



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**CAMBIO DE MATERIA PRIMA EN LA
PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS TIPO HOT MELT**

Autor

Wilson Andrés Osorio Giraldo

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química

Medellín, Colombia

2019



CAMBIO DE MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS TIPO HOT
MELT

Wilson Andrés Osorio Giraldo

Informe de práctica como requisito para optar al título de Ingeniero Químico

Asesores

Diana Lucia Sepúlveda, Ing. Química
Jorge Bernardo Aristizabal, Ing. Químico

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2019



CAMBIO DE MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS TIPO HOT MELT

RESUMEN

Se realiza un acompañamiento durante el periodo de prácticas, en el área de aseguramiento de la calidad, en la compañía H.B. Fuller S.A. Esto con el fin de determinar la implementación de una nueva materia prima, en la producción de todos los adhesivos tipo Hotmelt, además de esto se realizan pruebas para la implementación de diferentes tipos de adhesivos. Para esto se realizan pruebas de validación, las cuales determinaban si los productos fabricados se encontraban en los rangos de viscosidad y punto de ablandamientos determinados por la compañía.

La materia prima nueva para analizar es un aceite que se presenta como un contratipo del anterior aceite, esto debido al bajo suministro de este, y el constante crecimiento de la compañía. Para ello fue necesario caracterizar el aceite mediante pruebas de color y viscosidad a una temperatura ya determinada por la compañía, posterior a esto, se toman muestras de los lotes producidos con este, en todas las referencias manejadas por la compañía, y se realizan los análisis correspondientes en el laboratorio de aseguramiento de la calidad. Las muestras pasan por un proceso de calentamiento en el cual el adhesivo se funde y pasa a un estado líquido en el cual con ayuda de un viscosímetro se determina la viscosidad del lote producido. Posteriormente a esto y con la ayuda de los anillos metálicos, se preparan muestras estandarizadas del adhesivo. Acto seguido se realiza un proceso de enfriamiento y endurecimiento del adhesivo, esto como preparación para la prueba de punto de ablandamiento, la cual se realiza en el Herzog, y el cual determina la temperatura en la cual el adhesivo funde.

De forma general, fue posible mantener la materia prima y los lotes producidos dentro de los estándares y especificaciones de la compañía, tanto en color, como en viscosidad y punto de ablandamiento. Se logra por medio del análisis de varios lotes para cada referencia, una correcta reproducibilidad y repetibilidad, en el proceso, además de esto se logra determinar la correcta implementación de la materia prima, como un proceso estandarizado de la compañía.



Se participa activamente en procesos de capacitación de la compañía, los cuales estaban enfocados a la cultura de seguridad y calidad en el trabajo, se abordan temáticas como salud ocupacional y normas para desarrollar un trabajo de manera segura y objetiva.

Introducción

La empresa de Adhesivos H.B Fuller. S.A es una empresa multinacional con presencia en más de 17 países, con sede en Colombia, más específicamente en el municipio de Rionegro Antioquia. Su principal actividad económica radica en la fabricación de adhesivos tipo Hotmelt (PSA) y los Polivinil acetato (EVA). Siempre con la mira en ser líderes en la producción de adhesivos a nivel mundial.

Teniendo en cuenta las necesidades del mercado mundial, y los nuevos mercados emergentes, es necesario disponer de un suministro adecuado de materia prima, esto con el fin de responder a los nuevos requerimientos. Es ahí donde radica la principal problemática de la empresa, el objeto de estudio de este proyecto radica en la implementación de una nueva materia prima en la formulación de todos los productos, debido a la incapacidad del anterior proveedor en suplir toda la demanda de aceite generada por la empresa, debido a que alcanzó su máxima capacidad de planta.

En la producción de adhesivos tipo Hot Melt tipo (PSA), existen 3 materias primas que son fundamentales e imprescindibles, que nunca deben faltar ya que sin estas el adhesivo no tendría la estructura, y la funcionalidad adecuada. Estas son el polímero, la resina y los aceites. Y en eso radica parte del problema que se intenta resolver, ya que se está presentando problemas en el suministro de una de las materias primas fundamentales, el aceite. (IMS Company).

Es por esto por lo que se viene desarrollando en el laboratorio de calidad, la implementación y validación de un nuevo aceite el cual cuenta con un suministro más constante y además generar mayores opciones de suministro, es necesario garantizar las propiedades similares al anterior aceite; es por esto por lo que se hace necesario que se realicen procesos de validación de todas las referencias desarrolladas por la empresa, Esto se logrará mediante pruebas a los lotes fabricados para varios productos de la línea Hot Melt, específicamente, los adhesivos tipo construcción, posicionador y tipo elástico. Las pruebas arrojarán datos estadísticos y de control, y se establecerá, si se puede aprobar o no el uso del nuevo aceite.



Además de esto, es de gran importancia, participar activamente las capacitaciones dadas por la empresa en las cuales se darán inducciones a las políticas de seguridad, y calidad tanto en su puesto de trabajo, como en toda la planta. Aplicando los criterios de calidad de la empresa, y los estándares de orden y limpieza determinados por las 5S.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la viabilidad en la sustitución de una materia prima, por un contratipo, en la fabricación de adhesivos tipo Hotmelt.

Objetivos específicos

- Evaluar y medir las propiedades de la nueva materia prima, mediante lo equipos tales como el viscosímetro y el colorímetro.
- Validar que los productos obtenidos a partir del nuevo aceite se encuentren en los rangos aceptados por la empresa y los clientes, tales como viscosidad y punto de ablandamiento
- Generar informes de validación en el cual se resalten los resultados obtenidos por medio de parámetros estadísticos, teniendo en cuenta las variables más importantes para los productos

Marco Teórico

Aspectos generales de los adhesivos.

El adhesivo es una sustancia en estado líquido o semilíquido con capacidad de mantener dos materiales juntos mediante la adhesión de superficies.

Los adhesivos pueden provenir ya sea de una fuente natural o sintética. Los tipos de materiales que se pueden unir son enormes, pero son especialmente útiles para la unión de materiales delgados. Los adhesivos pueden curar (endurecer) por evaporación de un disolvente o por reacciones químicas que ocurren entre dos o más componentes *(adhesivos, tecnología de los plásticos).



En la antigüedad, y desde tiempos inmemoriales, se han usados ceras, resinas naturales, gomas y breas asfálticas como adhesivos calientes (fundidos) para unir una variedad de materiales, y muchos de estos aún son usados hoy en día con éxito.

El más antiguo adhesivo conocido, que data de alrededor de 200.000 años antes de Cristo, es a partir de corteza de abedul-alquitrán para unir una punta de lanza de piedra pegado a la madera, encontrada en el centro de Italia.

En el presente siglo se han descubierto resinas, elastómeros, derivados de la celulosa y otros productos que han traído un mayor número de aplicaciones de los adhesivos en la industria. Por ejemplo: Empaquetamiento, se han logrado grandes procesos con los adhesivos termoclusivos que se aplican en capas delgadas de papel, celofán, etc. Algunos adhesivos que experimentan reacciones químicas y que son los más recientes, prometen reemplazar a las soldaduras, los remaches, etc. Los adhesivos que operan por presión, como los que usan en cintas facilitan muchas operaciones industriales.

Adhesivos tipo Hotmelt

El adhesivos tipo Hot melt o adhesivo termofusible es un material termoplástico, sólido a temperatura ambiente que al ser aplicado en estado líquido (proceso de fundición) se adhiere a una superficie por debajo de su punto de fusión. La preparación está fundamentada en una base polimérica, una resina y cierta cantidad de aceite, que depende del uso que se le vaya a proporcionar ya sea de tipo constructor, posicionador o elástico. (Kinloch, 1957).

Resinas Epóxicas.

Las resinas son la sustancia de mayor importancia, puesto que brindan la base para gran parte de las propiedades físicas, químicas y estructurales de los adhesivos, las más usadas en la fabricación de los adhesivos tipo Hotmelt, son las resinas tipo Epóxicas las cuales son polímeros que contienen grupos reactivos epoxy para reaccionar con hidrógenos activos de otras sustancias. Se suelen entrecruzar con otras moléculas (llamadas endurecedores) dando lugar a una polimerización que recibe el nombre de curado, y que permite formar estructuras reticulares tridimensionales de excelentes propiedades tales como muy buena adherencia a la mayoría de los sustratos, tenacidad, dureza superficial, elevada resistencia química e impermeabilidad, entre otras (Molera, 1992).



Aceites nafténicos y parafínicos

Estos aceites tienen como principal característica bajos puntos de fluidez, además de esto un buen poder de solvencia, bajos niveles de olor y excelentes características de color.

Presenta grandes aplicaciones a nivel industrial tales como aceites para llantas, compuestos de caucho, mangueras automotrices e industriales, desempolvador, plastificante, lavado de dióxido de titanio, aceites de lavado para compresores, aceite de fracturación hidráulica, adhesivos, respaldo de alfombras, material de alimentación para el aceite blanco, diluyentes y vehículos de transporte (Ergon's Hyprene).

Polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. El término macromoléculas significa molécula muy grande "polímero" y "macromolécula" son términos que suelen utilizarse indistintamente, aunque estrictamente hablando no son equivalentes ya que las macromoléculas, en principio no requieren estar formadas por unidades de repetición.

Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos contienen normalmente entre uno y tres unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas presentan estructuras mucho más complejas. Los polímeros sintéticos hoy por hoy tienen mayor interés desde el punto de vista comercial.

En la industria de los adhesivos tienen gran importancia los polímeros ya que determinan la viscosidad que va a tener el adhesivo, la cual depende de la finalidad del adhesivo. (iq.ua.es).

Las principales ventajas del Hot Melt radican en:

- Sólidos en tamaño pequeño, lo que facilita su transporte y almacenaje.



- Alta fuerza de unión instantánea lo que se traduce en un tiempo nulo de adhesión y cohesión.
- Presenta altas viscosidades lo que permite su uso en superficies porosas y no porosas.
- Altas prestaciones de la unión pegada, resistencia mecánica, tolerancia ante las agresiones químicas y temperaturas extremas. (Mario, 2015)

Metodología

Análisis de la materia prima Aceite

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se realiza un análisis del aceite que ingresa como contratipo del aceite actual. Para determinar la efectividad o validez de este, es necesario realizar pruebas que proporcionen información útil de la materia prima.

- **Análisis reológico:** Para realizar un análisis de la viscosidad del aceite, se deposita la muestra en un beaker de 500 ml y se lleva a la condición de temperatura de 25° centígrados, esto se logra por medio de agitación manual, posteriormente se introduce en la muestra una aguja de calibre numero 7, la cual por medio de la agitación del viscosímetro a 20 RPM, marca un valor, el cual debe ser multiplicado por un factor, previamente proporcionado por el fabricante, el rango de viscosidad debe estar entre 220 y 340 Centipoises
- **Análisis de color:** Debido a la gran importancia del aceite en la fabricación del adhesivo, y su influencia en el color final, es necesario garantizar que el aceite cumpla con las especificaciones de color. Para esto se toman muestras y se hace pasar por el color Garder el cual consiste en comparar el color de la muestra con los colores de una placa que contiene varios estándares. Se dirá entonces que el color de la muestra cumple con las especificaciones si este se encuentra entre el color garden de 1 y 2

Validación de los lotes producidos con la nueva materia prima:

Para el proceso de validación de la nueva materia prima, y llevar a cabo los objetivos planteados, se deben recolectar varias muestras de diferentes productos tipo Hot Melt, fabricadas con la nueva materia prima (aceite) en total 10 muestras por lote, y tres lotes por producto para un total de 3 diferentes productos.



Este análisis es realizado a los 3 primeros lotes, después del cambio material, cada una de las 10 muestras debe contener entre 200 y 300 gramos, y estar distribuidas en todo el lote. Con el fin de garantizar homogeneidad en el lote. Se supervisa la producción y se sacan las muestras según sea la planeación de la producción. Posterior a esto, se llevan las muestras al laboratorio de aseguramiento de la calidad para realizar las pruebas de validación de las muestras.

El análisis se repite para cada uno de los productos manejados por la compañía tales como el tipo constructor, los tipos posicionador, y los acuosos. Para cada muestra se deben realizar dos pruebas, con el fin de garantizar que la muestra se encuentre en los estándares del producto.

Adhesivo Tipo A

- **Análisis reológico:** Esta prueba se realiza con el fin de determinar que la viscosidad del producto terminado se encuentre dentro de los parámetros establecidos, al ser un adhesivo tipo A, presenta una viscosidad baja, por lo cual es necesario que el viscosímetro este programado en un rango de operación específico.

el tipo de numeración de la aguja del viscosímetro debe ser baja, ya que entre mas bajo sea la numeración, más gruesa será la aguja, y por ende funcionará mejor para bajas viscosidades.

Para los tipos acuosos la aguja elegida es la numero 21, y las RPM del viscosímetro serán 100 RPM.

Cada aguja tiene una cantidad de muestra asociada para evitar derramamientos de la muestra en el termocell.

Para este proceso se tienen las siguientes condiciones

Temperatura de calentamiento del adhesivo: 110 °C

Tiempo de calentamiento: 15 minutos

Aguja: numero 21 (mayor tamaño)

Tiempo de agitación: 10 minutos

RPM: 100

- **Análisis punto de gota:** El análisis de punto de gota es una variable de gran importancia, ya que define a las temperaturas en las cuales el producto pierde su consistencia, y deja de prestar las funciones para las cuales fue fabricado. Esta prueba se realiza en una plancha de calentamiento, en la cual se encuentra un beaker con glicerina analítica y un tubo de ensayo al



interior del beaker con el fin de formar una especie de baño de maría, al interior del tubo de ensayo se ingresa un termómetro con una porción de la muestra en la punta, y se mide la temperatura en la cual esta se desprende.

Adhesivo Tipo B

- **Análisis reológico:** Esta prueba se realiza con el fin de determinar que la viscosidad del producto terminado se encuentre dentro de los parámetros establecidos, el adhesivo tipo B es un adhesivo que presenta una viscosidad alta, por ende, es necesario cambiar la aguja, para realizar el correcto análisis, para el análisis de este adhesivo se tienen las siguientes condiciones

Temperatura de calentamiento del adhesivo: 302 °F

Tiempo de calentamiento: 15 minutos

Aguja: Numero 27 (menor tamaño)

Tiempo de agitación: 10 minutos

RPM: 20

Adhesivo Tipo C

- **Análisis reológico:** Esta prueba se realiza con el fin de determinar que la viscosidad del producto terminado se encuentre dentro de los parámetros establecidos, el adhesivo tipo C es un adhesivo que presenta una viscosidad intermedia, por ende, es necesario cambiar la aguja, para realizar el correcto análisis, para el análisis de este adhesivo se tienen las siguientes condiciones

Temperatura de calentamiento del adhesivo: 302 °F

Tiempo de calentamiento: 15 minutos

Aguja: Numero 27 (menor tamaño)

Tiempo de agitación: 10 minutos

RPM: 20

- **Análisis Punto de ablandamiento:** La prueba de punto de ablandamiento se realiza con el fin de determinar el punto de fusión del adhesivo tipo C, y sirve para determinar la temperatura ideal en la cual el adhesivos se pueda aplicar como producto final, para esta prueba es necesario contar con un dispositivo llamado Herzog, el cual es el encargado de generar un calentamiento, y



agitación al mismo tiempo a un beaker que contiene glicerina grado analítica como medio de calentamiento, y las dos muestras de adhesivo en estado sólido, las cuales están en dos anillos de bronce, además de esto posee un organismo de control, el cual, envía una señal de temperatura, y esto con el fin de determinar la temperatura en la cual se funde.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se dan a conocer los resultados obtenidos en los lotes en los cuales se realiza una modificación de la materia prima, cabe destacar que no se incluyen los nombres de las referencias, si no su principal uso.

Cabe destacar que, a cada uno de los resultados obtenidos, se realiza un análisis estadístico, por medio de la herramienta computacional Minitab la cual muestra con certeza una tendencia de los datos, y además que los datos no se encuentren por fuera de las especificaciones.

Adhesivo tipo A:

Análisis Reológico y punto de gota

Para el adhesivo tipo A, se toman en total 30 muestras para un total de 3 lotes, 10 por cada lote, los datos de viscosidad son tabulados y graficados, gracias a la herramienta computacional Excel. En la tabla número 1 se evidencian las condiciones de operación para el análisis de la viscosidad y punto de gota.

Tabla 1 condiciones de operación del viscosímetro

Viscosidad (cps)		Aguja	Velocidad rpm	Temperatura °C	punto de gota	
Mínimo	Máximo				Mínimo	Máximo
70	110	21	100	110°C	95	110



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



Para los 3 primeros lotes se obtienen los siguientes resultados tabulados en la tabla 2,3 y 4 tanto de viscosidad como de punto de gota y el color del producto terminado, en la cual se evidencian los respectivos límites permitidos para el producto.

Tabla 2 Lote 1

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	punto de gota	color garden
			21/50/110°C(VIL-07)		
			(70-110) cps	(95-110) °C	2-5
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,80	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,8	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,2	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,8	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,8	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608937	97,5	99,4	2

Tabla 3 lote 2

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	punto de gota	color garden
			21/50/110°C(VIL-07)		
			(70-110) cps	(75-110) °C	2-4
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	98,8	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	100	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	100	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	105	99,2	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	105	100	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	100	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608941	97,5	99,2	2



Tabla 4 Lote 3

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	punto de gota	color garden
			21/50/110°C(VIL-07)		
			(70-110) cps	(95-110) °C	2-4
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	102,5	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	100	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	97,5	99	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	97,5	98	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	102,5	100	2
(18/11/2018)	ADHESIVO TIPO A	7480608943	102,5	99	2

Se logra observar en cada uno de los lotes analizados que estos se encuentran dentro de los límites de operación permitidos para el producto, tanto en viscosidad como en el punto de gota. La cuales son las variables que más presentaban variaciones, ya que el color de la muestra permaneció constante.

Acto seguido se buscan resultados anteriores, de los lotes producidos con la anterior materia prima, con el fin de comparar los resultados obtenidos, con los anteriores y determinar las variaciones importantes, y así determinar la viabilidad del proyecto. Los datos y las fechas de los anteriores lotes están consignados en la tabla 5.

Tabla 5 Lotes con la anterior materia prima

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	punto de gota	color garden
			21/50/110°C(VIL-07)		
			(70-110) cps	(75-110) °C	2-4
18/09/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608935	106	101	2
13/07/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608933	110	101	2
15/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608931	100	104	2
16/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608929	105	100	2
16/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608927	103,5	100	2



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



16/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608925	101,5	100	2
16/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608923	105,5	100	2
16/06/2018	ADHESIVO TIPO A	7480608921	101	100	2
28/02/2018	ADHESIVO TIPO A	7480226923	95	103	2
27/02/2018	ADHESIVO TIPO A	7480226921	95	101	2

Además de esto se realiza un gráfico comparativo en el cual es más fácil evidenciar el comportamiento de los lotes con la nueva materia prima, y los lotes con la anterior materia prima, y observar las variaciones que se tengan al respecto.

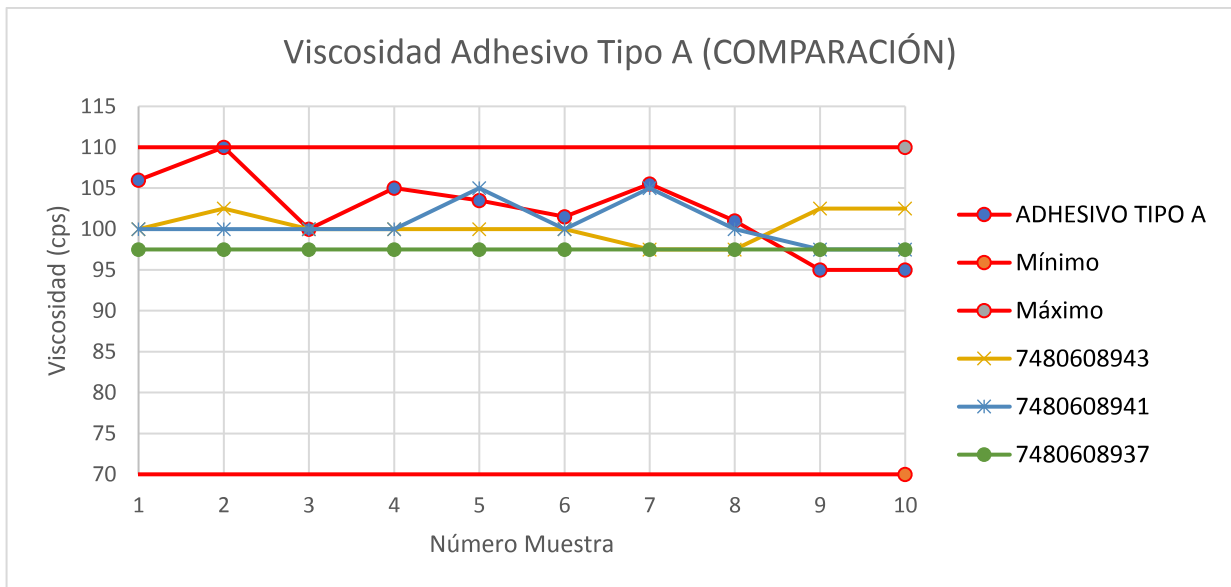


Ilustración 1 Grafico comparativo de viscosidades

Y para los puntos de ablandamiento

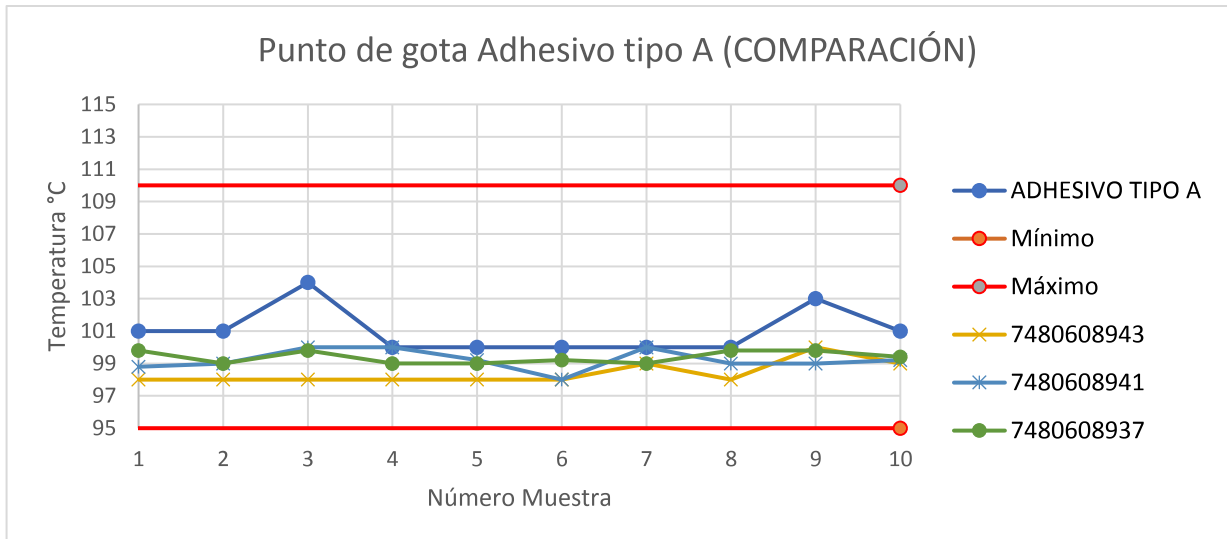
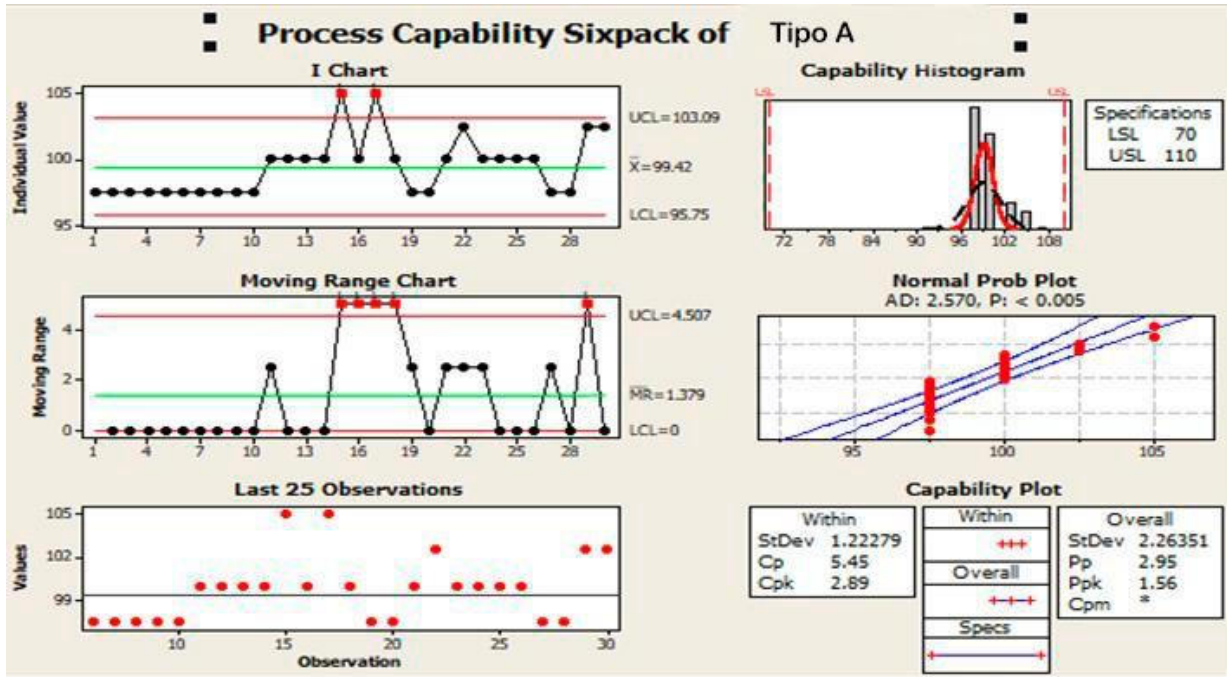


Ilustración 2 Grafico comparativo punto de gota

A partir de los gráficos de viscosidades y punto de gota, se logran observar y evidenciar ciertas diferencias de los productos fabricados con la anterior materia prima, que con la nueva materia prima para el adhesivo tipo A. ya que en general en la nueva materia prima se logra observar mayor estabilidad del producto tanto en la viscosidad como en el punto de gota, además de esto, en cada uno de los 3

lotes nuevos, se observa grandes similitudes, es por esto por lo que se realiza un análisis estadístico, con el fin de determinar la reproducibilidad y repetitividad del proceso.

esto se realiza por medio de la herramienta computacional Minitab, de la cual la compañía cuenta con la licencia, y se encuentran los siguientes resultados. Consignados en la gráfica 3



De las gráficas "I Chart" y "Mabinga range chart" se puede observar que el proceso es estable, ya que no se encuentran datos fuera de los límites de tanto inferior, como superior. La gráfica de los últimos 25 subgrupos (Last 25 observations) indica que los datos están distribuidos de forma aleatoria alrededor de la media del proceso lo que implica veracidad de los datos recolectados. La gráfica de probabilidad normal indica que los datos están distribuidos normalmente, ya que no se encuentran por fuera de los límites como es observable. Por lo tanto, los supuestos del análisis de distribución normal se cumplen y se puede analizar la capacidad del proceso bajo estos supuestos.

El histograma y los índices de capacidad indican que el proceso está aproximadamente centrado en el público y que las mediciones están dentro de los límites de especificación. Los índices de capacidad, Cpk, Ppk y Cpm que indican la calidad del proceso, sean mayores que 1.33, por lo que se considera que el proceso de producción del Adhesivo A con la nueva materia prima, es un proceso capaz de producir lotes dentro de las especificaciones del cliente y la compañía.

Teniendo en cuenta las variables más importantes en el proceso, las cuales son temperatura y amperaje, se extraen los resultados obtenidos del PLC para los 3 lotes, con el fin de garantizar que el proceso se realiza siempre bajo los estándares de calidad de la compañía y el proceso sea reproducible.

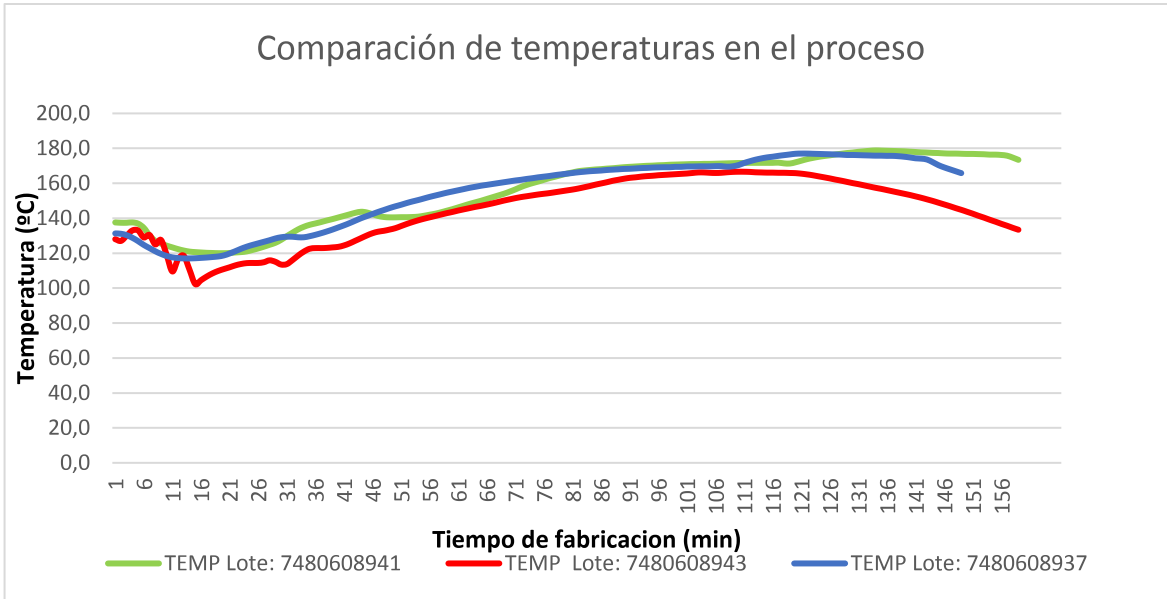


Ilustración 3 Comparación de las temperaturas en el proceso

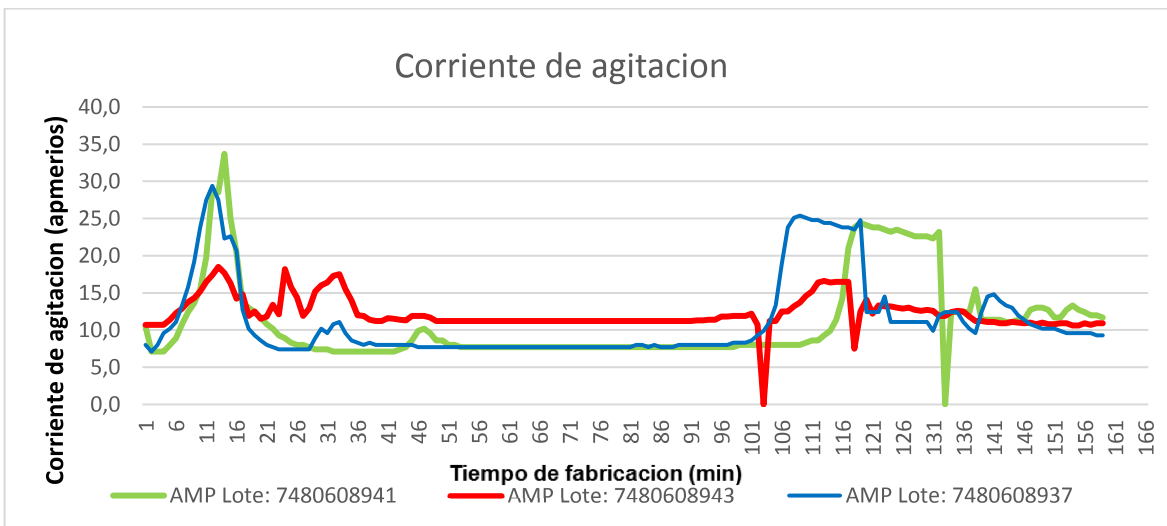


Ilustración 4 Comparación de las corrientes de agitación

Se puede observar que la variación de los datos en ambos procesos fue mínima, incluso en los gráficos de temperatura, se logran determinar variaciones de menos del 5% lo cual es ideal para la compañía.



En el grafico de corriente de agitación se observa que hay mayores variaciones y esto es debido a que se presentan mayores tiempos muertos, o tiempos en el que la planta debe de parar por efectos apartes al proceso, sin embargo, se logra observar que en general la corriente de agitación presente una tendencia similar.

Adhesivo tipo B

Análisis Reológico

Para el adhesivos tipo B, por especificaciones de la empresa y el consumidor final solo es necesario, realizar el análisis de viscosidad se toman en total 30 muestras para un total de 3 lotes, 10 por cada lote, los datos de viscosidad son tabulados y graficados, gracias a la herramienta computacional Excel. En la tabla número 6, se evidencian las condiciones de operación para el análisis de la viscosidad

Tabla 6 Condiciones de operación

Viscosidad (cps)		Aguja	Velocidad	Temperatura	punto ablandamiento (°C)	
Mínimo	Máximo		rpm	°F	Mínimo	Máximo
4700	6200	27	20	302°F	N/A	N/A

Para los 3 primeros lotes se obtienen los siguientes resultados tabulados en la tabla 7, 8 y 9 y el color del producto terminado, en la cual se evidencian los respectivos límites permitidos para el producto.

Tabla 7 Lote 1 Adhesivo tipo B

Numero caja	Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner
				27/20/302°F(VIL-08)	
				(4700-6200 cps)	1-4
10	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5812,5	2
15	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	6000	2
20	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2
30	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2
40	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2
50	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



60	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2
70	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	6000	2
80	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	5937,5	2
90	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516055	6000	2

Tabla 8 Lote 2 Adhesivo tipo B

Numero caja	Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner
				27/20/302°F(VIL-08)	
				(4700-6200 cps)	1-4
30	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5630	2
40	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5550	2
45	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5550	2
50	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5550	2
55	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5675	2
60	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5500	2
70	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5588	2
80	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5600	2
90	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5588	2
100	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516057	5975	2

Tabla 9 Lote # 3 Adhesivo tipo b

Numero caja	Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner
				27/20/302°F(VIL-08)	
				(4700-6200 cps)	1-4
30	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5613	2
40	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5637	2
45	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5613	2
50	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5662	2
55	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5662	2
60	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5662	2
70	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5662	2
80	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5700	2
90	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5750	2
100	12/11/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516059	5650	2



Se agregan los valores de los lotes fabricados con la anterior materia prima, con el fin de realizar gráficos comparativos, y determinar las principales diferencias encontradas.

Tabla 10 Lotes con la anterior materia Prima Adhesivo tipo B

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner
			27/20/302°F(VIL-08) (4700-6200 cps)	
				1-4
18/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516053	5313	2
17/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516051	6125	2
17/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516049	5438	2
17/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480516047	5250	2
04/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430475	5188	2
03/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430473	5625	2
03/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430471	5188	2
03/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430469	5625	2
02/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430467	5250	2
02/05/2018	ADHESIVO TIPO B	7480430465	5438	2

Posterior a esto se realiza un gráfico comparativo en el cual es más fácil evidenciar el comportamiento de los lotes con la nueva materia prima, y los lotes con la anterior materia prima, y observar las variaciones que se tengan al respecto. Se toman 10 lotes pasados, realizados con la anterior materia prima.

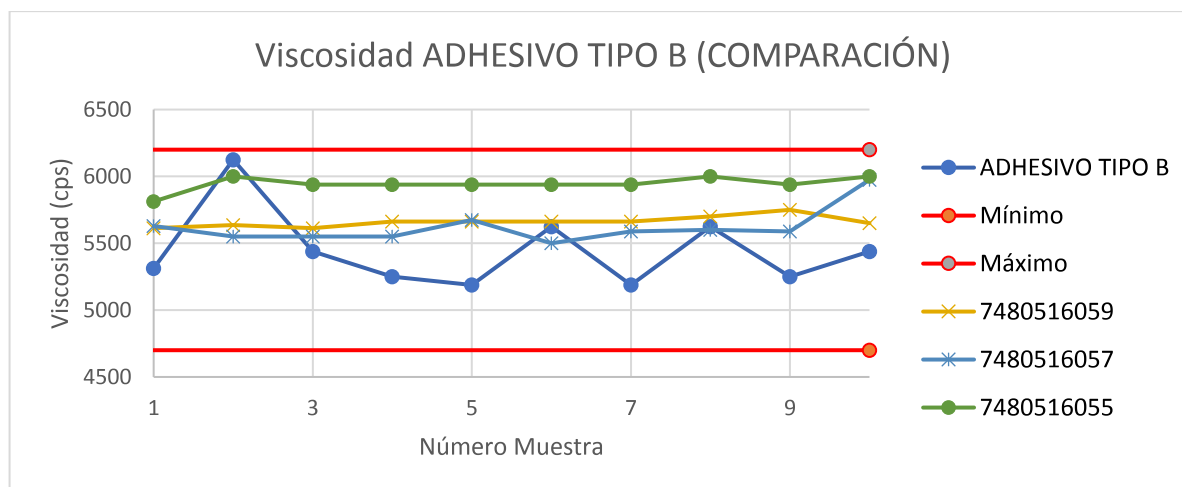


Ilustración 5 Comparación de las viscosidades Adhesivo tipo B



A partir de los gráficos de viscosidades, se logran observar y evidenciar ciertas diferencias de los productos fabricados con la anterior materia prima, que con la nueva materia prima para el adhesivo tipo B. ya que en general en la nueva materia prima se logra observar mayor estabilidad del producto en la viscosidad, además de esto, en cada uno de los 3 lotes nuevos, se observa grandes similitudes, es por esto por lo que se realiza un análisis estadístico, con el fin de determinar la reproducibilidad y repetitividad del proceso.

Esto se realiza por medio de la herramienta computacional Minitab, de la cual la compañía cuenta con la licencia, y se encuentran los siguientes resultados. Consignados en la gráfica 6

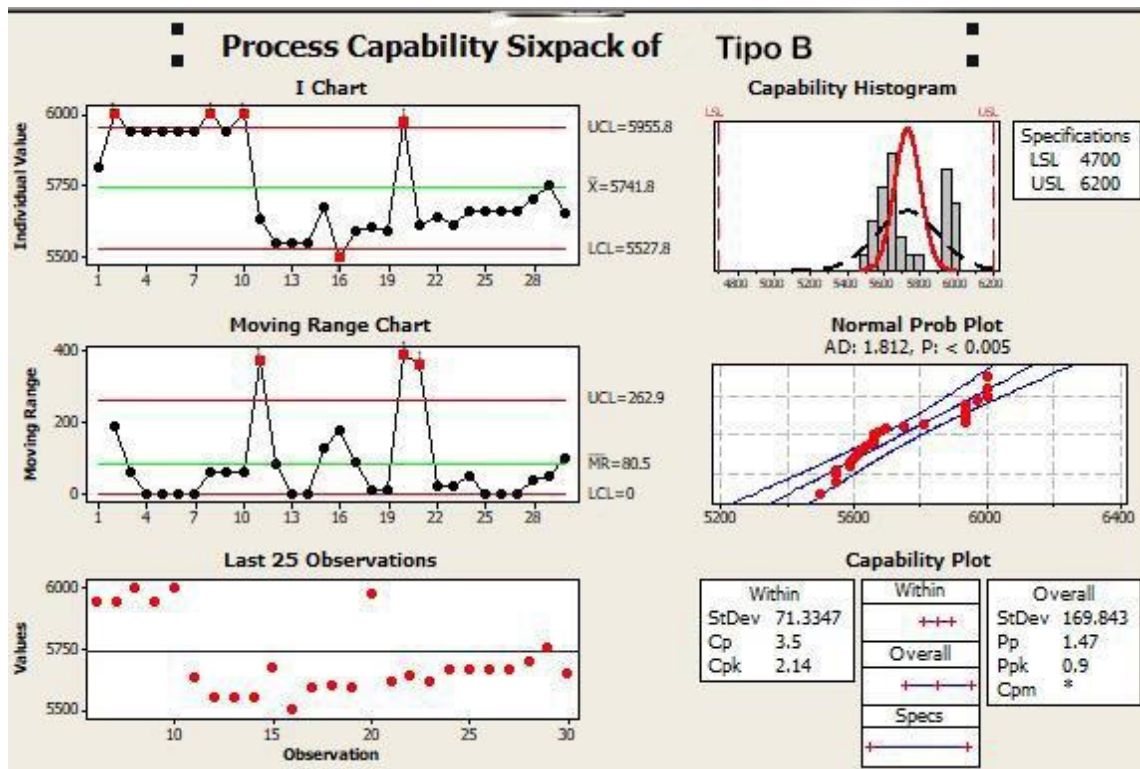


Ilustración 6 Análisis estadístico Adhesivo tipo B

De las gráficas "I Chart" y "Moving range chart" se puede observar que el proceso es estable, ya que no se encuentran datos fuera de los límites de tanto inferior, como superior. La gráfica de los últimos 25 subgrupos (Last 25 observations) indica que los datos están distribuidos de forma aleatoria alrededor de la media del proceso lo que implica veracidad de los datos recolectados. La gráfica de probabilidad normal



indica que los datos están distribuidos normalmente, ya que no se encuentran por fuera de los límites como es observable. Por lo tanto, los supuestos del análisis de distribución normal se cumplen y se puede analizar la capacidad del proceso bajo estos supuestos.

El histograma y los índices de capacidad indican que el proceso está aproximadamente centrado en el público y que las mediciones están dentro de los límites de especificación. Los índices de capacidad, Cpk, Ppk y Cpm que indican la calidad del proceso, sean mayores que 1.33, por lo que se considera que el proceso de producción del Adhesivo B con la nueva materia prima, es un proceso capaz de producir lotes dentro de las especificaciones del cliente y la compañía.

Teniendo en cuenta las variables más importantes en el proceso, las cuales son temperatura y amperaje, se extraen los resultados obtenidos del PLC para los 3 lotes, con el fin de garantizar que el proceso se realiza siempre bajo los estándares de calidad de la compañía y el proceso sea reproducible.

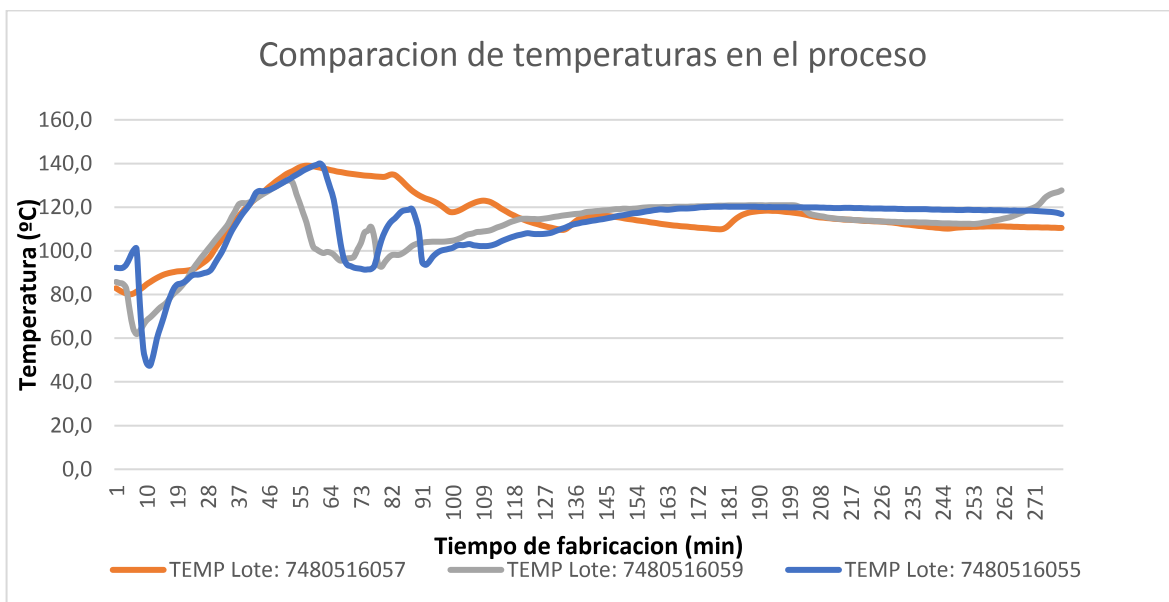


Ilustración 7 Comparación de las temperaturas en el proceso.

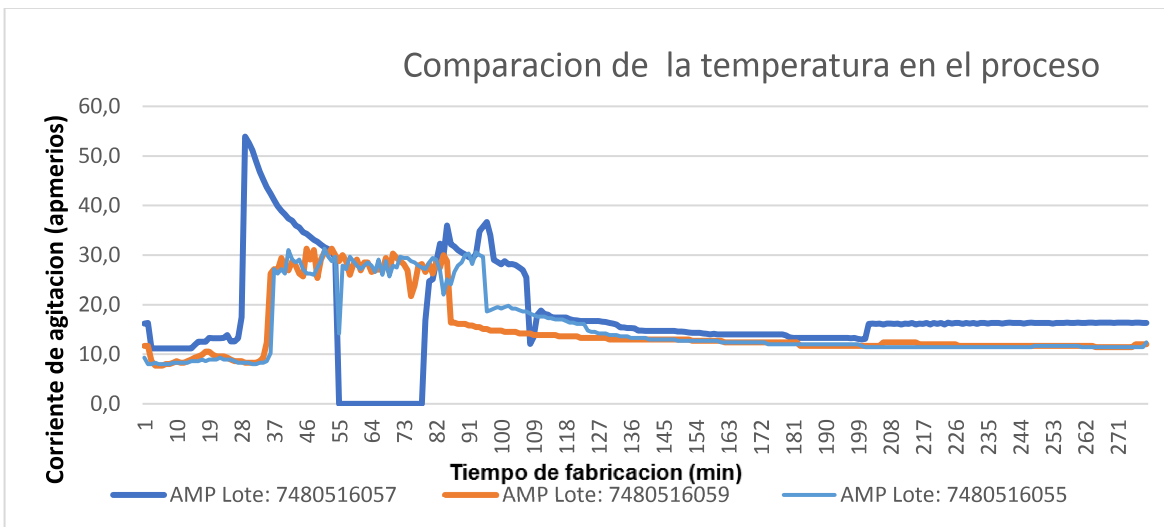


Ilustración 8 Comparación corriente de agitación en el proceso

Se puede observar que la variación de los datos en ambos procesos fue mínima, incluso en los gráficos de temperatura, se logran determinar variaciones de menos del 5% lo cual es ideal para la compañía,

En el gráfico de corriente de agitación se observa que hay mayores variaciones y esto es debido a que se presentan mayores tiempos muertos, o tiempos en el que la planta debe de parar por efectos apartes al proceso, sin embargo, se logra observar que en general la corriente de agitación presente una tendencia similar.

Adhesivo Tipo C

Para el adhesivos tipo C, por especificaciones de la empresa y el consumidor final es necesario realizar el análisis de y punto de ablandamiento se toman en total 30 muestras para un total de 3 lotes, 10 por cada lote, los datos de viscosidad son tabulados y graficados, gracias a la herramienta computacional Excel. En la tabla número, se evidencian las condiciones de operación para el análisis de la viscosidad

Tabla 11 Condiciones de operación

Viscosidad (cps)		Aguja	Velocidad	Temperatura	punto ablandamiento (°C)	
Mínimo	Máximo		rpm	°F	Mínimo	Máximo



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



2300	3300	27	20	302°F	90	110
------	------	----	----	-------	----	-----

Para los 3 primeros lotes se obtienen los siguientes resultados tabulados en la tabla 12, 13 y 14 en el cual aparecen los datos de viscosidad punto de ablandamiento y el color del producto terminado, en la cual se evidencian los respectivos límites permitidos para el producto.

Tabla 12 Lote 1 adhesivo tipo C

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
			27/20/302°F(VIL-08)		
			(2300-3300 cps)	2-5	(90-110) °C
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2925	3	95
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2890	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2940	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2910	3	97
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2895	3	99
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2890	3	94
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2865	3	95
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2880	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2930	3	98
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520120	2910	3	98

Tabla 13 Lote 2 adhesivo tipo C

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
			27/20/302°F(VIL-08)		
			(2300-3300 cps)	2-5	(90-110) °C
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2805	3	99
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2865	3	98
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2925	3	97
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2840	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2885	3	95
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2845	3	97
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2775	3	98
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2680	3	97



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2965	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520118	2835	3	98

Tabla 14 Lote 3 adhesivo tipo C

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
			27/20/302°F(VIL-08)		
			(2300-3300 cps)	2-5	(90-110) °C
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2970	3	100
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2855	3	97
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2845	3	98
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2890	3	99
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2900	3	97
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2975	3	96
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2750	3	99
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2900	3	98
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2855	3	99
24/01/2019	ADHESIVO TIPO C	7480520116	2900	3	97

Se agregan los valores de los lotes fabricados con la anterior materia prima, con el fin de realizar gráficos comparativos, y determinar las principales diferencias encontradas.

Tabla 15 Lotes producidos con la anterior materia prima.

Fecha Fabricación	Producto	Numero Lote	Viscosidad	Color Gardner	PUNTO DE ABLANDAMIENTO
			27/20/302°F(VIL-08)		
			(4700-6200 cps)	1-4	(90-110) °C
14/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480313129	2750	3	98
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305963	2725	3	97
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305961	3000	3	99
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305959	2800	3	98
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305957	2700	3	99
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305955	2700	3	98
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480305953	2700	3	97
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480220778	2825	3	99
08/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480220780	2725	3	99



07/03/2018	ADHESIVO TIPO C	7480220776	2700	3	98
------------	-----------------	------------	------	---	----

Posterior a esto se realiza un gráfico comparativo en el cual es más fácil evidenciar el comportamiento de los lotes con la nueva materia prima, y los lotes con la anterior materia prima, con respecto a las viscosidades y puntos de ablandamiento. y observar las variaciones que se tengan al respecto. Se toman 10 lotes pasados, realizados con la anterior materia prima.

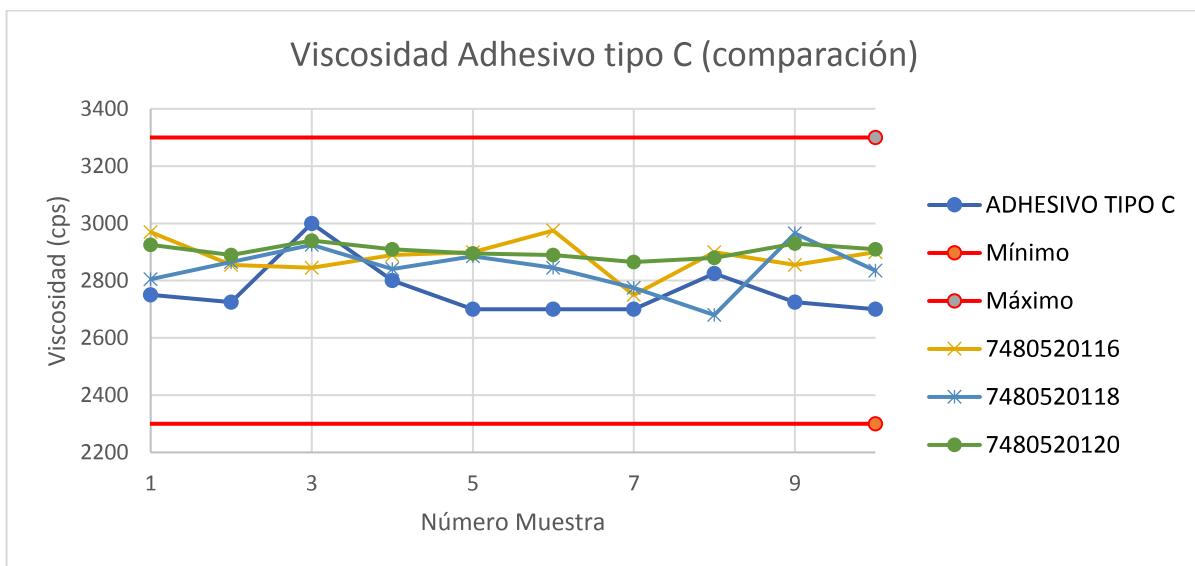


Ilustración 9 Comparación de las viscosidades

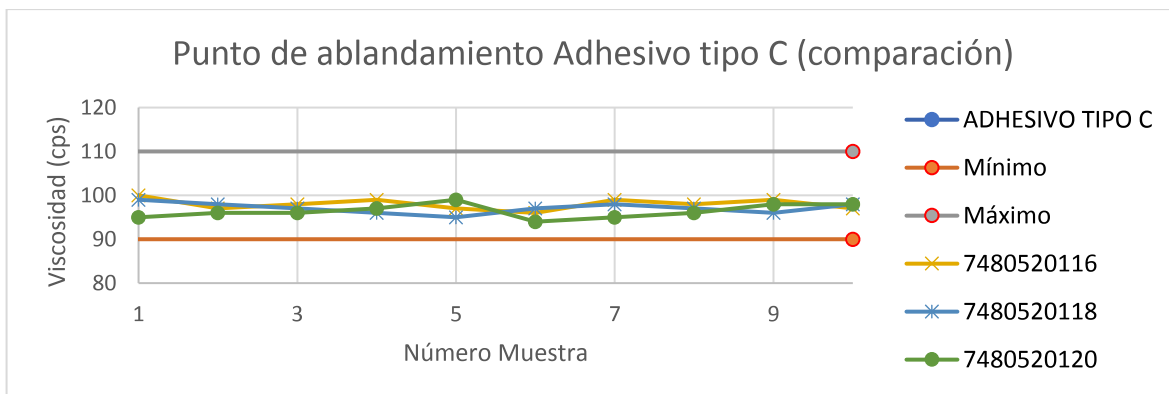


Ilustración 10 Comparación punto de ablandamiento



A partir de los gráficos de viscosidades y punto de ablandamiento se logran observar y evidenciar grandes similitudes en los de los productos fabricados con la anterior materia prima, que con la nueva materia prima para el adhesivo tipo C. y en general este tipo de adhesivo es muy estable en todo su proceso, además de esto, en cada uno de los 3 lotes nuevos, se observa grandes similitudes, es por esto por lo que se realiza un análisis estadístico, con el fin de determinar la reproducibilidad y repetitividad del proceso.

Esto se realiza por medio de la herramienta computacional Minitab, de la cual la compañía cuenta con la licencia, y se encuentran los siguientes resultados. Consignados en la gráfica 11

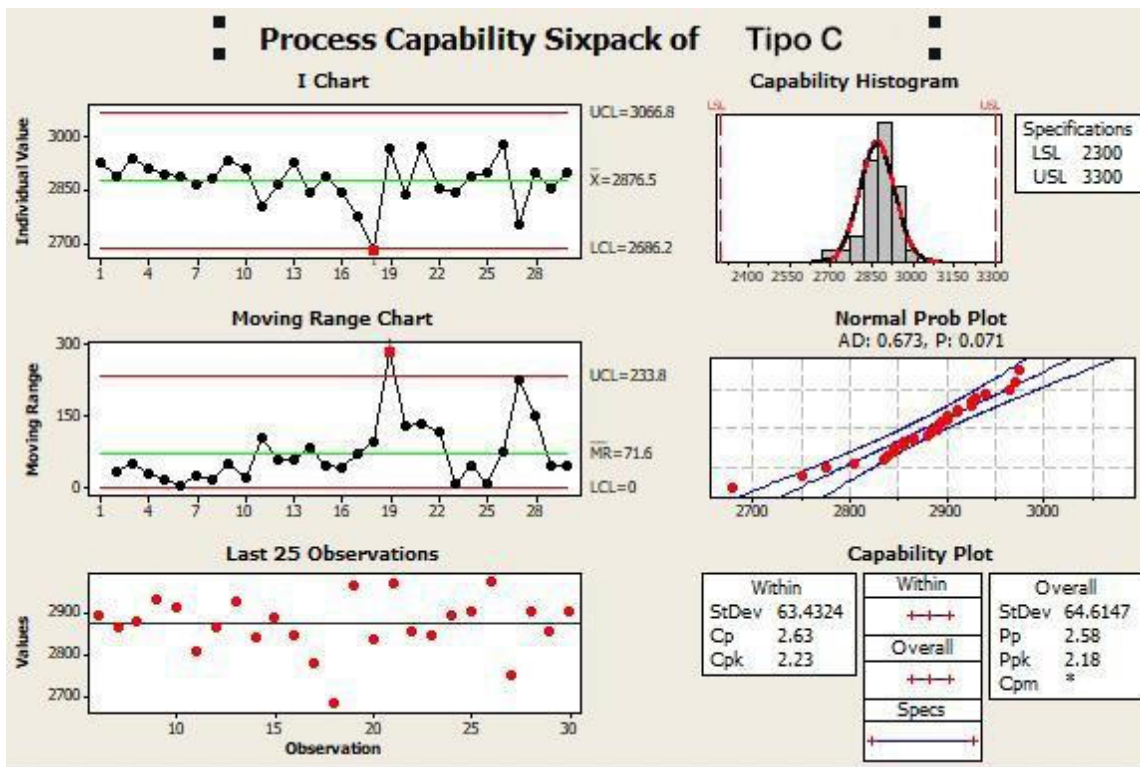


Ilustración 11. Datos estadísticos Adhesivo tipo C

De las gráficas "I Chart" y "Moving range chart" se puede observar que el proceso es estable, ya que no se encuentran datos fuera de los límites de tanto inferior, como



superior. La gráfica de los últimos 25 subgrupos (Last 25 observations) indica que los datos están distribuidos de forma aleatoria alrededor de la media del proceso lo que implica veracidad de los datos recolectados. La gráfica de probabilidad normal indica que los datos están distribuidos normalmente, ya que no se encuentran por

fuera de los límites como es observable. Por lo tanto, los supuestos del análisis de distribución normal se cumplen y se puede analizar la capacidad del proceso bajo estos supuestos.

El histograma y los índices de capacidad indican que el proceso está aproximadamente centrado en el público y que las mediciones están dentro de los límites de especificación. Los índices de capacidad, Cpk, Ppk y Cpm que indican la calidad del proceso, sean mayores que 1.33, por lo que se considera que el proceso de producción del Adhesivo C con la nueva materia prima, es un proceso capaz de producir lotes dentro de las especificaciones del cliente y la compañía.

Teniendo en cuenta las variables más importantes en el proceso, las cuales son temperatura y amperaje, se extraen los resultados obtenidos del PLC para los 3 lotes, con el fin de garantizar que el proceso se realiza siempre bajo los estándares de calidad de la compañía y el proceso sea reproducible.

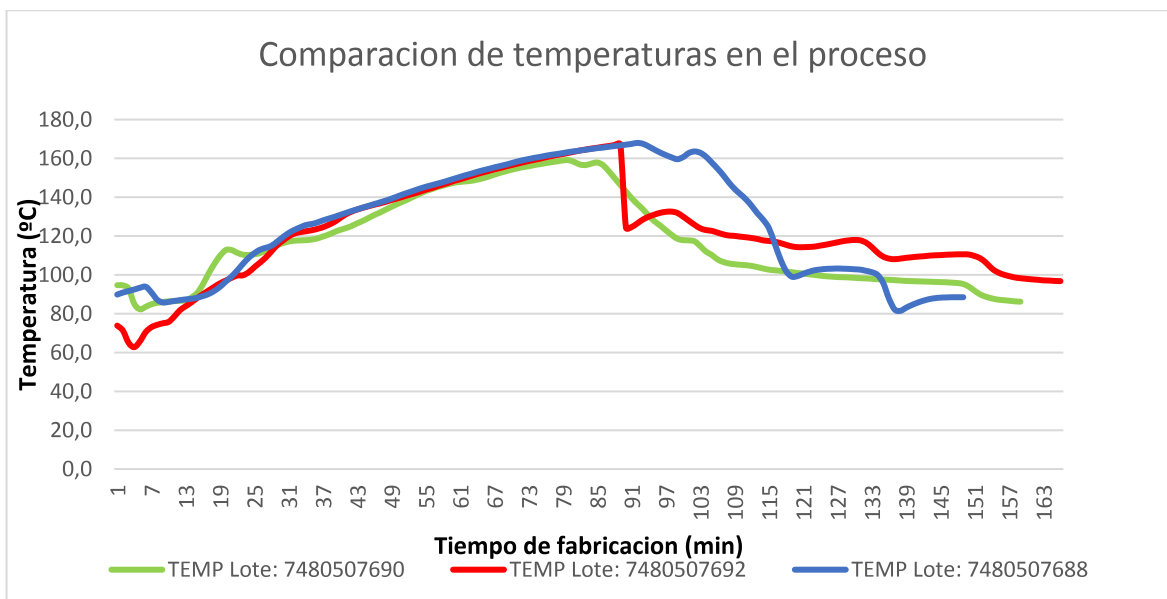


Ilustración 12 Comparación de las temperaturas en el proceso



Se logra observar que las temperaturas durante el proceso para los 3 lotes, permaneces de manera estable, además de esto presenta buenas lecturas, por lo obtenido con anterioridad, que le adhesivo tipo C es mucho más estable.

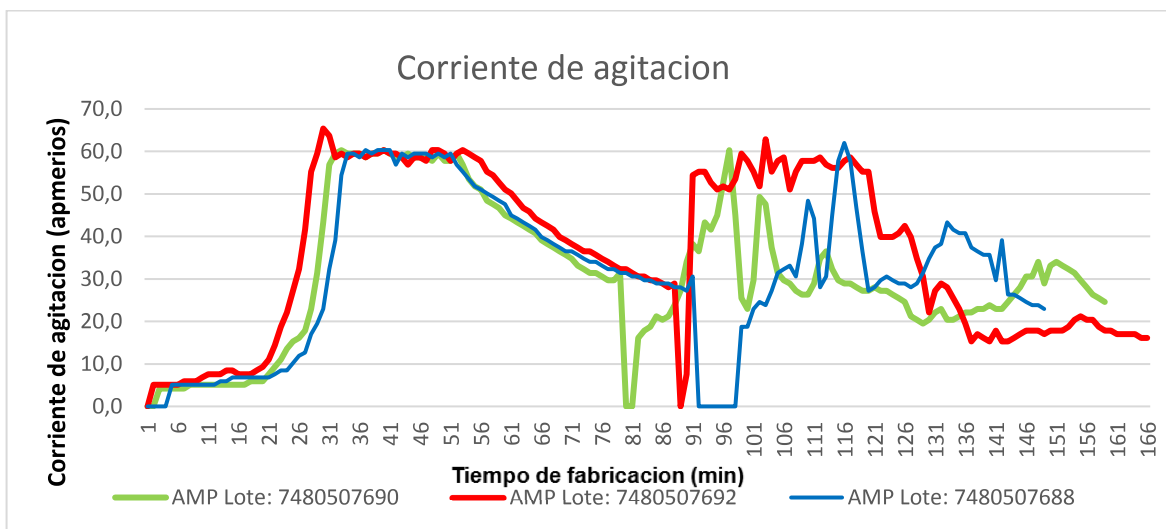


Ilustración 13 Comparación de la corriente de agitación en el proceso

Al principio del proceso se puede evidenciar grandes similitudes en las corrientes de agitación, sin embargo, en los puntos intermedios de los procesos, se presentan algunas diferencias, las cuales son generadas por los tiempos muertos que presenta la compañía, con el fin de lograr una estandarización en los procesos.

Conclusiones

- se logra desarrollar de manera exitosa las pruebas de validación, que consistían en implementar la nueva materia prima, se observa que los resultados son favorables, y reproducibles.
- Se obtiene un parte favorable en la nueva implementación del aceite como contratipo de la anterior materia prima, siendo este un suministro confiable y abundante con el fin de seguir cumpliendo la demanda.
- Desde el punto de vista de las viscosidades, se presenta una mejor estabilidad de los productos, con la nueva materia prima.



- los análisis estadísticos logran deducir que el proceso de fabricación de los adhesivos tipo A tipo B y tipo C con la nueva materia prima, es un proceso que cumple con los estándares de la compañía y consumidores. sin salirse de los límites de viscosidad y puntos de ablandamiento.
- se logra una homogeneidad en las temperaturas de los procesos, sin embargo, en la velocidad de agitación, se presentan algunas dificultades en

relación a los tiempos muertos. Por lo cual no se logra integrar esta última parte como satisfactoria

- se genera una nueva formulación de los productos, en la cual se incluye el uso de esta materia prima.

REFERENCIAS

- Fuller. H (s.f). about Us. Obtenido de HB Fuller: <http://www.hbfuller.com/noth-america/es/about-us/investor-relations>
- Anthony J. Kinloch (1987). Adhesion and Adhesives: Science and Technology, Chapman & Hall, British library
- Mario Madrid. (2015). Tecnología de la adhesión. Departamento técnico de Loctite España.
- Sadahito Misumi (2004). Adhesives composition, adhesive film, and semiconductor apparatus using the same.
- Molera, P. Máster En Tecnología de Pinturas. Barcelona: Universitat de Barcelona. 1992



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



- Adhesivos Tecnología de los plásticos, tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/adhesivos.html
- Ergon's HyPrene Process Oils | Ergon North & South America
- Condensación, P. D. E. A. Y. D. E. (n.d.). Tema 1. Estructura y propiedades de los polímeros 1., 1–54.