



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

PROPUESTA DE VULCANIZADORA CON INNOVACIÓN. VULCANOINNOVA

Daniela Valentina Moreno González, Maryluz Gaitán Mojica

**Universitaria Agustiniiana
Bogotá, Colombia**

Resumen

Vulcanoinnova es un proyecto empresarial que se ha iniciado desde la ingeniería industrial con el fin de crear una compañía cuya actividad principal es la vulcanización de caucho. La vulcanización es el proceso industrial en cual el caucho virgen es calentado en presencia de azufre y acelerantes químicos, haciéndolo más flexible y resistente. Este proceso permite la aparición de nuevos productos como el caucho vulcanizado, utilizado en industrias como la automotriz para la fabricación de llantas.

Dentro del proyecto se tiene como propósito generar un impacto social y ambiental, promoviendo el crecimiento industrial seguro y responsable en Colombia. Para lograr la meta propuesta se han implementado herramientas de ingeniería industrial tales como, el análisis de proyectos, el diseño industrial de prototipos para implementar el uso de las energías limpias con el fin de alimentar la planta industrial y artificios como depuradores de gases y partículas utilizados para eliminar la contaminación industrial generada a partir del proceso de vulcanización. También se han tomado herramientas clave de producción con el fin de optimizar los procesos llevados a cabo dentro de la vulcanizadora.

La implementación de tecnología como la robótica permite la automatización del proceso de reciclaje de llantas que se lleva a cabo en la planta de vulcanoinnova, además se busca integrar dispositivos de nanotecnología a los elementos de protección personal, minimizando el riesgo laboral al cual se encuentra expuesto el trabajador durante el desarrollo de las actividades productivas.

Palabras clave: vulcanización; depurador de gases; innovación

Abstract

Vulcanoinnova is a business project that has been started from the industrial engineering in order to create a company whose main activity is rubber vulcanization. Vulcanization is the industrial process in which virgin rubber is heated in the presence of sulfur and chemical accelerators, making it more flexible and resistant. This process allows the appearance of new products such as vulcanized rubber, used in industries such as automotive for the manufacture of tires.

The purpose of the project is to generate a social and environmental impact, promoting a safe and responsible industrial growth in Colombia. In order to achieve the proposed goal, engineering tools have been implemented, such as the analysis of projects, the industrial design of prototypes to implement the use of clean energies in order to feed the industrial plant and devices such as gas and particle purifiers to eliminate the industrial pollution generated from the vulcanization process. Production tools have also been taken into account in order to optimize the processes carried out inside the vulcanizer.

The implementation of technology such as robotics allows the automation of the tire recycling process that takes place in the vulcanoinnova plant, it also seeks to integrate the devices of nanotechnology to the elements of personal protection, minimizing the occupational risk in which the worker is during the development of productive activities.

Keywords: *vulcanization; gas scrubber; process automation; nanotechnology; industrial security*

1. Introducción

Vulcanoinnova es una propuesta empresarial que busca elevar la industria colombiana a la categoría de industria colombiana desarrolla y responsable socio-ambientalmente, nuestro propósito es crear una industria que genere rentabilidad y a su vez sea generosa con el medio ambiente, como lo expresamos anteriormente, la vulcanización del caucho consiste en elevar a altas temperaturas la materia prima en presencia de azufre y acelerantes otorgándole características de flexibilidad y resistencia al caucho generado a partir del proceso, el producto terminado o caucho vulcanizado es utilizado en diferentes industrias como la automotriz para la producción de llantas.

El proceso industrial que se debe llevar a cabo para lograr las características que aseguran la calidad del producto exige que la mezcla de los elementos mencionados sea llevada a altas temperaturas, las reacciones químicas generadas en presencia de calor generan gases tóxicos industriales que pueden contaminar el medio ambiente y poner en riesgo la integridad de los colaboradores, es allí donde surge la problemática que se ha convertido en nuestro objetivo a tratar, pues buscamos realizar el proceso de vulcanización sin que las personas y el ambiente se vean afectados, por esta razón hemos iniciado trabajos desde la ingeniería industria en cuanto a investigación, innovación e invención de procesos industriales que no generen contaminación, en este caso, un proceso de vulcanización en el cual se elimine la emisión de gases.

Por otra parte, estamos trabajando en un plan estratégico para realizar la recolección y posterior reproceso de llantas que han cumplido con su ciclo de vida útil y que por diversas razones no se les ha dado un tratamiento adecuado, con este plan buscamos cumplir con el objetivo de hacer el reciclaje de llantas y por medio de un proceso de reingeniería, otorgarle nuevamente unas características a las llantas que parecían haber culminado su ciclo útil, con el fin de convertirlas en materias primas para la industria de la construcción o la fabricación de cerámicas.

En cuanto al tema de responsabilidad social, buscamos ser una empresa comprometida con el futuro de los Colombianos, por esta razón nuestra principal alianza será con las personas que trabajan actualmente en el reciclaje de llantas, pues para realizar el proceso industrial necesitamos que el caucho cumpla con ciertos requisitos y son las llantas ya usadas de los automóviles las que cuentan con las características necesarias para su reproceso, aliarnos con estas personas no solo nos permite obtener la materia prima trabajada en la línea de producción de reciclaje sino también ofrecerles oportunidades laborales dignas asegurando un mejor nivel en su calidad de vida, proyectando un mejor futuro para todos, buscamos cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo, realizando la adecuada capacitación del personal que participe en las diversas actividades llevadas a cabo dentro de la organización para su correcto funcionamiento, creando lugares de trabajo seguros eliminando los riesgos laborales y equipándolos de los elementos de protección personal necesarios para que puedan desarrollar su trabajo salvaguardando su seguridad.

2. Planteamiento del problema

Aplicando el marco de las siete preguntas logramos identificar y realizar el planteamiento del problema, estas preguntas nos permiten llegar al centro del problema que se está presentando y de esta manera crear estrategias que nos permitan abordarlo correctamente para darle una óptima solución.

- Pregunta 1 - ¿Cuál es el problema del cliente que se puede resolver?
- Pregunta 2 - ¿Cómo resolver el problema del cliente?
- Pregunta 3 - ¿Cuántos clientes estas dispuestos a comprar?
- Pregunta 4 - ¿Por qué somos los únicos en poder ofrecer la solución?
- Pregunta 5 - ¿Cómo defenderemos nuestro producto o servicio de la competencia?
- Pregunta 6 - ¿Cuál es el impacto social en la población vulnerable y ambiental de la idea de negocio?
- Pregunta 7 - ¿En qué consiste la idea de negocio y cuál es la innovación?

Luego de realizar el marco de las siete preguntas hemos logrado identificar la problemática que se está presentando en la actualidad, es pues, un problema de contaminación ambiental por el constante desecho de llantas usadas y los procesos industriales contaminantes, en Colombia cada año se desechan entre 20 y 30 millones de llantas, esta cifra ha generado una alerta, llamando la atención de ingenieros industriales, químicos y ambientales pues deseamos buscar una solución óptima que permita dar fin a los problemas de contaminación del país.

Desde la ingeniería industrial buscamos desarrollar un proyecto orientado al procesamiento industrial del caucho reciclado para su conversión a otras materias primas utilizadas en diferentes industrias como la construcción o la producción de cerámicos, además buscamos darle un mejor manejo al proceso de vulcanización que se lleva a cabo al momento de producir la materia prima utilizada en los productos que luego reciclamos, las llantas. El desarrollo de métodos e instrumentos que nos permitan el correcto reciclaje del caucho de llantas y la implementación de un sistema de depuradores de partículas o limpiadores de gases para el proceso de vulcanización nos permitirán reducir hasta un 85% la contaminación ambiental generada por procesos de vulcanización y un 45% la contaminación ambiental por desecho de llantas.

Buscamos al momento de crear la empresa orientada al procesamiento del caucho en las formas anteriormente mencionadas, aplicar normas de salud y seguridad en el trabajo que promueven la creación de empleos dignos y seguro, para cumplir con el objetivo buscamos implementar planes de capacitación a los colaboradores, la creación de espacios de trabajo seguros y cómodos, promoviendo ambientes sanos y armónicos, así el colaborador podrá sentirse comprometido generando una identidad con la empresa, esto genera entre otros muchos beneficios, el aseguramiento de la calidad de los productos que serán entregados al cliente.

3. Objetivo general

Crear una empresa orientada a la vulcanización y reciclaje del caucho por medio de procesos industriales que permitan sacar el mayor provecho de la materia prima, nuestra meta es convertirnos en una de las compañías líder del sector industrial colombiano a mediano plazo y llegar a los grandes mercados a largo plazo, nos proponemos ser una empresa responsable medioambiental y socialmente.

4. Objetivos específicos

Hacer uso de todas las habilidades, conocimientos y capacidades del grupo de trabajo con el fin de generar planeación, orden y dirección para proyectar de la mejor manera la idea de negocio.

Realizar diferentes estudios del mercado y de los movimientos que tienen actualmente las industrias, esto con el objetivo de crear pronósticos y minimizar el margen de error a la hora de realizar la implementación del proyecto.

Investigar acerca de los métodos medioambientales que mejor se acomoden a nuestro proyecto, de esta manera poder cumplir con la meta de ser responsables ambientalmente.

Capacitar a todos los integrantes en cuanto a salud y seguridad en el trabajo y bienestar del colaborador, con esto buscamos estar preparados para poder desarrollar nuestro proyecto de responsabilidad social y de esta manera implementar un buen plan de desarrollo.

5. Referente teórico

Historia

El descubrimiento de la vulcanización del caucho se atribuye al norteamericano Charles Goodyear. Por accidente, Goodyear volcó un recipiente con azufre y caucho encima de una estufa, endureciéndose la mezcla y volviéndose impermeable. Era el año de 1839. Denominó al fenómeno vulcanización en honor al dios Vulcano, deidad romana de los metales, el fuego y las fraguas. Sin embargo, un proceso similar a la vulcanización, era conocido ya 3.500 años antes por la cultura olmeca. Basado en el uso de savias y otros extractos de plantas, era utilizado para hacer pelotas de hule para juegos rituales.

Durante la vulcanización, los polímeros lineales paralelos cercanos constituyen puentes de entrecruzamiento entre sí. El resultado final es un caucho más estable, duro y resistente, sin perder por ello la elasticidad natural. También transforma la superficie pegajosa del material en una superficie suave que no se adhiere al metal o a los sustratos plásticos. Este proceso daría lugar a un nuevo material, el látex. Con él, actualmente, se fabrica una gran cantidad de objetos, como neumáticos o preservativos. (FUNDACION DESCUBRE, 2012)

Vulcanización del caucho

El caucho natural sin curar es pegajoso, se deforma fácilmente cuando está caliente, y es frágil cuando está frío. En este estado, es un material pobre cuando un alto nivel de elasticidad es necesario. La razón de la deformación elástica de caucho vulcanizado puede ser encontrada en su estructura química. El caucho está compuesto por largas cadenas poliméricas. Estas cadenas se pueden mover de forma independiente entre sí, lo que le permite, al material, cambiar de forma. El entrecruzamiento introducido por la vulcanización impide que las cadenas del polímero se muevan de forma independiente. Como resultado, cuando se aplica un esfuerzo el caucho vulcanizado se deforma, pero al cesar el esfuerzo, el artículo vuelve a su forma original. (Mariano, 2012)

Proceso de Vulcanización

La vulcanización es generalmente irreversible, al igual que otros procesos de los plásticos termoestables y en contraste con los termoplásticos (el proceso de fusión y solidificación) que caracterizan el comportamiento de la mayoría de los polímeros modernos. El entrecruzamiento se hace generalmente con azufre, pero otras tecnologías son conocidas, incluyendo sistemas basados en peróxido orgánico. Los principales polímeros sometidos a vulcanización son poliisopreno (caucho natural) y caucho estireno-butadieno (SBR). La técnica y conjuntos de compuestos de curado (paquete de cura) se ajusta específicamente para el sustrato y la aplicación. Los sitios de reacción (sitios de cura), son los átomos de hidrógeno alílicos. Estos enlaces CH están al lado de enlaces doble carbono-carbono. Durante la vulcanización, algunos de estos enlaces CH son reemplazados por cadenas de átomos de azufre que enlazan con un sitio de cura de otra cadena de polímero. Estos puentes contienen entre uno y ocho átomos de azufre. El número de átomos de azufre en el entrecruzamiento influye fuertemente en las propiedades físicas del artículo de caucho terminado.

Entrecruzamientos cortos dan a la goma mejor resistencia al calor. Enlaces cruzados con mayor número de átomos de azufre dan a la goma buenas propiedades dinámicas pero menor resistencia al calor. Las propiedades dinámicas son importantes para los movimientos de flexión del artículo de caucho, por ejemplo, el movimiento de una pared lateral de un neumático en funcionamiento. Sin buenas propiedades de flexión estos movimientos forman rápidamente grietas y, en última instancia, hacen que el artículo de goma se quiebre. (Mariano, 2012)

Método de Vulcanización con azufre

Los métodos más comunes de vulcanización dependen del azufre. El azufre, por sí mismo, es un agente de vulcanización lento y no vulcaniza poli olefinas sintéticas. Incluso con caucho natural, grandes cantidades de azufre, así como altas temperaturas y largos períodos de calentamiento son necesarios y se obtiene una eficiencia de entrecruzamiento insatisfactorio con propiedades de resistencia y de envejecimiento insuficiente. Sólo con acelerantes de vulcanización se puede lograr la calidad adecuada. La multiplicidad de los efectos de vulcanización demandados, no se puede lograr con un compuesto universal. Son necesarios un gran número de aditivos diversos, que comprenden el "paquete de cura" o sistema de vulcanización. Los métodos para la vulcanización pueden ser:

- Azufre solo
- Azufre convencional y aceleradores
- Baja cantidad de azufre y aceleradores
- Sistema donador de azufre (Mariano, 2012)

Como se muestra en la figura 1, la reacción química generada durante el proceso de vulcanización con azufre de poliisopreno.

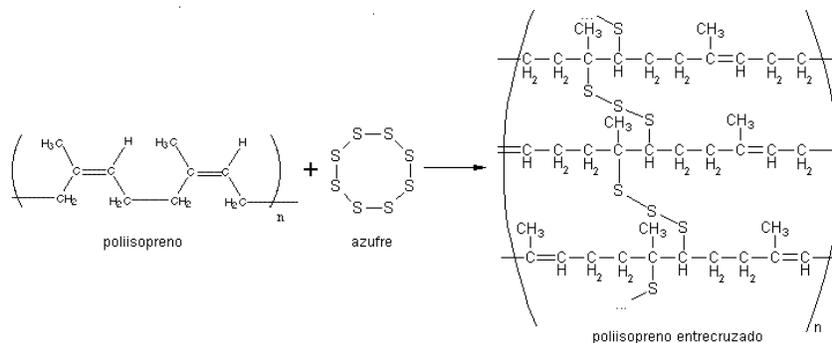


Figura 1 Vulcanización con azufre de poliisopreno. Mariano. 2012
 Tomado de: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/01/vulcanizacion.html>

6. Metodología

Uno de los procesos industriales que se llevará a cabo dentro de la empresa consiste en la vulcanización del caucho haciendo uso del método de vulcanización con azufre y aceleradores, este método nos exige elevar la mezcla a ciertas temperaturas, hacer uso del azufre y de otros

acelerantes en las medidas adecuadas es de vital importancia pues aseguran el correcto funcionamiento químico durante la etapa de vulcanización y la calidad del producto final.

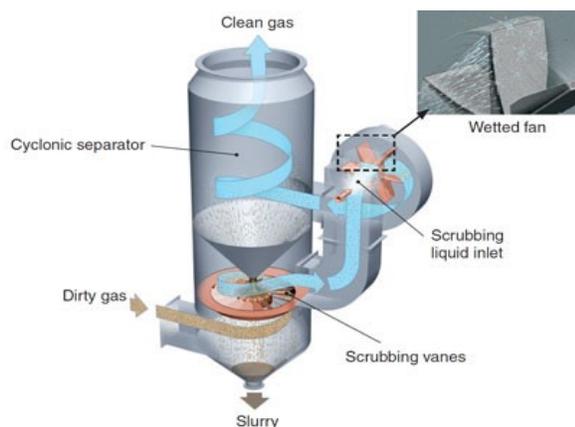
Llevar a cabo este proceso industrial genera una alta emisión de gases tóxicos que pueden llegar a la atmosfera no solo contaminando el ambiente sino también poniendo en peligro la vida de los colaboradores que están a cargo del proceso. Por esta razón desde la ingeniería buscamos desarrollar un sistema de captación, depuración y limpieza de gases, con el fin de que los gases generados a partir de la vulcanización no lleguen a la atmosfera sin antes pasar por el sistema para su tratamiento.

El desarrollo de este sofisticado sistema es la forma en la que buscamos hacer nuestro aporte al cuidado medioambiental pues esperamos que la contaminación generada por la empresa tenga una disminución inicial de hasta en un 85%

Además de contar con la implementación de un innovador sistema en el proceso de vulcanización del caucho, esperamos desarrollar un nuevo sistema que nos permita utilizar los gases para la producción de energía, dicha energía podrá alimentar la planta productiva de vulcano innova en compañía de otras energías renovables como los paneles solares, pues no solo buscamos innovar en nuestros procesos sino también implementar energías limpias que apacigüen el cambio climático y la contaminación que tanto nos preocupa como empresa consiente y responsable.

En cuanto al proceso de reciclaje, trabajamos en la creación de una línea de producción que se ajuste a las características que deseamos otorgar al producto final, por esta razón, trabajamos en el diseño del proceso, en sus diversas etapas de pretratamiento y limpieza, trituración, controles de calidad y reformulación.

Innovación en procesos y uso de energías renovables.



Lo que se muestra en la figura 2, es un limpiador de gases, el ciclo inicia cuando los gases contaminados ingresan al depurador, allí son recibidos por diferentes filtros que se encargan de captar las moléculas nocivas evitando su salida al medio ambiente.

Figura 2 Limpiador de gases Tomado de. Mikropul Nederman <https://www.nedermanmikropul.com/es-mx/products/wet-scrubbers/dynamic-scrubber-with-integral-wetted-fan>

En la figura 3, Energías renovables, se aprecian paneles solares que recolectan la energía natural procedente del sol, con la implementación de estos paneles se busca suministrar energía a la planta donde se llevan a cabo las actividades productivas de la empresa.

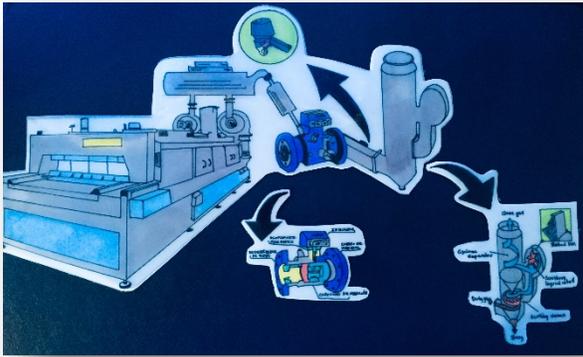


Figura 3 Energías renovables - uso de paneles solares.

Tomado de. El Cronista

<https://www.cronista.com/negocios/El-mundo-invirtio-mas-en-energia-solar-que-en-cualquier-otra-fuente-durante-2017-20180412-0009.html>

Dentro del sistema limpiador de gases actúan diferentes elementos, por ejemplo, un medidor de gas tipo turbina que, junto a una electroválvula trabajan como herramienta poka yoke, esto permite un paso controlado de los gases al limpiador asegurando, no solo, una mayor eficiencia



sino también el control del proceso, ya que si el medidor detecta anomalías en los niveles de gas emitido, este se encarga de enviar una señal de stop al horno de esta manera se detiene el proceso y se activa una señal luminosa andón para alertar al operario, de esta manera se hace la revisión de la maquina por parte del operario de forma segura.

La figura 4 muestra el sistema limpiador de gases.

Figura 4 Proceso de implementación del sistema limpiador de gases. Autoría Propia

7. Conclusiones

Esperamos al finalizar el proyecto contar con la mejor planeación, diseños de planta y procesos innovadores que nos permitan ofrecer a los clientes productos confiables y de calidad, una gerencia que garantice la estabilidad de la empresa, ser realmente responsables social y ambientalmente, aportando nuestro granito de arena al crecimiento no solo de las industrias sino de toda Colombia, ser una empresa prometedora y confiable.

Con la aplicación de las herramientas de Ingeniería Industrial se ha logrado el avance en la formulación y desarrollo del proyecto, la apropiación del conocimiento teórico y práctico, el asumir el reto de contribuir a la sociedad en procesos que mejoren el medio ambiente para esta y próximas generaciones son factores que motivan a la obtención del logro.

8. Referencias

- FUNDACIÓN DESCUBRE. (2012). *CLICKMICA*. Consultado el 7 de junio de 2019 en <https://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/descubrimientos/la-vulcanizacion-del-caucho/>
- Mariano. (9 de enero de 2012). Tecnología de los Plásticos: Consultado el 15 de septiembre de 2018 en <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/01/vulcanizacion.html>
- Escalón, S. J. (s.f.). Gestión Empresarial BI: Consultado el 20 de marzo de 2019 en <https://empresaygestionbi.weebly.com/32-costos-e-ingresos.html>
- PADILLA, R. A. (noviembre de 2006). Consultado el 20 de marzo de 2019 en <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/1832/82061216.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Sobre los autores

- **Daniela Valentina Moreno González:** Estudiante de séptimo semestre de ingeniería industrial, daniela.morenog@uniagustiniana.edu.co
- **Maryluz Gaitán Mojica:** Estudiante de séptimo semestre de ingeniería industrial, maryluz.gaitanm@uniagustiniana.edu.co

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)