



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Aplicación de Economía circular en fábrica de Abrasivos

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de ingeniería
Especialización en gerencia de operaciones y mejora continua.

Camilo Andrés Moreno González
Lina María Villa Henao, docente seminario en Economía Circular
Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.
2024

TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | RESUMEN | 3 |
| 2. | MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL..... | 4 |
| 2.1 | Estrategia nacional de economía circular | 4 |
| 2.2 | Flujos de materiales prioritarios como líneas de acción | 5 |
| 2.3 | Contexto Empresarial..... | 7 |
| 3. | DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE | 9 |
| 3.1 | Planteamiento estratégico | 9 |
| 3.2 | Flujo de materiales en la compañía..... | 10 |
| 3.3 | Repotenciación de maquinaria | 14 |
| 4. | CONCLUSIONES | 16 |
| 5. | REREFENCIAS..... | 17 |

1. RESUMEN

En este estudio, se toma como referencia una fábrica de abrasivos Colombiana, con el fin de evaluar el manejo de residuos de todo el material de empaque y contención de las tres materias primas que más se consume en el proceso productivo, los cuales son las resinas, los granos y los respaldos, además de evaluar su política de modernización de maquinaria. Esto con el fin de identificar, qué las practicas realizadas estén en concordancia con un modelo de economía circular, cómo es el flujo de estos materiales en el sistema, la utilización de los mismos dentro del proceso y lo que se espera que se haga fuera de la empresa, además se revisará la evaluación de las políticas internas de la compañía, y cómo se están preparando las mismas para enfrentar la situación actual de consumo y desecho sistemático, desde los sistemas de gestión integral. Este análisis es con el fin de afianzar los conceptos del seminario sobre economía circular, y cómo la visión que se tiene desde alguien que trabaja directamente en el proceso productivo, puede llegar a cambiar teniendo en cuenta el flujo total de las materias primas, su reutilización y posterior desecho, tratando de minimizar el impacto agregando valor , no solo con lo que se produce diariamente, sino con lo que se optimiza y se deja de desechar, minimizando la afectación en el entorno general.

Palabras clave

Economía circular, reutilización, papel de lija, empaque, materia prima.

2. MARCO CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL

2.1 Estrategia nacional de economía circular

La ENEC busca fundamentalmente el uso eficiente de los recursos, teniendo en cuenta el flujo de materiales y energía, preservando las fuentes de la misma. Esta iniciativa viene encaminada desde el gobierno nacional, a que se maximice el valor aportado por los recursos, mediante diferentes actores de cambio, ya sea tecnología, interacción entre comunidades o modelos distintos de negocio, que incluyan en el desarrollo de los mismos, el inicio y fin del recurso comercializado.

Ahora bien, entiéndase por economía circular como un modelo de producción y consumo, que busca extender la generación de valor de un producto lo máximo posible, por medio de estrategias de optimización, reparación, repotenciación o reciclaje. Con el fin de reducir los residuos, ya que al final de la vida de un producto, aplicando las estrategias anteriormente descritas, se extiende el uso generando valor cada vez que hace parte del proceso productivo, en un ciclo continuo. (Parlamento europeo, 2023).

Este ciclo Inicia con las materias primas, las cuales como origen del proceso son extraídas del sistema, posteriormente se tiene que diseñar de forma sostenible, teniendo en cuenta todos los posibles usos del producto, su tiempo de vida útil (evitando la obsolescencia programada), lo cual no es más que limitar desde diseño la funcionalidad del producto, para obligar a la renovación después de un periodo muchas veces muy corto de uso. Con este diseño sostenible, no solo se tienen en cuenta variables de funcionalidad, sino también las de durabilidad y desecho, intentando que esta disposición solo se dé como último recurso y se tenga un plan de reaprovechamiento del mismo. Posteriormente viene el tema de la producción, donde se debe ser eficiente y productivo utilizando lo justo y necesario para hacer una fabricación de

calidad con un costo ideal, costos que se ven complementados con el tema de distribución del producto, para que se encuentre de forma disponible para el cliente. Seguido de la entrega, viene el uso del producto como tal, teniendo en cuenta durabilidad, y como aumentarla por medio de reparaciones o reutilizaciones, para extraer todo el valor disponible del producto, finalizando con el desecho, ya cuando la vida útil del producto termina además de que no se pueda generar más valor desde el producto como tal, para el caso se revisan los componentes principales del residuo final, tratando de reintegrar al sistema todo lo que pueda ser transformado en el futuro. (Johansson N, et al. 2020).

Ahora bien, la principal justificación para abordar esta forma de ver el ciclo vida de los productos, es preservar el planeta en el que vivimos, el cual no tiene recursos ilimitados y que sacrifica su biodiversidad cuando materias primas son extraídas indiscriminadamente, teniendo consecuencias en una matriz finita, de la cual las materias primas cada vez son más demandadas por el flujo creciente de necesidades a medida que la población en el planeta aumenta. También desde el punto de vista económico, el reciclaje de las materias primas reduce la dependencia en la adquisición de las mismas, ya que se encuentran disponibles rápidamente y se ahorra todo el tema de adquisición, transporte, negociación de precios y escases como tal.

2.2 Flujos de materiales prioritarios como líneas de acción

La estrategia de economía circular y por ende el ministerio de medio ambiente, considera mayor potencial en los siguientes flujos, en cuanto a necesidades internacionales, potencial de recuperar valor y tecnología disponible. (Gobierno de la república de Colombia, 2019).

Flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo, los cuales se centran en los materiales utilizados en procesos industriales y que son responsabilidad del productor, como es el caso de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos peligrosos (Aquellos que

por sus condiciones intrínsecas, pueden ocasionar daños en la salud y el ambiente) y residuos especiales (aquellos que por sus condiciones físicas o químicas no se pueden descomponer).

Flujo de materiales de envases y empaques, Normalmente son elementos de uso muy corto y que se fabrican en algunas industrias como una presentación previa al consumo final, normalmente este tipo de elementos están fabricados con vidrio, papel, plástico, cartón, metales y materiales compuestos.

Flujo de biomasa, el sector agropecuario es el más involucrado en este aspecto, generando residuos, muchas veces por el desaprovechamiento de los suelos y las tierras cultivables, además de ser todos los desechos orgánicos generados por la actividad humana como tal.

Fuentes y flujos de energía, Para generar energía, las materias primas pueden ser agua, o combustibles fósiles, con esta línea además de optimizar la generación y minimizar las pérdidas tanto en la generación como en la distribución, se enfoca en la reducción del consumo energético en todos los ámbitos, teniendo una eficiencia energética adecuada en los procesos productivos y en la vida en general.

Flujos de agua, Se considera todas las fuentes hídricas que se tienen, como aguas superficiales, subterráneas y aguas lluvia, teniendo como grandes consumidores, el sector energético, agropecuario, industrial y doméstico. El agua como pilar para la vida no es un recurso inagotable, por lo que debe ser preservado para así considerar la supervivencia de las generaciones venideras.

Flujos de materiales de construcción, Estos materiales son derivados del aumento de la construcción en el país durante la última década por medio de las edificaciones, viviendas y

obras civiles de todo tipo, normalmente estos materiales pueden ser yesos, vidrio, plástico, madera, cemento y arcilla.

2.3 Contexto Empresarial

La empresa de la cual se realizará el informe técnico, se trata de un fabricante Colombiano de abrasivos, que también comercializa herramientas complementarias, y brinda soluciones para la preparación de superficies. La compañía lleva más de 5 décadas en el mercado y está consolidada como una de las líderes en el sector ferretero en el país, teniendo exportaciones a la gran mayoría de la comunidad Andina y el resto de América.

Un material abrasivo no es más que un elemento que contiene una base o respaldo en el cual está adherido el “grano” por medio de resinas, este componente, ya sea de origen mineral o sintético, es el que raya la superficie a la cual es sometido por medio de fricción de este con el material a remover, este fenómeno se puede hacer de forma orgánica por medio de las extremidades de una persona o de forma mecánica haciendo girar el material abrasivo o con desplazamientos a lo largo de un mismo plano de orientación.

Para ejemplificar se dará un acercamiento muy somero sobre la fabricación de uno de los productos que más se comercializan en la compañía el cual es el papel de lija o pliego. Inicialmente se tiene el grano abrasivo, el cual es fabricado por un proveedor externo y cumple unas normas internacionales en condiciones físicas y morfológicas, el grano será adherido a un respaldo, que para el caso del producto mencionado es un papel resistente al agua, el cual tiene características de resistencia a la tracción, al rasgado y al desgaste ante la fricción, esta adherencia se hace con una mezcla de resinas que son aplicadas y curadas dentro de una maquinaria especializada, las resinas llegan en contenedores especiales y luego son curadas en

túneles de secado. Cuando el material ya tiene todos los componentes, pasa al proceso de transformación y empaque, donde el producto final es un rectángulo de lija.

La compañía dentro de su misión expresa concretamente el compromiso con la sostenibilidad del negocio y la preservación del medio ambiente, por lo que desde la estrategia se apunta al cumplimiento de esta consigna mediante una política integral de desarrollo sostenible, actualmente se posee certificación ISO 9001 -2015, con firme compromiso en la enmienda aprobada en Febrero 2024, la cual introduce compromisos para abordar los posibles impactos del cambio climático. (Icontec, 2024).

Finalmente la empresa se encuentra en una zona rural, cerca de una carretera nacional, donde se tienen una compenetración entre los espacios verdes y las plantas de producción como tal, con la población urbana está separada a unos 5 kilómetros de distancia, con personal en su gran mayoría de zonas aledañas, en el que conviven cerca de 180 personas en el día a día, ya que se cuenta con lugares específicos donde brindan los alimentos para quienes así lo prefieran, se trabajan las 24 horas del día en turnos rotativos de 8 horas y se tiene una estructura administrativa suficiente para controlar los procesos adecuadamente.

3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE

Teniendo en cuenta que desde la estrategia se tienen políticas que promueven la economía circular, y después de conocerlas a detalle, la investigación tiene como objetivo revisar críticamente el flujo de todas las materias primas y maquinaria que hacen parte del proceso productivo, desde que se hacen la recepción de las materias primas, y luego, qué se hace con todo el material remanente que no fue utilizado en el proceso, posteriormente a eso, cotejar las prácticas del día a día con esas tácticas planteadas identificando oportunidades de mejora.

La revisión se limitará a todo lo realizado internamente en la compañía, sin evaluar el ciclo del producto fabricado y su tratamiento por parte de los clientes de la compañía, sin desconocer que también es responsabilidad como fabricante verificar el flujo del producto puertas para fuera.

3.1 Planteamiento estratégico

Movidos por las problemáticas ambientales actuales, además del impulso de una nueva generación de referentes y una sociedad en general más interesada con el medio ambiente, a partir del año 2022 se empezó a tocar el tema, formalizando la iniciativa por medio de un objetivo propio en el planteamiento, con cual se busca tener un firme compromiso en promover la generación de valor con base en la economía circular, por medio de optimización, intercambio, reciclaje y reutilización de materiales y energía.

Para ello se tienen varios proyectos enfocados en el flujo de materiales priorizados por la ENEC, más que todo con el flujo de empaques, envases de materiales industriales y demás

contenedores de consumo masivo. Otro enfoque es la optimización de recursos como es la energía por medio de sistemas de iluminación de bajo consumo y obtención de energía de fuentes renovables y por ultimo llegar a una medición de huella de carbono, para tener un sistema cuantitativo de medición y comparación contra las empresas referentes en el sector.

Un desdoblamiento adicional de esta estrategia, es la implementación de buenas prácticas desde el sistema de gestión integral, por medio de asesorías de entes privados, con el fin de parametrizar el sistema como tal con la creación de indicadores y definición de oportunidades y criticidades para un enfoque más preciso de la situación actual de la compañía.

3.2 Flujo de materiales en la compañía

En el proceso productivo se va a hacer el análisis con todo el sistema de empaque y contención de las tres materias primas de mayor consumo, las cuales son las resinas, los granos y los respaldos, en el caso de las resinas se tiene un proveedor local y uno del extranjero, pero para los granos y los respaldos solo se tienen proveedores del exterior.

Las resinas las cuales para el caso son fluidos, con baja viscosidad y fácil desprendimiento de las paredes del recipiente solo por efectos gravitatorios, vienen en dos presentaciones desde los diferentes proveedores, la primera presentación son canecas metálicas de 55 galones en volumen, y la segunda presentación es en IBC (Intermediate Bulk container), el cual puede alojar 1000 litros en volumen, ver figura 1. Normalmente en el mes se pueden llegar a utilizar aproximadamente 60 canecas y 30 IBCs, los cuales después de garantizar su vaciado por completo, son almacenados por el área de bodega para ser evacuados de la compañía. Para el caso de las canecas, la negociación con el proveedor las incluye, es decir que como propiedad de la compañía, la gran mayoría de las mismas se vende a una empresa local recicladora, quienes las verifican y adecuan para fabricantes de resinas, solventes o pinturas, por ello el manejo en el

proceso debe ser con el mayor cuidado del caso, ya que si se tienen imperfectos estructurales graves, las canecas no podrán ser vendidas, las pocas que se quedan en la empresa, son utilizadas por el área de mantenimiento para trabajos muy específicos, dicho consumo interno no supera el 1% del total de unidades que se utilizan al mes. Ya en el caso de los IBC, la negociación es distinta, ya que los recipientes son propiedad del proveedor, el cual está ubicado a pocos kilómetros de distancia de la planta, estos son devueltos al proveedor una vez cada dos semanas para su reutilización, pero, con el condicional de que sí se tiene un daño estructural grave o perforaciones en el mismo, no puede ser devuelto y se debe pagar por el daño. Aunque parezca someramente un tema comercial, se ve un componente muy interesante desde la negociación con los proveedores, ya que se garantiza la reutilización de los contenedores casi desde antes de la venta, lo que genera un compromiso por parte de los dos actores en el buen uso de los mismos, siempre garantizando la integridad del recipiente, para poder usarlo cuantas veces sea posible, aun así, en caso de desecho, los componentes básicos son plástico y metal, los cuales son altamente reciclables. Aunque las averías no son ajenas a suceder, se cuenta con el equipo técnico y logístico necesario, para que la integridad de los recipientes se conserve en la gran mayoría de los casos.



Figura 1. Izquierda caneca metálica, derecha IBC

El grano viene en sacos de papel Kraft por 25 Kg, el gasto al mes de esta materia prima es aproximadamente de unos 1000 sacos. Después del consumo del grano en el proceso productivo, garantizando que no quede producto dentro de los sacos, estos son separados por el personal de servicios generales, y son almacenadas en el área de reciclaje, ya que se tiene negociaciones para la venta o evacuación de todo el cartón o papel Kraft generado, el cual normalmente termina llegando a varias empresas relativamente cercanas que fabrican papel, el cual tiene como destino final empresas corrugadoras, que se encargan de fabricar el insumo para cajas de cartón, con una buena probabilidad de que las cajas utilizadas para empacar todo el producto terminado de la compañía, haya sido fabricada con algo del cartón generado aguas arriba en el proceso productivo. Aunque no se hace control de dichos empaques después de la salida de la fábrica, todo el material de empaque entregado por la compañía es reciclable, así que podría ser nuevamente utilizado en algún proceso productivo en el futuro.



Figura 2. Sacos de papel Kraft

Por último está el tema de los respaldos, en el caso del papel, que es el respaldo más utilizado en la fabricación del papel de lija, las bobinas vienen enrolladas en un centro de 3 pulgadas de diámetro interno, ver figura 3. Este diámetro es estándar en toda la maquinaria que envuelve papeles o telas, ya sea antes o después del proceso de recubrimiento (Adherencia del grano al papel), por ende en el proceso productivo, se utilizan esos mismos tubos que llegan desde el exterior, estos tubos enrollan un semielaborado que posteriormente es procesado para sacar los productos que se comercializan. En los respaldos al año llegan uno 800 tubos de cartón, y el proceso productivo necesita unos 200 en circulación para trabajar, por ende este superávit de tubos, son vendidos a recicladores, con el fin que vayan a industrias papeleras o textiles de la región, en caso de que internamente estén desgastados, ya que todos los ejes de la maquinaria utilizada se adhieren mecánicamente a los tubos por el interior, son simplemente reciclados teniendo el mismo destino anteriormente descrito para los sacos de papel. Se trata de hacer evacuaciones de tubos al menos dos veces al año, ya que la acumulación puede degradar el cartón o deformar los tubos por su propio peso, así que es de vital importancia que siempre se separen aquellos tubos que no son necesarios en la planta para ser evacuados lo más rápido posible.



Figura 3. Tubos cartón 3 pulgadas de diámetro interior.

3.3 Repotenciación de maquinaria

A la medida que una compañía va creciendo orgánicamente, se necesitan mejores formas de hacer los procesos, o simplemente generar valor de maneras que antes no se hacían, debido a que tanto el mercado como el sistema como tal va evolucionando. En la compañía que se está analizando, se han venido haciendo cambios en maquinaria con el fin de aportar mejores condiciones de trabajo, mejor calidad y más versatilidad en el ámbito productivo, pero que son tan específicas y costosas que lo más viable es evaluar el tema de aprovechar lo máximo de lo existente y tratar de modernizar los componentes que generen el resultado esperado, como ejemplo. Se tiene una maquinaria que consta de varios rodillos que halan y doblan el material con una tensión específica y a una velocidad lineal uniforme, para mejorar el comportamiento del material en los procesos de transformación, ya que después del curado, el material al perder toda la humedad en los túneles de secado y al tener las resinas ya polimerizadas queda tosco e imposible de cortar, troquelar o enrollar. La máquina tenía un sistema eléctrico con tecnología de hace 30 años, motores de corriente continua con tarjetas eléctricas que controlaban el torque de los motores modulando la tensión en los bobinados, todo un proceso análogo, que además de lento ya no tenía repuestos en el mercado, lo que se volvía un problema ante una avería. Hace menos de dos años se generó un proyecto muy ambicioso, de repotenciar esta máquina, modernizando todo el sistema eléctrico a motores de corriente alterna, con caja reductora y controlados electrónicamente con variadores de velocidad y todo un sistema de sensores que gestiona uno a uno el torque de los motores garantizando la misma velocidad lineal y tensión en el material, todo supervisado desde una pantalla táctil, mejorando las condiciones de velocidad de trabajo y ergonomía con el manejo de las cargas. En resumen, toda la estructura primaria de la

máquina quedó igual, la parte mecánica varió ligeramente, pero todo el tema eléctrico fue modificado por completo, dichos motores antiguos fueron vendidos como repuestos a máquinas que aún tienen este tipo de sistema de control, ya que por sus escasas en el mercado se convirtió en un activo deseable en la industria específica.

Por el estilo se tienen en proceso de planeación varias modernizaciones de maquinaria, que puede ser sujetas a inversión para la mejora de los procesos, teniendo como ejemplo este y otros proyectos de modernización que han sido muy exitosos en la compañía y la han tenido vigente a lo largo de los años.

4. CONCLUSIONES

- Muchas veces cuando se está inmerso en un sistema productivo, no se tiene la conciencia de todas las políticas y esfuerzos que se hacen desde la estrategia en el tema de economía circular, porque la visión desde el proceso normalmente es evacuar todo lo que ya se utilizó y está dado por hecho que tiene que ser evacuado de la planta, sin importar su destino final, con la investigación realizada además de la información adquirida, se complementa este flujo de materiales, generando impacto y conciencia de la utilización de los mismos.
- En el tema de optimización se tiene una tarea pendiente con los remanentes productivos de las materias primas que no son transformadas, (ya sea por desperdicios o novedades en la producción), de hallar su flujo hasta la disposición final, y generar estrategias de recirculación por el sistema, para alargar su vida útil, ya sea con una mejor re inserción al proceso actual o una reutilización en otros ámbitos tal vez fuera de la compañía.
- Aunque se tiene un flujo aparentemente correcto de los materiales revisados en este informe, se ve una oportunidad de mejora, para que se tenga un control de todos los materiales de empaque utilizados en la comercialización de los productos fabricados, llegando a negociaciones con los grandes distribuidores donde se pueda retornar empaque o en su defecto tener negociaciones con fabricantes de papel reciclado y fabricantes de cajas, para que todo este material sobrante si o si haga parte de un sistema de optimización de recursos.

5. REREFENCIAS

Parlamento Europeo. (24 Mayo 2023), *Economía circular: definición importancia y beneficios*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>.

N. Johansson, M. Henriksson, *Circular economy running in circles? A discourse analysis of shifts in ideas of circularity in Swedish environmental policy*, Sustainable Production and Consumption Volume 23, 2020, Pages 148-156, ISSN 2352-5509, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.05.005>.

Gobierno de la república de Colombia. (2019). *Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la república; Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Estrategia-Nacional-de-Economia-Circular-2019-Final.pdf>

Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). (23 Abril 2024), *Preguntas frecuentes sobre la enmienda de cambio climático y su aplicación en sistemas de gestión*. <https://www.icontec.org/wp-content/uploads/2024/05/doc-preguntas-frecuentes-enmienda-2024.pdf>.

Wings Abrasives. *About Abrasives*. <http://www.wingsabrasives.com/en/about-abrasives>