hay sobre él son pocos, por lo cual el escoger el tema como investigación para ampliar los propios conocimientos e informar a los demás fue uno de los motivos, además del interés sobre el tema. El separador magnético es un equipo que forma parte de los procesamientos de minerales y ayuda a la limpieza del material, para facilitar el trabajo, y sustituir al trabajo manual que puede resultar complicado y peligroso.

La utilidad de este proyecto es facilitar el proceso de refinación de los metales, ya que el separador magnético se utiliza en industria para una selección y separación de los materiales ferrosos de los residuos o desechos que no se aprovechan, al mismo tiempo pretende conocer a fondo la separación magnética y los distintos conceptos que la engloban y así también brindar un apoyo al área de Metalurgia en el taller puede ser utilizado en prácticas escolares y para un mejor entendimiento y enseñanza del tema.

La separación magnética tiene distintos alcances sociales en diferentes ámbitos, en la industria es de gran importancia siendo un proceso que elimina materiales residuales, requerido en distintos sectores como el del reciclaje y molienda y refinación de minerales y en el ámbito escolar tendrá impacto en la apreciación del separador magnético para tener una mejor visualización del proceso para tratamiento de minerales.

Este proyecto ayudará a resolver problemas reales, así como prácticos, un ejemplo de esto es a la hora del aprendizaje de los alumnos apoyándose en este separador, a su vez en algún problema real presentado dentro de la industria, como lo es la separación de material magnético, dando solución a las problemáticas reales.

Ayuda a presentar de manera teórica y práctica la teoría magnética aplicada en la tecnología y el proceso de refinamiento para facilitar su aplicación, así mismo para comprobar esta teoría, dándole un uso real dentro de varias industrias, principalmente en la metalurgia. Ayuda a identificar necesidades para así poder innovar una herramienta de trabajo o un equipo, que permita comprender y explicar de manera más práctica la aplicación del separador magnético.

Se basa en un proceso ya descrito y lo desarrolla. Algunos de los métodos en los que se basa son técnicas de simulación (prototipo), uso de técnicas, modelado en 3D, en el método de investigación.

El trabajo de investigación crea la sugerencia de un ajuste al equipo en general, su construcción y su funcionamiento, además de la explicación del mismo, como es aplicado y la importancia que representa en el proceso de limpieza o separación de minerales. La finalidad del trabajo de investigación también es la de titular al equipo de investigación, usando este trabajo como apoyo a los estudios y experiencia que se adquirieron durante el curso de la carrera de metalurgia.

Si se diseña y fabrica un separador magnético para la unidad de aprendizaje de Metalurgia, para así entonces se mostrar las partes de la máquina, explicar el uso y los temas de separación magnética y limpieza de minerales. Se espera que el prototipo sea de ayuda para que los alumnos comprendan de mejor manera los contenidos.

IV. MARCO TEÓRICO

La separación magnética funciona en base a las grandes diferencias de susceptibilidad magnética que pueden existir entre los componentes de una mezcla. Cuando se exponen a un imán o electroimán, todas las sustancias que responden a la fuerza magnética cambian mientras que el resto permanece en su lugar.

Las propiedades magnéticas de una sustancia pueden demostrarse suspendiendo de un hilo fino un pequeño objeto esférico cerca de los polos de un potente electroimán. Si el objeto es de hierro o de un material ferromagnético será traído hacia la región en el que el campo es más intenso. No es tan conocido el hecho de que toda sustancia está influida por el campo, aunque en un grado mínimo comparada con un material como el hierro. Algunas sustancias como el hierro, son atraídas hacia la región más intensa del campo y otras son empujadas hacia la región de campo más débil las primeras se denominan sustancias paramagnéticas y las segundas diamagnéticas todas las sustancias incluidos líquidos y gases pertenecen a uno de estos dos grupos.

El desprendimiento de partículas residuales es un peligro común asociado con el uso de separadores magnéticos es la posibilidad de que las partículas se caigan de los imanes y entren en la máquina en grandes cantidades, lo que podría afectar a los componentes sensibles. Este riesgo se puede reducir si el separador magnético se ubica en la línea de drenaje o si se instala un filtro convencional antes del separador magnético para capturar las partículas que migran. El riesgo de desprendimiento de partículas es mayor en condiciones de flujo máximo, arranque en frío, golpes, alta viscosidad del aceite y/o altas tasas de flujo (Paca, 2022).

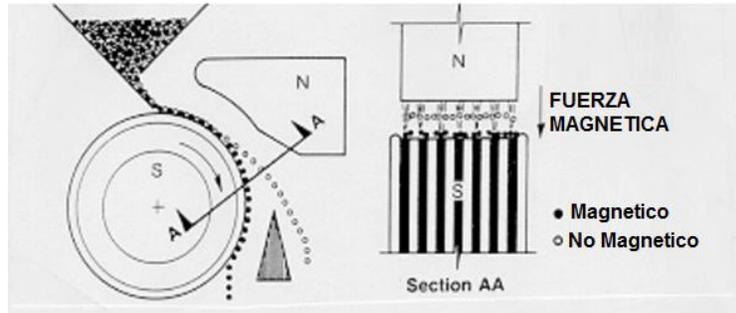


Figura 1. Principio de operación del separador magnético.

Tomado de: www.911metallurgist.com

Los separadores magnéticos aprovechan la diferencia que los minerales presentan respecto a sus propiedades magnéticas. De este modo, se emplean para separar los minerales y obtener diferentes productos clasificados según su importancia comercial y de uso industrial. De esta forma, los separadores podrán emplearse para separar un producto magnético de alto valor de otro considerado como ganga que sería eliminado como estéril (por ejemplo, separar la magnetita del cuarzo). O bien, separar un mineral magnético de otros minerales no magnéticos (por ejemplo, obtener wolframita o magnetita a partir de minerales de estaño (casiterita)). En general, se puede decir que todas las sustancias se ven afectadas al ser sometidas a la acción de un campo magnético, sin embargo, algunas sustancias presentan un efecto demasiado débil como para ser detectadas.

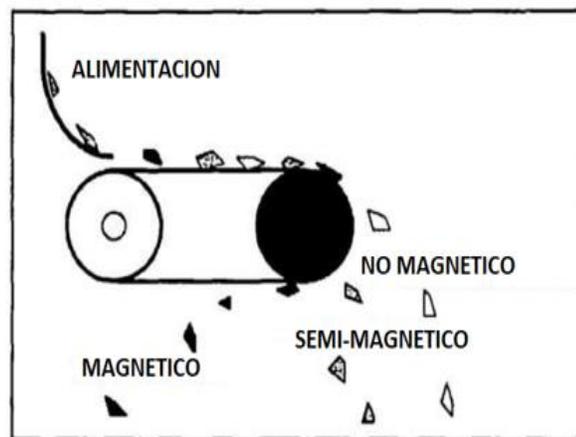


Figura 2. Principio de Operación de un Separador de Rodillo Magnético.

Tomado de: www.911metallurgist.com

Es un equipo metalúrgico cuyo objetivo, como su nombre lo indica es para los materiales magnéticos de los magnéticos, y de esta manera clasificarlos. Sirve para eliminar impurezas y otros elementos no magnéticos del metal. Este instrumento reemplaza al humano y automatiza el proceso de limpieza y separación de los metales, lo automatiza para el beneficio del proceso y hace que este sea mucho más rápido y eficaz.

IV.1 Materiales y equipo

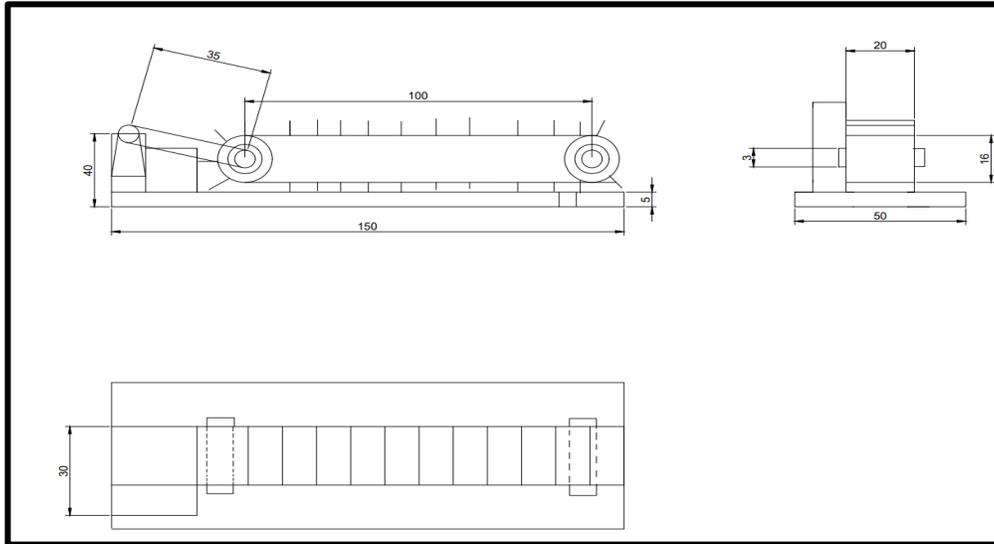
Tabla 1. Especificaciones de los materiales para la construcción del prototipo.

Material/Equipo	Especificaciones Técnicas	Imagen
Baleros	R14-OPEN Ball Bearing de ranura profunda 0.875" x 0.875" x 0.375".	
Polímero	Cilindro de silicona	
Banda	Banda transportadora con empujadores.	
Flecha	Flecha recta P/ Bomba 25v Vickers, D 7/8"	
Motor monofásico	Motor Acros Supermatic de 120v	

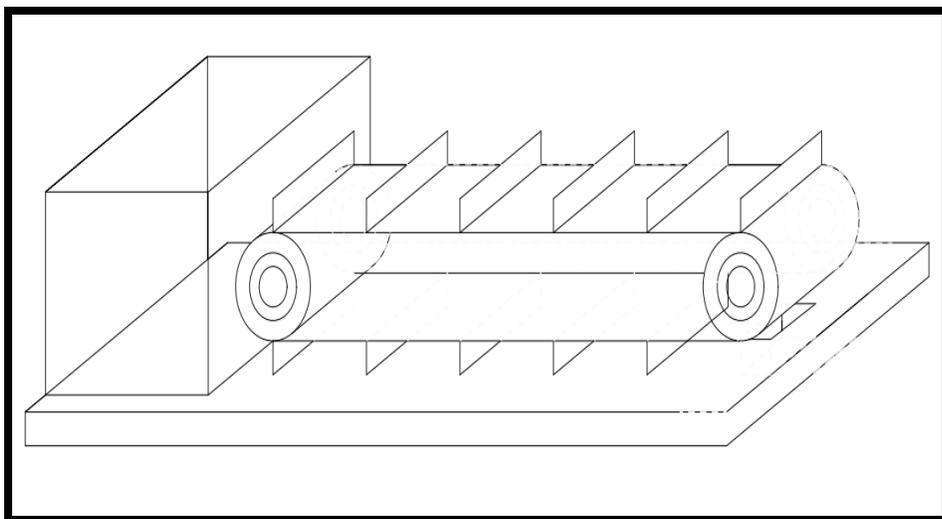
Polea	Polea acanalada de FHP; Polea del V-belt; alesaje del buje.	
Esmeril	Esmeriladora DeWalt DWE4120-B3 900W.	
Taladro	Taladro Bosch Gbm 10 Re De 600w.	
Electrodos	Truper E6013-4, Electrodo 6013 de 1/8"	
Banda	Correa de transmisión, correa dentada cerrada de caucho.	
Engranaje	Engranaje planetario utilizado para disminuir la velocidad de la banda.	
Tubular cuadrado	Perfil de acero, tubular cuadrado de 15"	
Triplay	Triplay De Pino de 1.20x2.4 m	

V. DISEÑO

Se pretende desarrollar un separador magnético que cumpla con los requerimientos necesarios para su buen funcionamiento, esto incluye su capacidad para separar los materiales magnéticos y ferrosos de la mezcla, el movimiento de la banda por medio del motor, calidad y eficiencia. Para así obtener un resultado favorable para el medio ambiente, la enseñanza en las unidades de aprendizaje de metalurgia con un prototipo funcional, la reducción de tiempo y costos en comparación a otros equipos.



Vistas



Isométrico

V.1 Guía de Operación de un Separador Magnético

Inspección previa

Antes de poner en marcha el separador magnético, asegúrate de que todos los componentes estén en buenas condiciones y no presenten daños visibles.

Verifica que no haya objetos o materiales extraños dentro del separador que puedan afectar su funcionamiento.

Asegúrate de que el separador magnético esté correctamente conectado a la fuente de alimentación y que todos los cables estén en buen estado.

Panel de control

Familiarízate con el panel de control del separador magnético. Este panel contiene varios interruptores, botones y medidores que se utilizan para controlar y monitorear el equipo.

Lee atentamente las etiquetas y los símbolos en el panel de control para comprender su función.

Encendido del equipo

Antes de encender el separador magnético, verifica que todos los interruptores de alimentación estén en la posición "Apagado" o "Off".

Asegúrate de que el interruptor principal de alimentación esté en la posición "Apagado" o "Off".

Si el separador magnético tiene un interruptor de encendido independiente en el panel de control, asegúrate de que esté en la posición "Apagado" o "Off".

VI. PROCESO

La separación magnética tiene dos aplicaciones: la eliminación de partículas de hierro de una mezcla y la separación de elementos magnéticos, de otros no magnéticos (mezcla homogénea). Para utilizar este método de separación la mezcla homogénea ha de cumplir con la siguiente característica: Uno de los componentes ha de tener integrado propiedades magnéticas (Rodríguez, 2013).

Es un proceso utilizado para separar dos sólidos (uno de los cuales debe ser ferroso o tener propiedades magnéticas). Los separadores magnéticos aprovechan la diferencia en las propiedades magnéticas de los componentes minerales. Todos los materiales se alteran de alguna manera cuando se colocan en un campo magnético, aunque en la mayoría de las sustancias, el efecto es demasiado ligero para detectarse. En la separación magnética la unidad más utilizada es el Gauss (G).

La separación magnética funciona en base a la enorme diferencia de susceptibilidad magnética que puede haber entre los componentes de una mezcla. Todos aquellos que respondan al magnetismo sufrirán modificación al exponerse a un imán o electroimán, dejando en su lugar al resto.

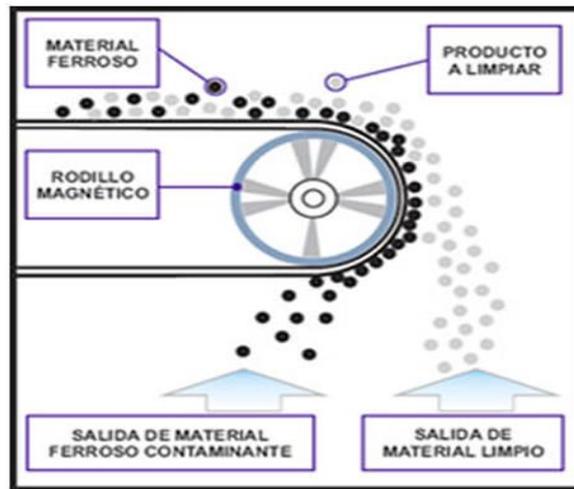


Figura 11. Separación del material a limpiar y el material ferroso.

Tomado de: centromagnetico.com

VII. METODOLOGIA

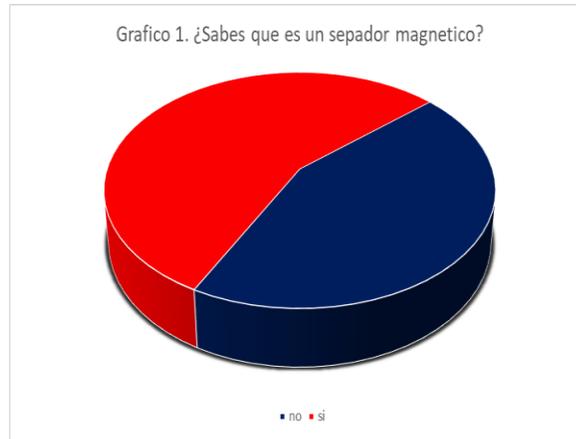
Población y muestra

La población a la que se realiza esta encuesta son los alumnos de sexto semestre del CECYT 2 del Nivel Medio Superior.

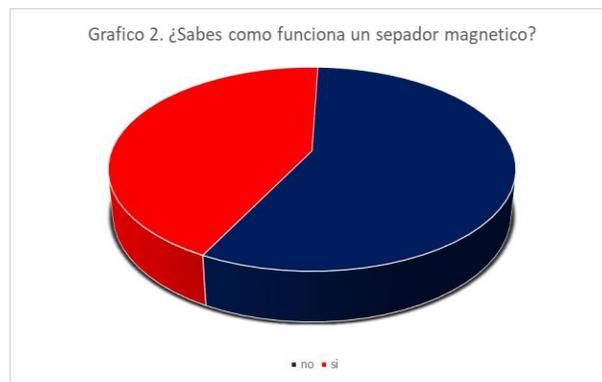
Como muestra específica esta encuesta fue realizada a 92 alumnos de la carrera de técnico en Metalurgia y da como resultado la percepción del tema de separación magnética dentro carrera de metalurgia y el aprovechamiento de un separador magnético útil en la unidad de aprendizaje de Metalurgia.

Análisis e interpretación de resultados

A continuación se presentan los resultados por medio de gráficas circulares y de barras, de la encuesta realizada a los alumnos de metalurgia.



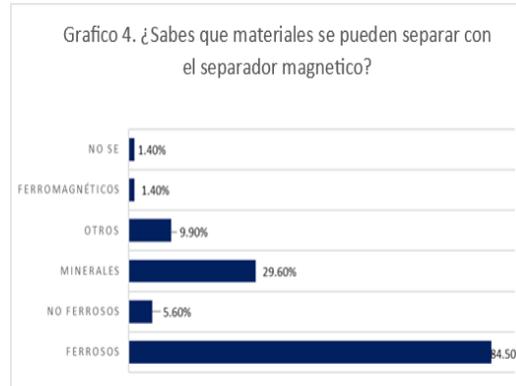
En la gráfica 1 se puede observar que a 44% de las personas a las que se realizó la encuesta no conocen lo que es un separador magnético, en cambio un 56% si lo conoce



Se observa que el 57% de las personas no conocen bien el funcionamiento de un separador magnético, frente a un 41% que tienen la idea del proceso de este mismo.



El 100% de la población a la que se le aplicó la encuesta ha utilizado un imán por lo tanto tienen una experiencia de cómo funcionan y cómo se aplican los imanes.



El 84% de las personas saben que los materiales ferrosos se pueden separar por medio del separador magnético, otra mayoría del 29.60% piensa que son los minerales y dos minorías de 1.4% creen que son materiales ferromagnéticos y otro porcentaje igual que no saben qué materiales se pueden separar a partir de esta máquina.



El 92% de la muestra creen que el taller de metalurgia si tiene que tener un separador magnético, esto debido a la importancia que tiene en diversas prácticas, sin embargo un 8% no lo ven necesario.

La encuesta muestra que los estudiantes de metalurgia tienen un buen conocimiento del separador magnético y su función. El estudio de mercado también revela la importancia que tiene el separador magnético tanto en el taller de metalurgia como en la industria. En general, los estudiantes tienen una opinión positiva acerca del prototipo del separador magnético.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que con el prototipo de separador magnético logró realizar una separación eficaz de los materiales magnéticos y no magnéticos. El prototipo demostró su durabilidad y fiabilidad durante las pruebas, sin embargo, es necesario llevar a cabo pruebas adicionales y un monitoreo continuo para evaluar su desempeño a largo plazo. El diseño del separador magnético es crucial para garantizar su funcionamiento eficiente y seguro. Se abordan aspectos importantes como el manual de uso y mantenimiento, la creación de un modelo en 3D y los cálculos matemáticos para el soporte de carga. Todo esto proporciona una base sólida para el desarrollo e implementación del separador magnético en diferentes aplicaciones industriales o científicas.

El diseño y la construcción de un prototipo de separador magnético es relevante y pertinente para diversas industrias, así como para el sector educativo. En términos industriales, este tipo de tecnología se utiliza ampliamente en sectores como el reciclaje y la minería, donde permite mejorar la eficiencia de los procesos de separación de materiales y la sostenibilidad general de estas operaciones. En lo que respecta al sector educativo, el prototipo podría utilizarse como un recurso didáctico valioso en la unidad de aprendizaje de metalurgia. Podría ayudar a los estudiantes a comprender los principios fundamentales de la separación magnética y a adquirir habilidades prácticas en el diseño y la construcción de dispositivos tecnológicos. Además, el proceso de desarrollo del prototipo ofrece una oportunidad para enseñar a los estudiantes sobre la metodología de la investigación y el desarrollo de proyectos, incluyendo aspectos como la realización de estudios técnicos y económicos y la verificación de la funcionalidad del prototipo.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y a la SIP por el apoyo para la realización de esta investigación a través de proyecto con clave SIP 20230383.

REFERENCIAS

- Ballester, A., Pérez, A. B., Verdeja, L. F., González, L. F. V., Sancho, J., & Martínez, J. S. (2000). *Metalurgia extractiva: Vol. Volumen 1* (1st ed.). Síntesis Editorial. <https://doi.org>
- Coulson & Richardson (2012). Diseño en ingeniería química. Serie ingeniería química. De Gavin Towler, Ray K. https://www.google.com.mx/books/edition/Dise%C3%B1o_en_ingenier%C3%ADa_qu%C3%ADmica/xxbeDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Tipos+de+separadores+magn%C3%A9ticos&pg=PA573&printsec=frontcover
- Fundación UPM.(s.f).Guía para la formulación de proyectos. <https://www.upm.uy/siteassets/documents/guia-para-la-formulacion-de-proyectos.pdf>
- Kelly, E.G., Spottiswood, D.J. (1990). *Introducción al procesamiento de minerales*. Noriega Editores, Editorial LIMUSA, 530 pp.
- Martínez, P. (2012). Separación magnética y electrostática. Universidad politécnica de Cartagena. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=573636>
- Morral, E. Jimeno, P. Molera. (1982). Metalurgia general. Tomo I. Editorial reverté. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=La+separaci%C3%B3n+magn%C3%A9tica+funciona+en+base+a+a>
- Paca, A. (2022). Remoción de metales pesados por separación magnética de alto gradiente. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/17009/5/66T00006.pdf>
- Pérez, A. (2016). Imanes permanentes: características, aplicaciones y futuro. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a04.pdf>

- Rodríguez-Avello Sanz, Ángel, Gómez-Limón, Dulce, Peña Narciso, Christian and Fueyo, Luis (2013). *Aplicación de los sistemas de separación hidráulica y magnética al reciclado de los residuos de construcción y demolición*. En: "XIII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales (CIERM 2013)", 03/10/2013 - 05/10/2013, Santander. pp. 2-10. <https://oa.upm.es/29821/>
- Sears, W.F., Zemansky, M.W., Young, H.D., Freedman, R.A. 2009. *Física universitaria con física moderna*. 11ª Ed., Vol.2, Pearson-Addison Wesley, 1008 pp.
- Separación Magnética y Electrostática. El método magnético (s.f). Tecnología Mineralúrgica. Técnicas de Separación y Concentración de Minerales.
https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/14168/mod_resource/content/2/El%20m%C3%A9todo%20magn%C3%A9tico%20y%20el%20m%C3%A9todo%20electrost%C3%A1tico2.pdf
- Separación Magnética - Concepto, características y ejemplos. (s.f.). Concepto. <https://concepto.de>
- Separador magnético de reja by BUNTING | DirectIndustry. (s.f.). <https://www.directindustry.es>
- Separador magnético by BUNTING | DirectIndustry. (s.f.). <https://www.directindustry.es>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers*. Brooks Cole.
- Valderrama, L., Herrera, O., Rivera, A. (2022). *Revista Matéria*, v.27, n.2.
<https://www.scielo.br/j/rmat/a/ftzyQdqJxFFhpFMCJmZT7t/?format=pdf&lang=es>