

**Propuesta de Aplicación del Proceso de Recuperación para Producto Sobrante y no
Conforme del Masterbatch en los Procesos Productivos en la Empresa Avient**

Omar Yesid Uisa León

Director

Víctor Manuel Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería -ECBTI

Tecnología en Logística Industrial

2024

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

Dedico este trabajo tanto su elaboración como su resultado a Dios, fueron muchos los momentos, los obstáculos y las dificultades que surgieron no solo en el trabajo sino a través del cumplimiento de la carrera, cada periodo fue una lucha denodada en la que solo la fe permitió aguantar las ganas de no continuar, la fe es la certeza de lo que no se ve, durante más de tres años la fe de llegar a este punto y poder hacer el último trabajo de la academia era la mayor inspiración. Fueron momentos duros en el que la oración y la reflexión me dieron fuerza e inspiración.

También hago parte de esta realización a mi familia, cuando se dice que la familia es la base de la sociedad lo veo reflejado en los momentos de apoyo tanto en el acompañamiento y refuerzo de actividades, y en las noches largas de entrega de actividades con un tinto que hiciera llevadera la travesía, mi esposa y mi hijo han sido parte vital de esta construcción.

Por último, dedico este trabajo a mis tutores, llegar a este punto fue gracias a su guía y apoyo, que fue vital en muchos momentos, especialmente en estos últimos momentos donde los problemas que me aquejaban eran más personales que académicos y siempre encontré en ellos una voz de apoyo y aliento, gracias a ellos veo la luz al final del túnel.

Este trabajo condensa todo el conocimiento adquirido tanto desde la teoría como desde la práctica teniendo claro que tiene el objetivo de dejar un mundo mejor y optimizar los recursos de las empresas y esto es gracias a aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de él. Agradezco especialmente también al señor tutor Víctor Rodríguez, quien durante el último año ha sido un gran apoyo no solo desde lo académico sino desde otras dimensiones como la laboral y la familiar, sin su ayuda habría sido más difícil.

Resumen

Avient Colombia SAS es una subsidiaria de Avient Corporation que tiene su oficina principal en Suiza y como casa matriz se encarga de establecer los estándares de funcionamiento de cada una de las filiales en el mundo, tiene presencia en más de 100 países mediante, bien sea, en su representación industrial o con el suministro de materia prima dedicada. Avient tiene desarrollo industrial en áreas como la construcción, energía, cuidado personal, textiles, telecomunicaciones, polímeros y otros más, a nivel Colombia tiene como objetivo la innovación y desarrollo de polímeros, pigmentos, aditivos que tienen como materia prima la industria petroquímica y que tiene como destino la industria del plástico. Analizando los procesos productivos de Avient se observa, que existen aspectos que salen del control de calidad, este tipo de no conformidades ocurren por falta de control sobre la operación, por realización de malos cálculos en la proyección de los estimados o incluso mezclas inadecuadas, lo que genera pérdidas a nivel productivo y de almacenamiento. Del 100% de materia prima que llega se pierde aproximadamente un 3%, que no solo afecta los costos operativos, también genera gastos de almacenamiento y a la larga pérdidas a nivel productivo y también a nivel medioambiental. De un promedio de 250 toneladas de materia prima que ingresan mensualmente se pierden un aproximado de 15 toneladas que, aunque en los indicadores no es una cifra significativa sí lo es a nivel de gestión. Recuperar el producto terminado que no está destinado para uso final es el principal objetivo que se traza durante el desarrollo de esta actividad. Se espera con este trabajo plasmar la realización de este proceso para que sea replicable a futuro.

Palabras clave: Extrusoras, aprovechamiento, material procesado, reciclaje de plásticos, materiales plásticos

Abstract

Avient Colombia SAS is a subsidiary of Avient Corporation which has its main office in Switzerland and as a parent company is responsible for setting the standards of operation of each of the subsidiaries in the world, has a presence in over 100 countries either in its industrial representation or with the supply of dedicated raw materials. Avient has industrial development in areas such as construction, energy, personal care, textiles, telecommunications, polymers and others. In Colombia, its objective is the innovation and development of polymers, pigments, additives that have as raw material the petrochemical industry and are destined for the plastics industry. Analyzing Avient's production processes, it is observed that there are aspects that go beyond quality control, this type of nonconformities occur due to lack of control over the operation, due to bad calculations in the projection of estimates or even inadequate mixtures, which generates losses at the production and storage level. Of the 100% of raw material that arrives, approximately 3% is lost, which not only affects operating costs, but also generates storage expenses and, in the long run, losses at the production level and also at the environmental level. Of an average of 250 tons of raw materials entering the plant each month, approximately 15 tons are lost, which, although it is not a significant figure in terms of indicators, it is significant in terms of management. Recovering the finished product that is not destined for final use is the main objective during the development of this activity. It is hoped that this work will reflect the implementation of this process so that it can be replicated in the future.

Keywords: Extruders, use, processed material, plastic recycling, plastic materials

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema.....	12
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Marco teórico	16
Marco conceptual.....	23
Estándar	23
Fórmula.....	23
Extrusora.....	23
Espectrofotómetro.....	23
Masterbatch	23
Molino.....	23
Peletizadora	24
PET.....	24
PL	24
PP	24
PS	24
Torta	25
Metodología mixta.....	26
Antecedentes.....	26
Proceso	33

Recuperación aprovechamiento en misma fórmula	33
Recuperación por medio de moler y recuperar en fórmula.	34
Recuperación por medio de aplicación en fórmula.....	36
Recuperación torta, moler y recuperar en próximo lote	38
Recuperación en venta por lenta. movimiento	40
Conclusiones	42
Recomendaciones	45
Referencias Bibliográficas	46

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cálculos finales de aprovechamiento de producto no conforme por medio de los procesos de recuperación.....</i>	44
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 <i>¿En dónde terminan los desperdicios plásticos?.....</i>	18
Figura 2 <i>¿Para qué se usan los plásticos?.....</i>	19
Figura 3 <i>Flujograma del proceso de la recuperación del producto plástico... ..</i>	21
Figura 4 <i>Ubicación subsidiaria Colombia... ..</i>	26
Figura 5 <i>Entrada a planta general.....</i>	27
Figura 6 <i>Áreas de negocios de Avient de Colombia y sus subdivisiones.....</i>	28
Figura 7 <i>Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023.....</i>	29
Figura 8 <i>Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para incineración.....</i>	30
Figura 9 <i>Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para reproceso</i>	31
Figura 10 <i>Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para venta lento movimiento... ..</i>	32
Figura 11 <i>Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de mismo proceso.....</i>	34
Figura 12 <i>Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de moler y recuperar en fórmula.....</i>	36
Figura 13 <i>Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de recuperar en fórmula.....</i>	38
Figura 14 <i>Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de torta, moler y recuperar en el próximo lote.....</i>	40
Figura 15 <i>Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de venta por lento movimiento... ..</i>	41

Introducción

Desde que el belga Leo Baekeland inventó la bakelita hace más de un siglo, sabía que estaba cambiando el mundo, actualmente el plástico está en más de la mitad de los productos que rodean al ser humano, según M. Arandúes el consumo de plásticos ha pasado de un consumo mundial de 10 millones de toneladas en 1978 a 60 millones de toneladas en el año 2000 con un aumento de un 4% aproximado anual.

Este crecimiento tan dinámico va de la mano de los desarrollos tecnológicos y el control que existe sobre los recursos renovables, considerando que las variedades del plástico y sus aplicaciones son muchísimo más amplias que las que se veían hace un siglo, pero hay que recordar que el plástico tiene su principal materia prima en la industria petroquímica lo que implica que la mayoría de este tipo de productos no puedan ser reciclados ni recuperados de una manera convencional como si se puede hacer con el papel, cuya principal diferencia con el plástico es la mínima degradabilidad en el medio ambiente.

Desafortunadamente cuando se desarrolló la industria del plástico no se tuvo la previsión del reciclado de los productos y una adecuada disposición de los residuos que no puedan ser usados o deban ser desechados, según Molgaard (1995) solo se recupera menos de 15% de todo el plástico residual, lo que implica que el resto de los plásticos desechados van a vertederos en los que se convierten en fuentes de emisión de metano y aporte de microplásticos a los lixiviados.

Solo por lo anterior se debe considerar, casi que una obligación, la recuperación de plásticos residuales desde el mismo momento en que se note la posibilidad de no aprovechamiento inmediato, sin embargo, por lo mismo que se indicó previamente, el hecho que haya una gran variedad de plásticos hace difícil una recogida selectiva para un mejor

aprovechamiento. Es por esto que se puede realizar un reciclaje y aprovechamiento primario desde el mismo momento de la fabricación del mismo, en la empresa respectiva y así darles una nueva oportunidad a las materias primas básicas.

Planteamiento del Problema

Uno de los mayores problemas que existen actualmente en el mundo es el manejo de los residuos en general, según la ONU cada año se producen cerca 400 millones de toneladas de residuos sólidos, de lo anterior cerca del 5% corresponde a desechos plásticos de los cuales solo se recuperan un aproximado del 9% mediante procesos de reciclaje y logística inversa.

Si se quiere observar un panorama amplio desde que los plásticos se inventaron y hasta la fecha se han producido más de 8 mil millones de toneladas, de ese total solo se recupera (como se indicó anteriormente un 9%)

Lo anterior da cuenta de una crisis no solo ambiental, económica y social, sino de una gran oportunidad para fortalecer los procesos de recuperación de los residuos en general, no solo por la generación empleo implicado en ese tipo de procesos, sino el aporte a los reglones de generación de riqueza de las empresas y las naciones.

Actualmente, la Empresa Avient Colombia no tiene un protocolo claro para la recuperación de producto no conforme. Sin importar su origen (devolución del cliente final o como consecuencia de un mal proceso de fabricación), la Empresa se limita a ubicar este producto en un sector de la bodega y a sacarlo de manera paulatina bajo el término de producto de lento movimiento, junto con los otros desechos, otros de los destinos definidos por la Empresa eran la incineración (más contaminación) en otra empresa o para reutilizar el producto como materia prima para otros productos solicitados, desde este punto de vista no solo es pérdida por merma, también se está perdiendo espacio para almacenamiento y se afecta el Good Will de la Empresa. El registro que se llevaban de estos productos era algo simple y se limitaba a una tabla de Excel que se llenaba por parte de planeación que hacía un balance genérico al respecto, cabe

resaltar que el aproximado mensual de producto no conforme que variaba entre 1 a 2 toneladas.

Desglosando la disposición de los productos no conformes se tiene que la parte va para incineración, desde este punto de vista, es una solución poco práctica por no decir que es demasiado negativa, ya que hay que pagar por cada kilo incinerado (costo económico), se genera contaminación (costo ambiental) y costo laboral (trabajo realizado), lo anterior tiene como objetivo disponer de un producto que ya no hace parte de los procesos productivos. La otra opción manejada es la recuperación mediante negociación con otros clientes externos para la fabricación de productos que tenían como base los productos no conformes, lo cual se negociaba con precios inferiores a los del mercado (con un costo que apenas cubre los precios de materias primas). Desde esta perspectiva es una pérdida total de recursos, no hay ganancia en esta disposición del producto terminado o no conforme.

Bajo el proceso de recuperación de lento movimiento de producto no conforme lo que se busca es, valga la redundancia, recuperar y reprocesar aquel masterbatch líquido y sólido (plástico PP, PL, PS, etc.) teniendo como base los pigmentos y resinas base de acuerdo con lo solicitado por los clientes externos y que fueran compatibles con el material aprobado, pero sobre todo que no haya más pérdida para la Empresa ni desde lo económico, lo ambiental y lo social.

Uno de los mayores obstáculos que se presentan para la adecuada disposición de producto no conforme es la resistencia al cambio, la no concientización de la importancia de la recuperación de este tipo de productos es consecuencia de la idiosincrasia del trabajador, no ve la afectación del medio ambiente y como se refleja en el futuro, a nivel administrativo el poco conocimiento por parte de los líderes acerca del manejo de fórmulas y compatibilidades entre productos y a nivel gerencia el no visualizar la posibilidad de obtener ganancia económica del

proceso.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las alternativas de recuperación de producto sobrante y no conforme en una empresa que fabrica materia prima para plástico, analizando los beneficios, limitaciones e implicaciones de su implementación, así como las barreras que podrían dificultar dicho asunto.

Objetivos

Objetivo General

Generar un modelo de recuperación del producto sobrante o no conforme para la Empresa Avient Colombia con las especificaciones y estándares de calidad requeridos por el cliente externo, para su retorno a los procesos productivos de la empresa, mediante la figura de recuperación de producto de lento movimiento

Objetivos Específicos

Establecer un inventario total de los productos de lento movimiento (no conforme), separando aquellos que ya no tienen posibilidad de reproceso.

Caracterizar los materiales para el respectivo reproceso con base en sus propiedades y realizar la recuperación.

Realizar el balance final respecto de lo que se realizaba en la Empresa versus los resultados finales de los procesos recomendados.

Marco Teórico

El plástico es uno de los elementos más versátiles que ha inventado el hombre, se estima que su consumo está creciendo en un 4% anual y que cada vez aparece en nuevas formas y aplicaciones, el mayor consumidor de plásticos en el mundo es USA con cerca del 50% del producido mundial, desafortunadamente no se aprovecha o recicla de la misma forma en la que se produce, se estima que solo se recupera el 15% de lo que se genera.

El verdadero problema radica según Arandes, J., Bilbao, J., & López, D. (2004). Es que el plástico es un elemento que al ser desechado sin tratamiento genera más contaminación química que el resto de los desechos convencionales dada su reducida degradabilidad, por ser una fuente generadora de metano y por su daño al medio ambiente, estas afectaciones se pueden percibir desde varios aspectos.

La composición molecular y su origen con base en el petróleo.

No todos los plásticos son reciclables o retornables, es decir son plásticos de un solo uso.

La gran variedad de productos plásticos que exigen una separación adecuada de los desechos o en este caso del producto no conforme.

La baja densidad de los plásticos implica demasiada carga mecánica para el almacenamiento como desecho o su respectivo reciclaje.

En este caso es importante resaltar que no todos los plásticos se pueden recuperar y que los que se recuperan no pueden ser usado en cualquier proceso, por ejemplo, los plásticos que van a ser usados en la industria alimentaria no pueden ser de origen recuperado, tal como lo indican W., Quesada y Gaviria (2011) estos plásticos reciclados pueden generar nuevos

productos tales como:

Madera plástica: es una especie de aglomerado que puede fundirse en perfiles y láminas, su uso no puede ser para grandes cargas.

Manguera plástica: obtenida del polietileno de baja densidad, es un producto económico lo cual genera gran aceptación especialmente para la agricultura

Elementos para el aseo: las escobas, cepillos y bolsas para la basura tienen una gran cantidad de plástico reciclado obtenido del polietileno de alta y baja densidad.

Fibras textiles: tiene aplicación en la fabricación de alfombras, cuerdas e incluso prendas de vestir en general y para deportistas de alto rendimiento.

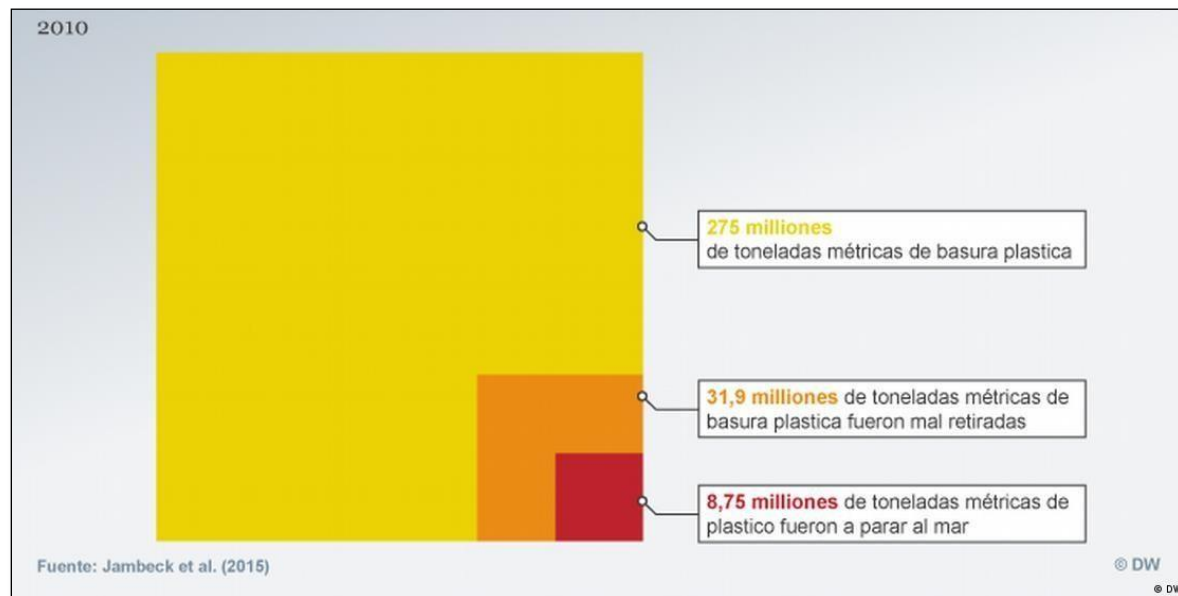
Tal como se indicó previamente la invención del plástico abrió una serie de ventajas que permitieron desarrollo de nuevas tecnologías, su versatilidad ha permitido la creación de productos que hace un siglo era imposible de imaginarlos, su aplicación se extiende a todas las áreas del desarrollo humano y desde lo más simple como recipientes para la comida como elementos para la industria aeroespacial. Su gran fortaleza ha sido la durabilidad y economía, hay una gran relación de costo-beneficio, pero aquello que es beneficioso también tiene un lado oscuro en la afectación al medio ambiente, al ser un recurso económico es fácilmente descartable y su durabilidad en el tiempo implica una mínima descomposición

La acumulación de residuos plásticos en la tierra es tan grave que una sola frase puede resumir toda la problemática que genera una inadecuada disposición del plástico: “la primera pieza plástica que se fabricó aún está sobre la tierra, es decir no se ha desintegrado, habrá cambiado de forma pero sus moléculas siguen existiendo sobre la tierra”. Pero a la anterior frase hay que añadir algo aún peor: una parte importante de los plásticos producidos terminan en el

mar, ante lo cual ya no hay una forma eficiente de generar un aprovechamiento de este, la figura 2 indica el destino de los desperdicios plásticos, en donde el mayor afectado por los desechos plásticos.

Figura 1

¿En dónde terminan los desperdicios plásticos?



Nota. Más del 3% de la basura plástica termina en los océanos. Adaptado de dw.com.

(<https://www.dw.com/es/6-gr%C3%A1ficos-para-entender-el-problema-del-pl%C3%A1stico/a-36756148>)

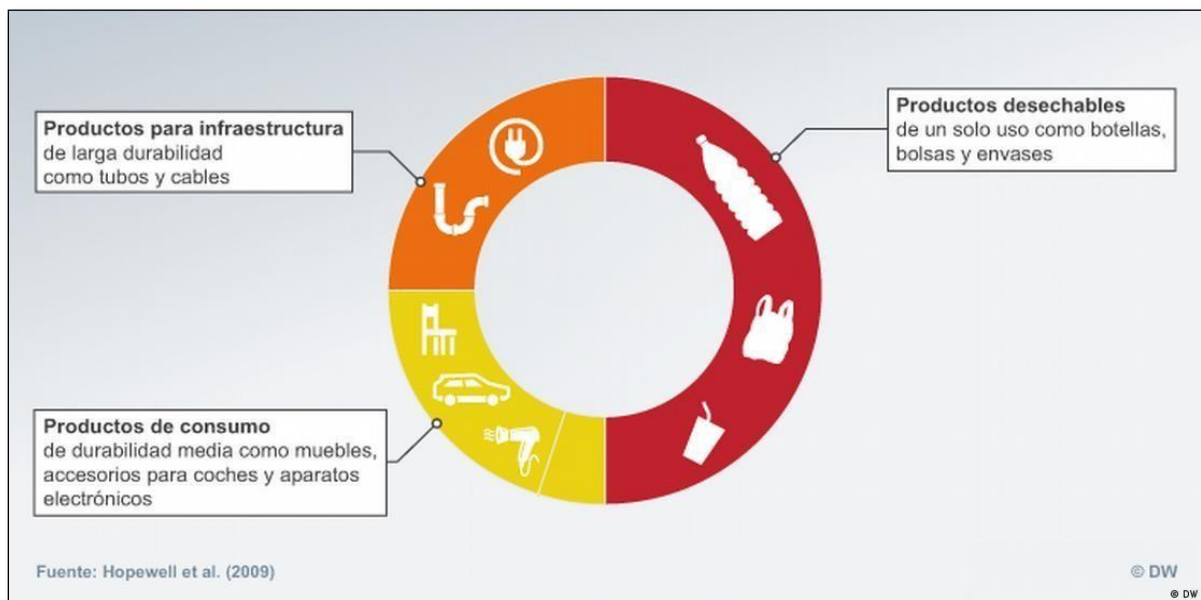
Lo realmente preocupante es que los océanos son los ecosistemas más importantes del planeta, en el mar los plásticos no se degradan de la misma forma en que se cumple en la superficie, la ausencia de oxígeno, la no presencia de rayos ultravioleta a determinadas profundidades y la fricción mecánica hacen que se ralentice este proceso, que se generen micro plásticos y que estos ingresen a las cadenas alimenticias en general.

Aunque lo anterior es más que preocupante, el consumo de productos plásticos sigue en

aumento, como se indicó previamente el consumo aumenta aproximadamente un 4% anual, lo anterior para cubrir una alta demanda caracterizada por su versatilidad y su costo altamente económico y una sociedad cada vez más ávida de alta rotación de productos de consumo desechables. Se tiene en cuenta que al margen de este crecimiento no hay una política adecuada de protocolos de reciclaje y normas vinculantes entre los países productores y países consumidores con lo que se busque mejorar las tasas de reciclaje mundial, pero mientras esto sucede es importante retomar desde el comienzo del proceso, en la figura 3 se observa cómo se usan los plásticos

Figura 2

¿Para qué se usan los plásticos?



Nota. Una de las mayores dificultades que enfrenta el mercado mundial es la versatilidad del plástico. Adaptado de dw.com. (<https://www.dw.com/es/6-gr%C3%A1ficos-para-entender-el-problema-del-pl%C3%A1stico/a-36756148>)

Uno de los mayores problemas que genera la industria del plástico es que

aproximadamente la mitad de los plásticos que se fabrican en el mundo son de un solo uso, no solo cuenta el producto fabricado, también la energía que se usan en su fabricación y adicional a lo anterior la carga ambiental que genera, por la inadecuada disposición de los residuos y aquellos que no son recolectados de una manera adecuada

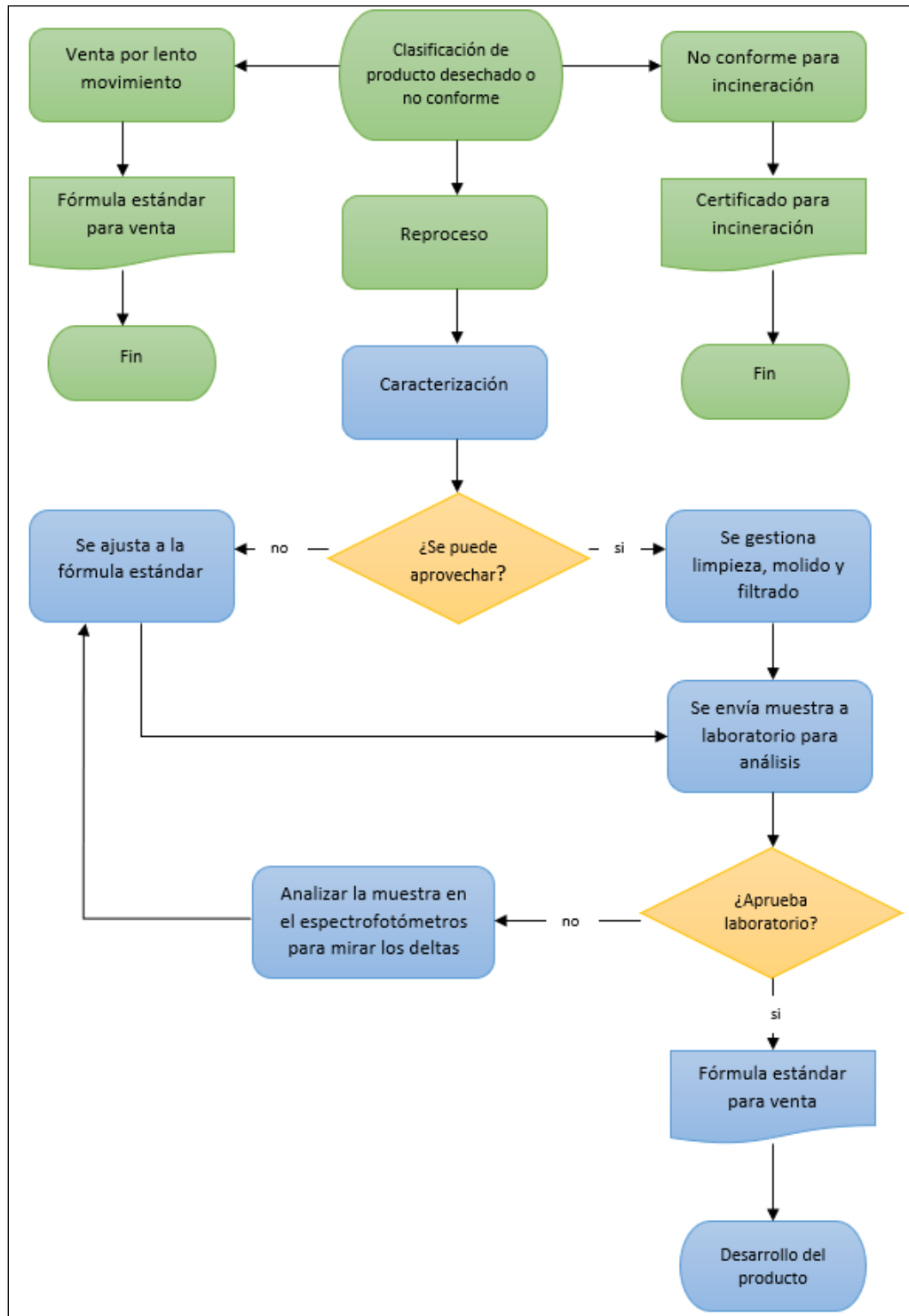
A partir de este punto es que toma importancia el realizar un adecuado manejo de los desechos plásticos, entre más pronto se pueda realizar este tipo de procesos menos consecuencias tanto para el medio ambiente, para la economía y en general para todo el proceso productivo a nivel de imagen, especialmente a las empresas relacionadas con el plástico.

Castañeda y Miranda (2018) demuestran la oportunidad de negocio que se visualiza a través del reciclaje, no solo a nivel de cartón y papel sino específicamente en la línea de los plásticos, tanto así que hay empresas que están dedicadas exclusivamente al reproceso de elementos no conformes, las cuales tienen subvención estatal para impulsar su desarrollo y así minimizar la huella de carbono de los desechos.

Pero para recuperar ese producto y darle otra oportunidad de servicio se deben tener claros los pasos que permiten un adecuado reproceso, es por este motivo que se hace necesario una descripción adecuada de manera general para entender mejor el proceso sobre el cual se deriva este trabajo como se explica en la figura 3.

Figura 3

Flujograma del proceso de la recuperación del producto plástico



Nota. Elaboración propia

Actualmente el proceso que se está referenciando es bastante nuevo para la industria, ya que anteriormente los reciclajes se hacían de manera mínima y se enfocaba en la incineración; lograr recuperar material no conforme permitió a la Empresa generar ahorro sustancial para el proceso de compras, también produjo bajas en los stocks de bodegas y aún más importante se evitan gastos por pago a terceros para recuperar o desechar estos productos.

Teniendo en cuenta los precedentes respecto a los procesos de recuperación de productos no conformes se establece la búsqueda de un nuevo modelo de recuperación del producto sobrante o no conforme manteniendo altos estándares de calidad y dejando las bases específicas de los materiales solicitados por los clientes, para lograr lo anterior se hace necesario tener claras las cantidades y las especificaciones de los materiales que conforman toda la base de producto no conforme de acuerdo al anterior y aprovechando el proceso de la figura 2 se caracteriza siguiendo las pautas establecidas en los protocolos de Avient. Ya por último se realiza el balance final de aquello que se buscaba validando la posibilidad de haber mejorado el proceso existente Y por consiguiente dejando cifras positivas para la empresa y minimizando la contaminación al ambiente.

Al reconocer los procesos que se involucran en la recuperación de producto sobrante o no conforme o como se denominó en la empresa como “producto de flujo lento” y visualizar su futuro como la posibilidad de retornarlo al proceso productivo de la empresa. Sería interesante poder aplicar estos procesos a todas las empresas que producen productos plásticos para que el beneficio pueda ser mayor

Marco Conceptual

Estándar

Muestra que contiene los parámetros de confiabilidad para que el producto mantenga las condiciones de calidad aprobadas por el cliente.

Fórmula

Son las cantidades específicas en porcentajes y los materiales que se utilizan para la elaboración de un producto determinado, van de manera conjunta con los estándares y se les hace seguimiento continuo para evitar cambios en los datos.

Espectrofotómetro

Instrumento de laboratorio para hacer lectura de colores en transmitancia y reflectancia y que permite hacer lecturas espectrales para dar coordenadas para determinar si el color está aprobado o no.

Extrusora

Máquina para fundir el masterbatch, homogenizar y extruir los espaguetis

Masterbatch

Es una mezcla de pigmentos, colorantes y aditivos con una resina virgen de pendiendo su aplicación o su utilización.

Molino

Máquina para triturar material de plástico que se necesita reprocesar porque sale en torta o por mal corte.

Peletizadora

Máquina para cortar las cuerdas de plástico en pellets o tiras de entre 2 a 4 milímetros de ancho.

PET

Dentro de las diversas definiciones se conoce con los nombres de polietileno tereftalato , tereftalato de polietileno, polietilenotereftalato o politereftalato de etileno, es muy usado en la industria que fabrica botellas plásticas para agua, aceite, bebidas gaseosas y cuando se recicla se usa para elaboración de textiles sintéticos.

PL

El polietileno es el polímero de composición molecular más simple, de uso general en tubos, encauchetado de cables, elaboración de envases y otros.

PP

El polipropileno es un plástico tipo estándar que se usa en procesos de aislamiento eléctrico y que también se puede soldar, además de propiedades de anti fluido y resistencia química.

PS

El poliestireno es el famoso “icopor”, es un polímero termoplástico que surge de la polimerización del estireno por medio de la aplicación de calor, su uso, al igual que la mayoría de los plásticos es amplia, especialmente en el tema de empaque y embalaje su proceso de recuperación (reciclaje) es posible pero no tiene un gran desarrollo en la actualidad.

Torta

Es un desperdicio de material plástico generado por mal arranque de la extrusora o por mala mezcla de los pigmentos con la resina.

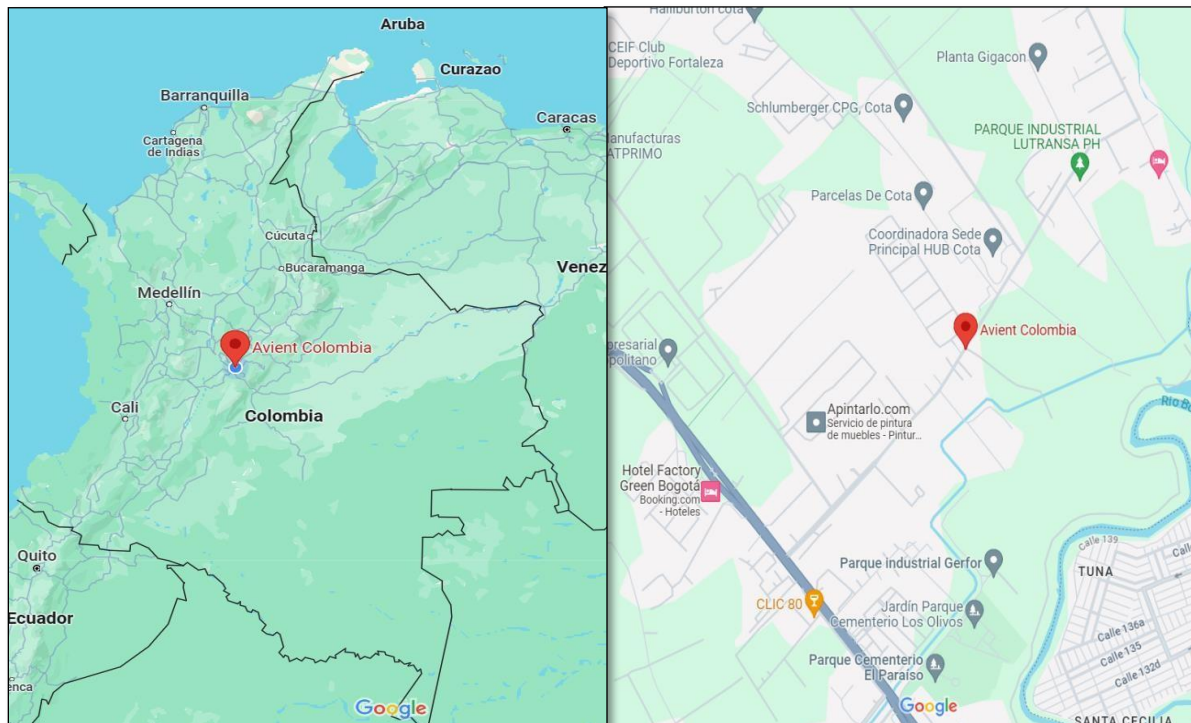
Metodología Mixta

Antecedentes

Avient Colombia era una subsidiaria de Avient Company que se dedica a la importación, fabricación y comercialización de diferentes productos químicos relacionados con la industria petroquímica para los procesos de los clientes externos. Esta empresa está ubicada en el municipio de Cota en la autopista Medellín kilómetro 2,5 vía parcelas 1 Km. se observa en las figuras 4 y 5 detalles de su georreferenciación y evidencia de la existencia de la planta de procesos

Figura 4

Ubicación Subsidiaria Colombia



Nota. se visualiza ubicación de la planta de procesos a nivel de Colombia y a a nivel regional en la Sabana de Bogotá, Tomado de www.googlemaps.com

Figura 5

Entrada a la planta general

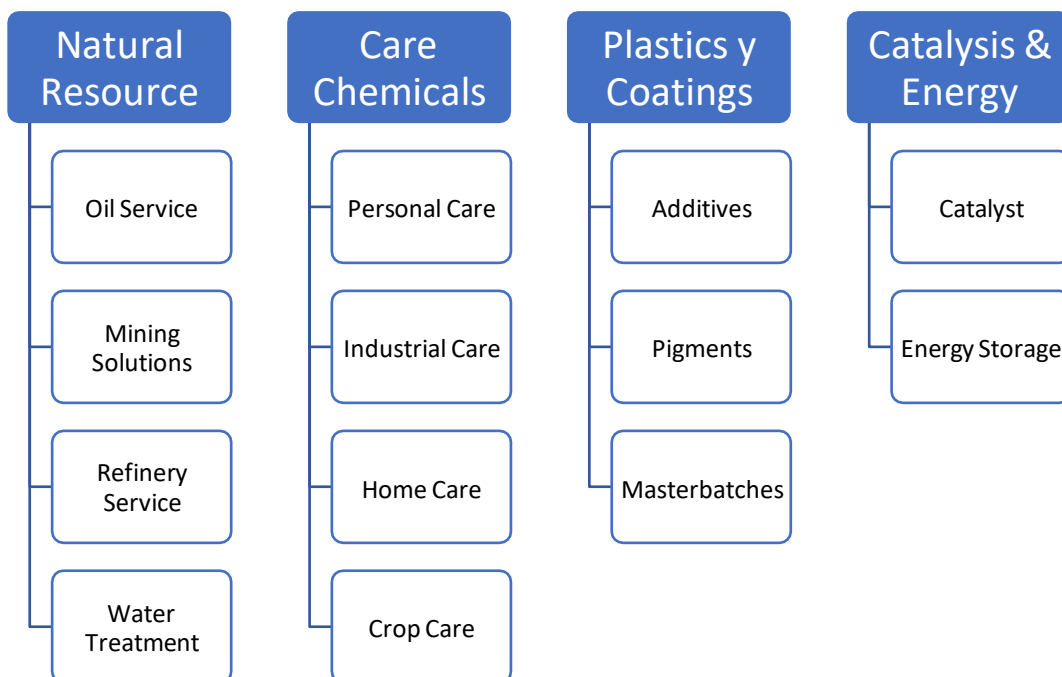


Nota. Se observa en el aviso de la entrada un letrero de Clariant debajo del aviso de Avient, esto es porque era la antigua razón social de la Empresa, cabe resaltar que no se cambió el objeto social de la misma, tomado de: www.googlemaps.com

Avient Colombia tiene cuatro áreas de negocios definidas: Natural Resource, Care Chemicals, Plastics and Coatings y Catalysis & Energy, El área que afecta directamente el proceso del que se está haciendo análisis de ese estudio es el de Plastics and Coatings que a su vez está subdividida en Additives, Pigments y Masterbatches, la figura 6 explica cómo están distribuidas las áreas de negocios.

Figura 6

Áreas de negocios de Avient de Colombia y sus subdivisiones



Nota. Estas cuatro áreas de negocios son las que maneja Avient subsidiaria, elaboración propia

El objetivo de la subdivisión de masterbatch, que es la subdivisión en la que se establecerá el proceso de recuperación de producto no conforme, es la fabricación de aditivos concentrados y compuestos técnicos para la industria del plástico, la base de su materia prima es la industria petroquímica

La mayoría de estos compuestos y de estas materias primas se mantienen en stock con productos de alta rotación y los cuales son fabricados bajo determinadas especificaciones por clientes del sector industrial, el hecho que alguien pida determinado producto y este sea no conforme genera una pérdida, no solo a nivel económico, sino también ambiental, de reproceso y de imagen. Esta acumulación de producto no conforme también implica una ocupación en bodega que genera pérdida en la realización de procesos productivos

En la figura 7 se observa el producto no conforme con existencia en bodega en junio de 2022 discriminado por material cantidad y valor al momento de la merma en depósito

Figura 7

Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023



Nota. Esta tabla fue generada para indicar como estaba el corte de producto no conforme en bodega, elaboración propia.

A este corte habían más de 13 toneladas de producto no conforme estancado en bodega y adicional a lo anterior este producto sumaba más de 178 millones de pesos el cual procesado como incineración o venta por lento movimiento o incluso por reproceso generaría únicamente más de la mitad del valor estimado en pérdidas (solo se recuperarían \$81.027.031)

En este punto existe un proceso para incinerar parte de ese producto de lento movimiento, se discrimina en la figura 8 con las cifras negativas para indicar la respectiva pérdida económica.

Figura 8

Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para incineración



Nota. Tabla de producto discriminado para incineración, elaboración propia.

El producto que en teoría estaba destinado para incineración sumaba más de 1,5 toneladas (1,659 Tn) que al ser pérdida sumaban de \$ 33.655.285 y a eso deben sumársele los gastos de incineración en una empresa diferente y que alcanzan los \$4.807.898 es decir tenemos una pérdida total de más de 38 millones de pesos, a eso también hay que sumarle el daño ambiental, que como se indicó previamente, que genera la incineración de productos plásticos, la fuerza laboral que se hace necesaria desde la operativo y lo administrativo y sobre todo la frustración de ver quemado producto que estaba destinado para hacer materia prima.

El segundo proceso de recuperación de materia prima corresponde al, valga la redundancia, reproceso, en este caso se tienen en cuenta las fórmulas previas que existen en la estandarización y se pasan por calidad para aprobar el proceso, la figura 9 discrimina los

materiales destinados.

Figura 9

Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para reproceso



Nota. Tabla de producto discriminado para reproceso, elaboración propia.

La tabla 4 nos indica que el reproceso de producto no conforme es tal vez la opción más amigable con la Empresa, cuenta al permitir el uso de materia prima con el total de su valor costo, con lo cual únicamente hay pérdidas desde lo laboral, pero permite un adecuado flujo de material y sobre todo no hay daño ambiental ni de imagen.

La otra posibilidad de recuperación de material corresponde a la venta por lento movimiento, es “útil” cuando hay demasiado material por recuperar, en la figura 10 hay productos que superan la tonelada de existencia, es donde más pesa el material no conforme.

Figura 10

Producto no conforme en existencias de bodega a feb. de 2023 para venta lento movimiento



Nota. Tabla de producto discriminado para venta lento movimiento, elaboración propia.

En el producto no conforme que sale como por venta de lento movimiento existe una pérdida incluso más grave desde lo económico, porque un producto que en la cartera cuesta \$80.992,254 es vendido en \$26.997.418 es decir hay una pérdida total de más de 50 millones de pesos lo cual genera afectación directa a los procesos de compra, adicional de los almacenajes perdidos y la mano de obra invertida y no recuperada, puede que sea amigable con el medio ambiente, pero deja demasiada inconformidad en la operación por las cifras manejadas.

Proceso

Recuperación por aprovechamiento en misma fórmula

Teniendo claras las existencias de producto de lento movimiento se hace la caracterización de este para tener un mejor panorama de aquellos que se desea y se puede realizar, es importante analizar que no todos los productos tienen las mismas características ni son homogéneos, lo cual hace que el proceso de recuperación deba ser más amplio a nivel de procesos.

El primer proceso que se decide realizar es recuperación en mismo producto, para este procedimiento se tiene en cuenta una serie de factores respecto al producto no conforme que va a ser procesado:

Realizar nuevos controles de calidad para comparar muestras versus estándares de clientes.

Revisar las fórmulas del producto de lento movimiento.

Cruzar la fórmula del lento movimiento contra la fórmula estándar.

Fabricar la muestra con los cálculos realizados.

Analizar la muestra en el espectrofotómetro para mirar los deltas.

Ajustar si es necesario repitiendo los procesos anteriores hasta encontrar los estándares solicitados.

Autorizar el desarrollo de la formula con los nuevos porcentajes calculados en un nuevo lote de la misma referencia.

En la figura 11 se observa la relación de producto recuperado por este proceso.

Figura 11

Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de mismo proceso



Nota. Tabla de producto recuperado por medio de mismo proceso, elaboración propia.

Con este procedimiento se logra la recuperación de 2.133,7 Kg de material que corresponde a un ahorro de \$12.445.790, cabe resaltar que este proceso se realiza por el conocimiento adquirido en el área de laboratorio, solo quedan pendientes en bodega 504,7 Kg de este producto.

Recuperación por Medio de Moler y Recuperar en Fórmula

Cuando se enciende una extrusora hay ocasiones, factores y condiciones que no permiten la adecuada fabricación del material solicitado como, por ejemplo: temperaturas inadecuadas, mal mezclado, falla humana, etc., a ese producto no conforme que se denomina torta y se almacena en bolsas marcadas con la referencia del material, se pesa, se caracteriza y se almacena

como producto de lento movimiento, hay que aclarar que a este producto no se le realiza control de calidad.

Para el proceso de moler y recuperar en fórmula se realiza el siguiente proceso:

Se solicita a planta que muelan el material para homogenizar el producto mediante el uso del molino.

Se toma una muestra del producto molido para realizar controles de calidad y verificar las posibles soluciones de reproceso.

Realizar nuevos controles de calidad para comparar muestras versus estándares de clientes.

Revisar las fórmulas de producto de molienda.

Cruzar la fórmula de molienda contra la fórmula estándar.

Fabricar la muestra con los cálculos realizados.

Analizar la muestra en el espectrofotómetro para mirar los deltas y verificar posibles ajustes en la fórmula.

Ajustar si es necesario repitiendo los procesos anteriores hasta conseguir los estándares definidos.

Autorizar el desarrollo de la formula con los nuevos porcentajes calculados en un nuevo lote de la misma referencia o nuevas fórmulas y se deja la novedad para la planta que este producto debe ser trabajado con mallas para evitar daños por material metálico.

En la figura 12 observamos cómo se aprovechan este tipo de materiales

Figura 12

Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de moler y recuperar en fórmula



Nota. Tabla de producto recuperado por medio de moler y recuperar en fórmula, elaboración propia.

Con este proceso se recupera un total de 698,7 Kg de material de lento movimiento, lo cual genera un ahorro de \$11.270.159, quedando pendientes solo 55,7 Kg, estas tortas normalmente tienen como destino la incineración, lo cual permite evitar esta situación.

Recuperación por Medio de Aplicación en Fórmula

Cuando se fabrica más producto del que se necesita bien sea porque el ajuste solicitado por calidad fue alto por devolución de cliente final por no conformidad se habla de recuperación por medio de aplicación en fórmula, es producto que tiene todos los controles de calidad

requeridos y por lo tanto fue aprobado por calidad.

En este caso se realizan las mismas validaciones ya que lo único que varía es el origen del material respecto a los dos procesos anteriores, a saber se procede con el producto no conforme:

Revisar las fórmulas del producto no conforme respectivo y ver con cuales hay mayor probabilidad de aprovechamiento.

Cruzar la fórmula del producto respectivo contra la fórmula estándar y analizar las mejores opciones.

Fabricar la muestra con los cálculos realizados.

Analizar la muestra en el espectrofotómetro para observar los deltas y observar posibles variaciones no definidas.

Ajustar si es necesario repitiendo los procesos anteriores hasta encontrar los estándares solicitados.

Si el producto resultante sale aprobado se solicita homogenizar en el siguiente lote de la misma referencia para que quede la misma tonalidad.

Autorizar el desarrollo de la fórmula con los nuevos porcentajes calculados en un nuevo lote de la misma referencia.

Se verifica el respectivo desarrollo con los lotes resultantes en la figura 13.

Figura 13

Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de recuperar en fórmula



Nota. Tabla de producto recuperado por medio de recuperar en fórmula, elaboración propia.

Con este proceso se logra la recuperación de 7.563,3Kg de material, logrando recuperar más de la mitad del producto en bodega, lo que equivale a un ahorro de superior a \$100.000.000, quedando pendientes 1.199,4 Kg de producto.

Recuperación Torta Moler y Recuperar en el Próximo Lote

Para el proceso de recuperación en torta, moler y recuperar en fórmula se realiza el siguiente proceso:

Se solicita a planta que muelan el producto no conforme en el molino hasta homogenizar el producto.

Se toma una muestra del producto no conforme resultante molido para realizar controles de calidad.

Realizar nuevos controles de calidad para comparar muestras versus estándares de clientes.

Revisar las fórmulas de producto de molienda.

Cruzar la fórmula de molienda contra la fórmula estándar.

Fabricar la muestra con los cálculos realizados.

Analizar la muestra en el espectrofotómetro para mirar los deltas y ver hacia a donde influyen las desviaciones.

Ajustar si es necesario repitiendo los procesos anteriores hasta alcanzar el mínimo aprobado por estándar.

Autorizar el desarrollo de la formula con los nuevos porcentajes calculados en un nuevo lote de la misma referencia o nuevas fórmulas y se deja la novedad para la planta que este producto debe ser trabajado con mallas para evitar daños por material metálico.

En la figura 14 observamos cómo se aprovechan este tipo de materiales

Figura 14

Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de torta, moler y recuperar en el próximo lote



Nota. Tabla de producto recuperado por medio de torta, moler y recuperar en el próximo lote, elaboración propia.

Recuperación en Venta por Lento Movimiento

Ya por última opción se tiene el producto que se vende como lento movimiento, al ser salida directa de bodega y ser producto de remate el comprador reconoce que no puede pedir una garantía al respecto y por ende no se da repaso por el área de laboratorio, en este punto solo es cargar y despachar tal y como está el producto en bodega, se observa en la figura 15 como se generan los movimientos.

Figura 15

Producto recuperado en existencias de bodega a junio de 2023 por medio de venta por lento movimiento



Nota. Tabla de producto recuperado para venta por lento movimiento, elaboración propia.

Conclusiones

Luego de realizar los procesos de recuperación por medio de cada uno de los protocolos indicados se procede a realizar un comparativo con base en lo estimado del valor total del producto y el valor final recuperado, hay que considerar que cada uno de los procesos asignados tiene un valor diferente para cálculo de costos recuperados, no se incluyen otros gastos laborales ya que están siendo justificados por el mismo proceso que implicaba no recuperarlos.

Con respecto al producto recuperado por medio del proceso de mismo enfoque se tiene que en producto no conforme valga la redundancia hay una cantidad total de 2.133,7 kg, haciendo las validaciones en el término de tres meses se recupera la cantidad de 1.629 kg quedando pendientes en bodega para recuperar 504,7 kg y recuperando un total de \$ 12.445,790, cabe resaltar que el producto pendiente por recuperar es menos del 25% que estaba inicialmente y con lo cual se ahorra demasiado espacio y se evita gastos adicionales por incineración.

En el análisis de producto recuperado por medio del proceso de moler y recuperar en fórmula hay en bodega un total de 698,7 Kg. Realizando los respectivos procesos se logra aprovechar 643 kg quedando pendientes únicamente 55,7 Kg y obteniendo una recuperación en la caja de \$11.270.159.

El recuperar en fórmula es, tal vez, el proceso que más ventaja le otorgó a la operación ya que de un total de 8.776,7 kg es decir casi 9 toneladas se logran recuperar 7.567,3 kg lo cual es más de la mitad de lo que había en existencias en bodegas, De un total estimado de \$116.420,973 se recuperan \$100.178.996 y solo quedan por recuperar 1.199,4 kg de producto no conforme en stock.

Cómo se indicó previamente este proceso no se llevaba a cabo antes de este cambio porque la persona que se encargaba de la recuperación no pertenecía al área de laboratorio y calidad lo cual generaba fallas al momento de recalcular fórmulas y poder aprovechar cada uno de los productos. En la tabla 12 se puede observar cómo se discriminó cada uno de los elementos.

El producto recuperado por medio del proceso de moler y recuperar en el próximo lote es mínimo, pero como se indicó previamente la intención en algunos casos más que económica, es por el impacto medioambiental, tan solo había por recuperar 78,6 kg de producto no conforme y de lo anterior se recupera 38,3 kg. Se logran recuperar un total de \$463.994 y quedan pendientes en bodega un total de 40,3 kg. Como se indicó se da la ventaja que es un proceso que permite tener este material como materia prima lista para el desarrollo de un lote posterior.

En el balance final se tiene que luego de iniciar un proceso que tenía 13098,2 Kg de producto no conforme se logran recuperar, por medio de los procesos de escritos, 11178,5 kilogramos quedando en bodega un total de 1919,7 kilogramos que son menos del 15% del total de existencias previas. Esta cantidad de producto estaba tasada en un total de \$173.837.492 y se logró recuperar un total de \$149.186.663 quedando pendiente únicamente un total de \$24.650.826 en material no conforme, del cual hay alguno que ya está listo como materia prima, aparte de la recuperación económica, que es muy buena, hay que tener en cuenta que se logra evitar la contaminación que se estaba generando por incineración de producto, por desecho no adecuado, por optimización de procesos y por la nueva oportunidad de producto no conforme transformado de nuevo en materia prima. Para poder lograr esta cifra se tuvo en cuenta la experiencia de la persona que conoce el proceso desde la base de la operación, el manejo de la materia prima, el conocimiento de los protocolos de extrusión y cocinado del masterbatch y el

cálculo de otras fórmulas para la creación los materiales solicitados, se puede observar todo el cálculo respectivo en la tabla 1

Tabla 1

Cálculos finales de aprovechamiento de producto no conforme por medio de los procesos de recuperación

Accion	Cant ProductoEn Kg	Cant RecuperadaEn Kg	Pend Por Recuperar En Kg	Estimado Recuperar	Valor Total Recuperado	Diferencia
Mismo	2133,7	1.629	504,7	\$16.742.785	\$12.445.790	\$4.296.995
Moler Y RecuperarEn Formula	698,7	643	55,7	\$12.528.986	\$11.270.159	\$1.258.827
Recup. En Formula	8.766,70	7.567,30	1.199,40	\$116.420.973	\$100.178.996	\$16.241.976
Torta Moler YRecuperar En El Próximo Lote	78,6	38,3	40,3	\$1.024.767	\$463.994	\$560.772
Venta Lento Movimiento	1.420,50	1.300,90	119,6	\$27.119.981	\$24.827.724	\$2.292.256
Total	13098,2	11178,5	1919,7	\$173.837.492	\$149.186.663	\$24.650.826

Nota. Cálculos finales de aprovechamiento de producto no conforme. Elaboración propia.

Recomendaciones

Una de las principales debilidades que existía en el proceso de recuperación del producto no conforme también denominado como de bajo movimiento es el hecho de que las decisiones las tomaban áreas exclusivamente administrativas desconociendo el potencial de otras áreas que por nivel jerárquico no son tenidas en cuenta para las decisiones operacionales y estratégicas, es importante analizar que si este proceso se pudo llevar a cabo generando un ahorro económico sustancial y que adicional implica en los mejoramientos condicionales a nivel ambiental se debe a que fue liderado y ejecutado por un empleado que pasó por varias de las áreas de manera ascendente, por lo anterior la recomendación es que este tipo de procesos para aprovechamiento de materiales no conformes sea analizado por un equipo multidisciplinario o por lo menos que tenga en cuenta la opinión e ideas de otras áreas.

Referencia Bibliográficas

Arandes, J. M., Bilbao Elorriaga, J., & López Valerio, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5(1), 25-48.

Bravo, S. J. (2017). *Diseño y construcción de un prototipo industrial de una máquina trituradora de plásticos*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Castañeda, R. C., & Miranda Pérez, M. (2018). *Modelos más utilizados de reciclaje y reutilización de productos plásticos, y estrategias de recuperación más utilizadas en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Grün, G.-C. (13 de 12 de 2016). D-W. Obtenido de El problema del plástico en cifras: <https://www.dw.com/es/6-gr%C3%A1ficos-para-entender-el-problema-del-pl%C3%A1stico/a-36756148>

Jaramillo Duque, D. W. (2020). *Diseño y desarrollo de maquinaria para recuperación de materias primas plásticas aprovechables*. Medellín: (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

Rubiano Fernández, J. L., Pérez Silva, M. A., Barrera Valero, O. A., Orozco, W., Quesada, F., Díaz, M., & Gaviria, L. (2014). Manejo de los materiales plásticos reciclados y mejoramiento de sus propiedades. *INGE@UAN*, 52-60.