

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LAVADO Y
ACONDICIONAMIENTO DE BOTELLAS REF PET EN UNA EMPRESA DE
BEBIDAS GASEOSAS

DANIELA ALEJANDRA GUTIÉRREZ GUERRERO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.
2019

PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LAVADO Y
ACONDICIONAMIENTO DE BOTELLAS REF PET EN UNA EMPRESA DE
BEBIDAS GASEOSAS

DANIELA ALEJANDRA GUTIÉRREZ GUERRERO

Proyecto integral de grado para optar el título de:
INGENIERO QUÍMICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.
2019

Nota de Aceptación:

Orlando Castiblanco Urrego

Juan Camilo Cely Garzón

Bogotá D.C. Agosto de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dr. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa de Ingeniería Química

Ing. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Quiero dedicar todo el esfuerzo puesto en este proyecto a mi familia, a mis padres por su apoyo incondicional y su entera confianza en mis habilidades, porque nunca dudaron de mis capacidades; a mis hermanos, Estefanía por ser el motor que me impulsa cada día y Giovanni por ser un ejemplo de superación y servir como inspiración en mi proyecto de vida. A mi tía Anita porque sin su motivación y consejo no hubiese logrado superar cada obstáculo que se presentó en el camino. A mi novio, Andrés, quien con su confianza, paciencia y amor me acompañó durante todo este proceso. Finalmente, y no menos importante a mi abuela que me acompaña desde el cielo, con la esperanza de que se sienta orgullosa de lo logrado hasta el momento, la vida sin ti ha sido difícil, pero me llena de tranquilidad recordar tus consejos y palabras.

AGRADECIMIENTOS

A Ernesto León, por su dedicación, apoyo incondicional y voto de confianza para la realización de este proyecto, por compartir todos sus conocimientos, por la ayuda en todas las dificultades que se presentaron.

A la ingeniera Elizabeth Torres por su dedicación y apoyo durante la realización, por su tiempo y consejos que aportaron en cada etapa de este proyecto. Por su paciencia y entera colaboración.

A mi mamá por su apoyo moral y económico para culminar este proyecto, por estar en los momentos más difíciles llenándome de motivación y fuerza para avanzar. Gracias a tu esfuerzo estoy por culminar esta etapa de mi vida y un paso más cerca de ser profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
OBJETIVOS	24
1. GENERALIDADES	25
1.1 TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)	25
1.2 RESINAS PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES REF-PET	27
1.3 BOTELLAS RETORNABLES	27
1.3.1 Lavado de Ref PET con soda cáustica	28
1.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS INVOLUCRADOS	28
1.4.1 Producción de la Botella Ref PET	29
1.4.2 Proceso de trasegado	30
1.4.3 Planta de manufactura para bebidas envases retornables	30
1.4.3.1 Depalletizado	30
1.4.3.2 Inspección visual del envase	30
1.4.3.3 Desencajonado	30
1.4.3.4 Descapsulado	31
1.4.3.5 Inspección de pre-lavado	31
1.4.3.6 Lavado	31
1.4.3.7 Inspección post lavado	32
1.4.3.8 Llenado y capsulado	32
1.4.3.9 Validación Contenido Neto	33
1.4.3.10 Codificación	33
1.4.3.11 Encajonado	33
1.4.3.12 Palletizado	33
1.4.3.13 Almacenamiento en planta.	33

2.	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA REF PET DURANTE EL PROCESO	35
2.1	CAUSAS DE RECHAZO CON BASE EN LOS ANTECEDENTES	35
2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS DE RECHAZO	37
2.2.1	Residuos de hidrocarburos u otras sustancias	37
2.2.2	Cuerpos extraños	37
2.2.3	Deformaciones y encogimientos	37
2.2.4	Boca de botella dañada	38
2.2.5	Bajo contenido neto	38
2.2.6	Extra suciedad	38
2.2.7	Scuffing y stress cracking	39
2.3	DAÑOS Y RECHAZOS POR ETAPAS	40
2.4	CAUSAS DE DAÑO	43
3.	ALTERNATIVA DE MEJORA	46
3.1	METODOLOGÍA	46
3.2	DESCRIPCIÓN ESTADO ACTUAL DEL PROCESO	46
3.3	ETAPAS EN LAVADORA	47
3.3.1	Remojo	48
3.3.2	Acción detergente	48
3.3.3	Enjuague	48
3.4	FACTORES QUE AFECTAN EL LAVADO	48
3.5	DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA PROPUESTA	49
3.5.1	Parámetros y variables experimentales	49
3.5.2	Determinación de muestra y dimensionamiento previo	50
3.5.3	Loop test	52
3.6	EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES ESTABLECIDAS	55
3.6.1	Análisis Cualitativo	55
3.6.1.1	Resultados cualitativos de la muestra	56
3.6.2	Análisis cuantitativo	60
3.6.2.1	Altura total, peso envase vacío, peso envase + agua	61
3.6.2.2	Claro de base	63

3.6.2.3	Diámetro de cuello, hombro, panel, base	64
3.7	BENEFICIOS ENERGÉTICOS DE LA PROPUESTA	67
3.8	ESPECIFICACIONES FINALES DE LA PROPUESTA	70
4.	COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	72
4.1	COSTOS	72
4.1.1	Costos insumos	72
4.1.2	Costos energéticos asociados a la bomba	74
4.1.3	Costos asociados a las exclusiones e implementaciones de nuevos recipientes de Tereftalato de polietileno	80
5.	CONCLUSIONES	82
6.	RECOMENDACIONES	83
	BIBLIOGRAFIA	84
	ANEXOS	89

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Capacidad de Llenado @ 56.3 mm (25.5°C)	63
Tabla 2. Propiedades físicas y termodinámicas de Agua	68
Tabla 3. Propiedades y transferencia de calor por tanque sin propuesta	69
Tabla 4. Propiedades y transferencia de calor por tanque con propuesta	70
Tabla 5. Costos comerciales de los insumos del tanque 2	72
Tabla 6. Valor de aditivo por unidad de masa para 0.2% de aditivo	72
Tabla 7. Valor de insumo por unidad de masa para 0.3% de aditivo	73
Tabla 8. Valor de NaOH por unidad de masa	73
Tabla 9. Costo total de los insumos de acuerdo a la concentración en el tanque 2	73
Tabla 10. Propiedades termodinámicas del agua	74
Tabla 11. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 1	75
Tabla 12. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 2	77
Tabla 13. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 3	78

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura química Tereftalato de polietileno.	26
Figura 2. Ciclo de las botellas retornables.	27
Figura 3. Envase Ref PET con objetos extraños	37
Figura 4. Envase Ref PET deformado	38
Figura 5. Botella Ref PET extra sucia	38
Figura 6. Base de botella con scuffing	39
Figura 7. Base de botella con stress cracking	39
Figura 8. Atrapamiento durante desencajonado	44
Figura 9. Entrada de botellas Ref PET a la lavadora	46
Figura 10. Botella rechazada por exceso de scuffing	47
Figura 11. Descripción de los tanques presentes en la lavadora	47
Figura 12. Puntos de medida en la botella retornable de tereftalato de polietileno	51
Figura 13. Inmersión de rejillas en la lavadora con solución cáustica	52
Figura 14. Duchas de lavado interno y externo de la Ref PET	52
Figura 15. Presurización de envases	53
Figura 16. Inspección visual muestra 2 ciclo 5	57
Figura 17. Inspección visual muestra 5 ciclo 8	58
Figura 18. Inspección visual muestra 2 ciclo 15	58
Figura 19. Inspección visual muestra 8 ciclo 21	59
Figura 20. Inspección visual muestra 12 ciclo 21	59
Figura 21. Inspección visual muestra 10 ciclo 25	60

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Diagrama de Pareto equipo de pre-lavado 1 y 2	40
Gráfica 2. Histograma inspector pre-lavado 1 y 2	41
Gráfica 3. Registro de temperatura lavadora.	41
Gráfica 4. Diagrama de Pareto equipo de Post- lavado	43
Gráfica 5. Histograma equipo de Post-lavado	43
Gráfica 6. Cambio de altura total en el envase de Tereftalato de Polietileno	61
Gráfica 7. Porcentaje de perdida de altura	62
Gráfica 8. Distancia claro de base	63
Gráfica 9. Diámetro de cuello	64
Gráfica 10. Diámetro de hombro	65
Gráfica 11. Diámetro de panel	65
Gráfica 12. Diámetro de talón	66

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Propiedades físicas del Tereftalato de Polietileno	25
Cuadro 2. Clasificación de no conformidades recurrentes por etapa	36
Cuadro 3. Inspección de Pre- Lavado	40
Cuadro 4. Inspector de Post- lavado	42
Cuadro 5. Parámetros de operación estado actual vs la propuesta	49
Cuadro 6. Especificaciones de la evaluación experimental	50
Cuadro 7. Parámetros de intensidad Scuffing	55
Cuadro 8. Parámetro de legibilidad	56
Cuadro 9. Comparación de parámetros	71
Cuadro 10. Costo consumo de acueducto	74
Cuadro 11. Costos operacionales por tanque	80

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Producción de la botella Ref- PET	29
Diagrama 2. Procesos involucrados en la manufactura de Ref PET.	34
Diagrama 3. Preparación de la muestra para la prueba experimental.	51
Diagrama 4. Comprobación experimental de la propuesta	54
Diagrama 5. Esquema del intercambio térmico de cada tanque	69

LISTA DE ECUACIONES.

	pág.
Ecuación 1. Razón de la transferencia de calor	68
Ecuación 2. Velocidad del fluido	75
Ecuación 3. Número de Reynolds	75
Ecuación 4. Rugosidad relativa	76
Ecuación 5. Factor de fricción.	76
Ecuación 6. Caída de presión en la tubería	76
Ecuación 7. Potencia de bombeo requerida	77
Ecuación 8. Costo operacional del intercambiador	79

LISTA DE ANEXOS.

	pág.
ANEXO A. Fichas de seguridad insumos para el tanque 2	90
ANEXO B. Resultados dimensionamiento loop test.	116
ANEXO C. Cotización aditivos	121
ANEXO D. Cotización hidróxido de sodio	122

NOMENCLATURA.

$\frac{BTU}{lb\ ^\circ F}$	British termal unit sobre libra por grado Fahrenheit
ρ	Densidad
$^\circ C$	Grados centígrados
g	Gramo
g/cm^3	Gramo sobre centímetro cúbico
h	Hora
Kg	Kilogramo
Kg/h	Kilogramo sobre hora
Kg/m^3	Kilogramo sobre metro cúbico
$\frac{Kg}{m*s}$	Kilogramo sobre metro por segundo
kJ/h	Kilojoule sobre hora
$\frac{kJ}{kg\ ^\circ C}$	Kilojoule sobre kilogramo por grado centígrado
kW	Kilovatio/ kilowatt
kWh	Kilovatio por hora
$\frac{lb}{ft^3}$	Libra sobre pie cúbico
m	Metro
m/s	Metro sobre segundo
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
m^3/s	Metro cúbico sobre segundo
mL	Mililitro
mm	Milímetro
min	Minuto
Pa	Pascal
PET	Tereftalato de polietileno

<i>ppm</i>	Partes por millón
<i>s</i>	Segundo
<i>v</i>	Volumen

GLOSARIO

BEBIDAS CARBONATADAS: son bebidas gasificadas con dióxido de carbono (CO₂), los niveles de carbonatación dependen del tipo de producto que se desea producir. Para endulzar la bebida se emplean carbohidratos como sacarosa o jarabe de maíz con alto contenido de fructosa (JMAF)¹

CEDI: se trata de un centro de distribución logístico donde se almacenan las mercancías para ser luego embarcadas y distribuidas en el comercio mayorista o minorista.²

CRAZE: consiste en deformaciones mecánicas producidas en diferentes zonas del polímero que macroscópicamente se observan como grietas de color blanco. Las cadenas del tereftalato de polietileno se elongan quedando tensionadas generando así espacios susceptibles a la fractura.³

CRAZING: se considera que un envase presenta crazing cuando se evidencia más de una zona con *craze* y cada una de estas deformaciones ha aumentado considerablemente. Es el estudio de la formación y crecimiento de las zonas con crazes.

EXCLUSIONES: consiste en los envases que son retirados de la línea de producción por no cumplir con los requerimientos.

PALLET: consiste en un marco de madera utilizado para apilar, almacenar y transportar mercancías y materiales. Esta construido para ser elevado y transportado fácilmente.⁴

REFILLABLE PET (REF PET): es una botella de PET (tereftalato de Polietileno) que puede ser reutilizada de forma segura gracias a la densidad adecuada para soportar los procesos de recolección y sanitación.⁵

REUTILIZACIÓN: [hace referencia] a volver a utilizar algo, bien sea con la función

¹ ASHURST, Philip. Carbonated Beverages En: Reference Module in Food Science. Ludlow: Elsevier, 2016. [citado en abril 3 de 2018] Disponible en <<https://ezproxy.uamerica.edu.co:2119/science/article/pii/B9780081005965032406>>

² ZONA LOGÍSTICA. ¿Qué es un centro de distribución? [online]. Enero 15 de 2018. [citado en abril 3 de 2019] Disponible en: <<https://www.zonalogistica.com/que-es-un-centro-de-distribucion/>>

³ MICHLER, Goerg. BALTA-CALLEJA, Francisco. Nano- and Micromechanics of Polymers - Structure Modification and Improvement of Properties. Munich: Hanser Publishers, 2012. 119-144p.

⁴ GORSE, Christopher, JOHNSTON, David, PRITCHARD, Martin. Dictionary of Construction, Surveying and Civil Engineering - pan. Reino Unido: Oxford University Press, 2012. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C1J4K8/dictionary-construction/pan>

⁵ COCA-COLA ANDINA, Glosario. [online], Consultado 3 de abril 2019. Disponible en: <http://www.koandina.com/pagina.php?p=glosario>

que desempeñaba anteriormente o con otros fines.⁶

SCUFFING: “[...] rasguños entre grisáceos y blancos que aparecen en las botellas que reflejan su uso constante”⁷ consiste en desgastes de la botella a causa del uso constante y como consecuencia del ciclo de retornabilidad

STRESS CRACKING: hace referencia a la aparición de grietas en los envases de tereftalato de polietileno cuando son sometidos a tensiones mecánicas durante la exposición a componentes químicos que en condiciones diferentes no representan ningún daño.⁸

TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VÍTREA (T_g): “temperatura característica a la que los polímeros vítreos amorfos se vuelven flexibles o como el caucho debido al inicio de la agitación segmental”⁹

VISCOSIDAD INTRÍNSECA: también llamado índice de viscosidad límite, consiste en la relación entre la viscosidad específica y la concentración del polímero. Al monitorearse de manera adecuada evita que se presenten fallas por stress cracking y envases nublados.¹⁰

⁶ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [online]. Diccionario de la lengua española. Madrid (España). Actualización 2017. Consultado el 3 de abril de 2019. Disponible en: <<http://dle.rae.es/?id=WMGvvdn>>

⁷ COCA-COLA COMPANY, Las mil y un oportunidades de una botella retornable. [online] Disponible en:

<<https://www.cocacoladeperu.com.pe/historias/medio-ambiente-Las-mil-y-un-oportunidades-de-una-botella-retornable>>

⁸ YAM, Kit. Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3ra Ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2009. 996p [online] disponible en

<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWEPT002/wiley-encyclopedia-packaging/wiley-encyclopedia-packaging>

⁹ SEYMOUR, Raimond, CARRAHER, Charles. Estructura de los polímeros (morfología) **en:** Introducción a la química de los polímeros. Barcelona: Editorial reverté, 1995. 55p.

¹⁰ SEYMOUR, Raimond, CARRAHER, Charles. Reología y solubilidad **en:** Introducción a la química de los polímeros. Barcelona: Editorial reverté, 1995. 75p.

RESUMEN

En este proyecto se realiza la propuesta de mejora en el proceso de lavado y acondicionamiento de botellas Ref PET; se diagnóstica la línea de producción encargada del procesamiento de los envases en presentación de 2 litros retornables en donde se determinaron los puntos críticos del proceso donde se presentan mayor número de exclusiones por no cumplir con los requerimientos.

Con el diagnóstico de la línea se procedió a evaluar los parámetros de lavado establecidos a partir de los requerimientos de la norma interna de la empresa, mediante la simulación de la etapa en laboratorio para así comprobar la viabilidad de las condiciones.

Por último, se establecieron las variaciones asociadas al intercambio energético, para finalmente considerar los costos asociados a la propuesta de mejora.

PALABRAS CLAVE: Ref PET, Lavado con soda cáustica, Scuffing, Stress Cracking, Reutilización, envases retornables, envases PET, polímero.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el tereftalato de polietileno es empleado en numerosos productos comerciales, entre ellos destaca la fabricación de envases para bebidas. Gracias a sus propiedades físicas es posible obtener botellas ligeras, transparentes y resistentes; que se caracterizan por su eficacia en la conservación de sabor y aroma, por actuar efectivamente como barrera contra los gases y ser un material 100% reciclable. Hoy en día con el interés en la problemática mundial generada a raíz de la contaminación ambiental por plásticos se ha hecho necesario incrementar las políticas y campañas que incentiven al consumidor en el uso de envases eco-amigables de más de un uso, es allí donde tecnologías como los envases PET retornables entran a jugar un papel importante en el mercado.¹¹

Pero no es suficiente con incentivar al consumidor sino se debe garantizar la integridad del empaque. Por este motivo cuando los envases regresan a la planta son sometidos a un arduo proceso de sanitación que puede ocasionar daños y defectos en este.

En este trabajo de grado se busca proponer una mejora en el proceso de lavado y acondicionamiento de las botellas Ref PET, con el fin de disminuir el número de exclusiones a causa de la no conformidad con los requerimientos durante su procesamiento en planta, se busca incrementar el tiempo de vida útil del envase para así disminuir los residuos plásticos generados.

Inicialmente se encuentra el diagnóstico de los procesos involucrados, separando por etapa e identificando los puntos críticos, así como las causas de exclusión asociada, por medio de observaciones periódicas a la línea de proceso.

En el presente documento se encuentran descritas las causas de exclusión y los puntos críticos de interés durante el proceso de lavado y acondicionamiento, se identifican las variables que influyen para el incremento de las exclusiones para poder evaluar así el cambio en la temperatura de lavado y determinar su viabilidad, estableciendo las consecuencias en la integridad de la botella al implementarlos y los costos asociados a la propuesta.

¹¹ FERRO, Alyn. El envase de polietilentereftalato: su impacto medioambiental y los métodos para su reciclado. Cuba: Editorial Universitaria, 2008. 28 p. ISBN 978-959-16-0955-7.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de mejora en el proceso de lavado y acondicionamiento de la botella REF PET en una empresa de bebidas gaseosas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso de lavado y acondicionamiento de la botella REF PET
- Establecer la alternativa de mejora del proceso de lavado y acondicionamiento de acuerdo al desarrollo experimental
- Estimar los costos asociados a la propuesta de mejora

1. GENERALIDADES

En la industria de bebidas carbonatadas para la presentación retornable se empleaba vidrio, con los años se implementó tereftalato de polietileno, que ya era usado en las presentaciones de un solo uso, por sus ventajas en resistencia, cristalinidad, durabilidad y su eficaz barrera contra las fugas de líquido o gases.

Para que la botella PET pueda ser usada durante varios ciclos, es necesario que cumpla con ciertos parámetros físico- químicos los cuales se explican a continuación por lo que pasan por un estricto proceso de manufactura. Entre los términos a tratar se encuentran el tereftalato de polietileno, las resinas para envases PET retornables y los procesos involucrados.

1.1 TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

Consiste en una resina termoplástica que tiene gran resistencia al desgaste y los químicos con los que entra en contacto.¹² Es un polímero de condensación, producido a partir de p-xileno y etileno. Puede encontrarse en estado semicristalino (fibras) o cristalino (películas), lo que depende de la orientación dada durante su manufactura. En el cuadro 1 se pueden observar algunas de sus propiedades físicas.

Cuadro 1. Propiedades físicas del Tereftalato de Polietileno

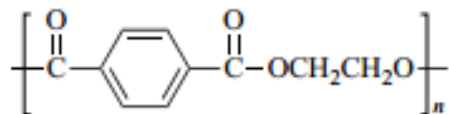
Parámetro	
Temperatura de Fusión (°C)	245 – 265
Densidad a 20°C (g/cm ³)	1,455
Temperatura de procesamiento (°C)	260-300
Temperatura de descomposición (°C)	285 – 329
Temperatura de ignición (°C)	390
Cristalinidad películas orientadas (%)	85

Fuente WYPYCH, George. (201. Handbook of Polymers - PEX silane-crosslinkable polyethylene. 2012. p. 185-190. ChemTec Publishing. [Online] disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00A21UB2/handbook-of-polymers/pex-silane-crosslinkable>

¹² Tomsic, Joan L. Dictionary of Materials and Testing. 2a Ed. 2000 SAE International. [online] Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDMTE0001/dictionary-materials/dictionary-materials>

Este material es uno de los más usados actualmente en el mercado debido a su buena resistencia a los ácidos, alcoholes, hidrocarburos alifáticos y aromáticos, aceites y cetonas.¹³ Su estructura química puede observarse a continuación.

Figura 1. Estructura química Tereftalato de polietileno.



Fuente: BINGHAM, Eula; COHRSEN, Barbara. Patty's Toxicology. 6 ed. 2012. John Wiley & Sons.

El etileno se convierte en etilenglicol mientras el p-Xileno se convierte en tereftalato de dimetilo o ácido tereftálico. Estos monómeros luego se polimerizan por medio del proceso de condensación. Dependiendo del reactivo empleado se tendrán dos posibles subproductos, por una parte, si se emplea ácido tereftálico se producirá agua mientras si se emplea tereftalato de dimetilo se tendrá como sub producto metanol. Para incrementar el peso molecular del polímero se someten las virutas de resinas secas y cristalizadas a alta temperaturas y al vacío.¹⁴

Hoy en día es ampliamente utilizado para envasar bebidas carbonatadas debido a su alta capacidad para actuar como barrera ante la fuga de oxígeno y el dióxido de carbono. Así mismo se emplea como envase de licores destilados, salsas, mantequilla de maní, jarabes, recipientes para microondas y para aplicaciones medicas¹⁵

¹³ WYPYCH, George. Handbook of Polymers - PEX silane-crosslinkable polyethylene. 2012. p. 185-190. ChemTec Publishing. [online] Disponible en: <<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00A21UB2/handbook-of-polymers/pex-silane-crosslinkable>>

¹⁴ SELKE, Susan. CULTER, John. Polyethylene Terephthalate (PET). **En:** Plastics Packaging - Properties, Processing, Applications, and Regulations. 3a ed. Alemania: Hanser Publishers, 2016. p130 Disponible en: <<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPPPPARE1/plastics-packaging-properties/plastics-packaging-properties>>

¹⁵ SELKE, Susan. CULTER, John. Polyethylene Terephthalate (PET). **En:** Plastics Packaging - Properties, Processing, Applications, and Regulations. 3a ed. Alemania: Hanser Publishers, 2016. p132. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00CRG9L1/plastics-packaging-properties/polyethylene-terephthalate>

1.2 RESINAS PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES REF-PET

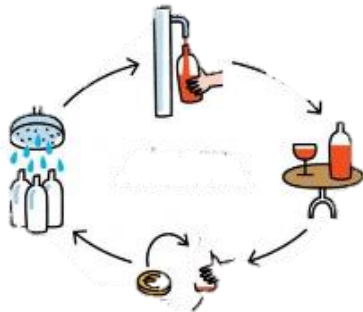
Los envases retornables deben cumplir con parámetros específicos, lo que hace necesario que las resinas empleadas para su manufactura cumplan con los requerimientos.

Inicialmente es necesario que la resina sea 100% virgen, es decir no esté compuesta por ningún plástico reciclado, que la viscosidad intrínseca sea igual a 0.82 ± 2 , respecto a los residuos de acetaldehído no deben superar 1 ppm con un grado de cristalización como mínimo del 50%. Generalmente estas resinas se distribuyen en bolsones de más de 1200 kg. Otro aspecto a tener en cuenta es el calor específico del material pues este facilitara el moldeo del producto. Por último, es importante que las resinas PET son materiales altamente higroscópicos, por lo que tienden a ganar humedad fácilmente lo que influye directamente en la fabricación de las preformas. Todas estas condiciones buscan garantizar que la resina sea apta para elaborar preformas con un mayor espesor que facilite su manejo y moldeo para lograr obtener los envases retornables con mayor resistencia y durabilidad

1.3 BOTELLAS RETORNABLES

Actualmente con el fin de disminuir el consumo de plásticos de un solo uso se ha impulsado en el consumidor el uso de botellas retornables. Estos envases tienen la salen al mercado flotante, son recuperados y acondicionados para utilizarlos nuevamente con el mismo tipo de bebida. Actualmente este tipo de envases están elaborados en vidrio o tereftalato de polietileno (PET). Este último a diferencia de los empaques desechables, botella flexi de 400ml, posee mayor solidez y dureza para tener mayor durabilidad en el ciclo de retornabilidad (Figura 2).

Figura 2. Ciclo de las botellas retornables.



Fuente: <https://inspiracionsocial.wordpress.com/2015/12/12/vuelven-las-botellas-retornables-para-liquidos-alimentarios/>

Estos envases PET retornables con el paso del tiempo empiezan a presentar desgastes y un aumento considerable en el nivel de scuffing, por lo que deben ser retirados del mercado y separados en los centros de distribución.

1.3.1 Lavado de Ref PET con soda cáustica. Las botellas retornables (Ref PET) que regresan a la planta han estado expuestas a todo tipo de agentes, por lo cual es necesario llevar a cabo lavados que eliminen los contaminantes presentes. Actualmente estos lavados se realizan en presencia de soda cáustica (Hidróxido de sodio, NaOH) a una concentración entre 0.25% y 3% pues gracias a sus propiedades detergentes es un fuerte agente limpiador alcalino.¹⁶ En muchos casos es necesario añadir tensoactivos que mejoren las propiedades de enjuague que posee, con el fin de garantizar un mejor contacto entre la solución limpiadora y la suciedad presente para así obtener un mayor rendimiento durante el proceso. Con el fin de no causar ningún tipo de daño térmico al envase se trabaja a temperaturas por debajo de 60°C.

Emplear altas concentraciones de soda y temperaturas elevadas hace más susceptibles los envases a presentar daños en su estructura y aumenta el nivel de scuffing que posee las botellas PET.¹⁷ Es uno de los pasos más importantes pues de la eficiencia de la etapa depende en gran medida la cantidad de botellas excluidas bien sea por presencia de agentes contaminantes, presencia de NaOH, o bien porque se presentan alteraciones en el aspecto físico de la botella.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS INVOLUCRADOS

Como se ha mencionado anteriormente, la botella Refillable PET (Ref PET) es ampliamente usada en el mercado colombiano con el fin de incentivar la retornabilidad en el usuario. Actualmente es posible evidenciar el ciclo que atraviesa el empaque durante su vida útil.

En la figura 2 se observa el ciclo de las botellas retornables que consta de cuatro etapas principales. Ubicadas en: planta de producción, distribución, almacenes clientes y finalmente los consumidores, dentro de cada una de estas etapas se encuentran asociados procesos propios. Ya que los aspectos relacionados con los almacenes de clientes y finalmente los consumidores son diversos y poco manejables, se abordarán las variables pertinentes y controlables en la planta de producción y los centros de distribución.

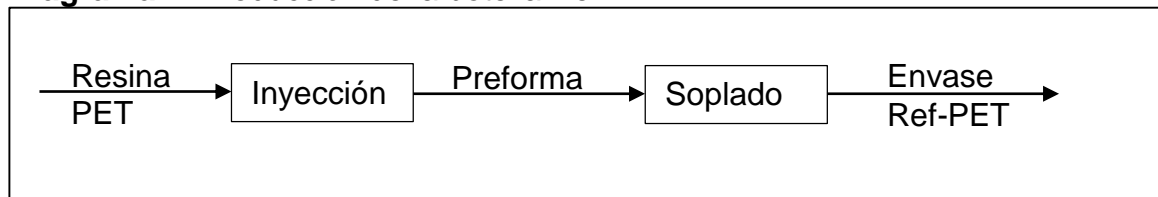
¹⁶ MERCADOTECNIA ECN. Solución UD-Line para lavadoras de botellas- dosificación de sosa y aditivo. En: ECN. [online] agosto 9 de 2016. Consultado en julio 8 de 2018. Disponible en: <<http://ecn.com.mx/solucion-ud-line-para-lavadoras-de-botellas-dosificacion-de-sosa-y-aditivo/>>

¹⁷ MICHLER, Goerg. BALTA-CALLEJA, Francisco. Nano- and Micromechanics of Polymers - Structure Modification and Improvement of Properties. Munich: Hanser Publishers, 2012. 119-144p.

Es posible establecer que la botella retornable tiene una secuencia de procesos durante su ciclo de vida, inicialmente los envases son elaborados por un contratista externo a partir de preformas obtenidas por la inyección de resina PET, ya que estas botellas denominadas “envases nuevos” son palletizados para su entrega al cliente es necesario llevar a cabo el proceso de trasegado donde las botellas serán acopiadas en cajas plásticas de nueve unidades, una vez en planta los envases atraviesan una serie de etapas de acondicionamiento para finalmente poder llevar a cabo el envasado de la bebida en presentación retornable de 2 litros. Por último, el producto terminado es trasladado a los centros de distribución, donde serán repartidos y entregados a las pequeñas y grandes empresas encargadas de su venta al consumidor, tras su consumo en el mercado el envase regresa a la planta de distribución donde da inicio a un nuevo ciclo desde la etapa de acondicionamiento. A continuación, se describe cada uno de los procesos involucrados en el ciclo de vida de la botella Refillable PET.

1.4.1 Producción de la Botella Ref PET. Para elaborar las botellas de Tereftalato de polietileno en presentación de 2 litros se emplea el proceso de moldeo por inyección - soplado, este, consta de dos etapas principales. (Diagrama 1)

Diagrama 1. Producción de la botella Ref- PET



Fuente: elaboración propia.

En la primera, conocida como **inyección**, se obtiene la preforma de la botella, para esto se funde la resina PET que luego será inyectada en el molde de la preforma. Ya que es necesario garantizar la no cristalización del material se debe someter la preforma a enfriamiento rápido. Una vez obtenida, se realiza la inspección visual por medio de pantallas iluminadas donde se rectifica que la preforma no presente zonas opacas ni objetos extraños, así mismo se llevan a cabo pruebas de control donde se rectifica las características físicas y químicas de la resina, aquí se evalúa el espesor y diámetro de la preforma, la presencia de acetaldehído la cual debe ser menor a 0.3ppm y la espectro-fluorescencia donde se rectifican las cadenas del polímero.

La segunda, consiste en la etapa de **soplado**, para esta es necesario calentar la preforma por encima de su temperatura de transición vítrea (Tg), luego introducir el aire de soplado para lograr el tensionado en las direcciones axial y radial y obtener la forma final del envase. Seguido de esto se realiza el etiquetado de la botella en

heat transfer. Con el fin de garantizar la calidad del producto se llevan a cabo pruebas que incluyen: el lavado con soda cáustica a una concentración de 3.8% y temperatura de 58°C, se someten al lavado con regaderas, se presurizan y evalúan. Este proceso se repite en 25 ciclos para determinar y observar el comportamiento y el estado de las botellas. De igual forma se llevan a cabo procesos de control donde se rectifica el diámetro y los espesores de la botella, el estado de la base, la altura, propiedades físico químicas y resistencia.

Finalmente, los envases PET son palletizados de forma manual y almacenada en bodega a espera de ser trasladados.

1.4.2 Proceso de trasegado. Los pallets que contienen las botellas retornables nuevas, son almacenados en bodegas a espera de pasar por el proceso de trasegado, donde de manera manual son abiertos y acopiados en canastillas con capacidad para nueve unidades.

1.4.3 Planta de manufactura para bebidas envases retornables. A la planta ingresan los pallets de cajas con las botellas PET retornables, donde deberán atravesar diferentes etapas que garantizan la integridad y calidad de la botella antes de realizar el envasado de la bebida y finalmente ser validado para su salida al mercado. A continuación, se describen las diferentes etapas dentro de la línea destinada a la producción con Ref PET.

1.4.3.1 Depalletizado. En esta etapa los pallets están compuestos por arreglos de 4 tendidos con 15 cajas cada uno, que contienen las Ref PET, por medio de un montacargas los pallets son llevados a la plataforma donde el equipo despalletizador se encarga de tomar cada tendido para ser conducidos por bandas transportadoras.

1.4.3.2 Inspección visual del envase. Durante el paso en la línea, las cajas son ordenadas de manera automática, de modo que quedan enfiladas una tras otra, seguido de esto llegan a un primer punto de inspección donde el operario de turno se encarga de detener la banda cada que identifica una no conformidad en el envase (Suciedad excesiva, algún tipo de daño en la integridad de la botella, ilegibilidad de la etiqueta)

1.4.3.3 Desencajonado. Llegan las cajas con el envase al punto de extracción, donde el equipo correspondiente baja la cama de cabezales de agarre que toman y aseguran las botellas desde la boca para luego desencajonarlas y dejarlas en la banda donde son enfiladas y dirigidas a la etapa siguiente. Para disminuir la fricción entre la banda transportadora y la base de las botellas, se rocía una solución jabonosa en el costado de la banda

1.4.3.4 Descapsulado. El objetivo es retirar las tapas de los envases Ref PET, para lo cual se emplea una maquina decapsuladora, a esta ingresan las botellas, las cuales son tomadas por las boquillas, dan una vuelta en espiral por el equipo donde son separadas de las tapas.

1.4.3.5 Inspección de pre-lavado. En esta estación, también llamada inspección en fase vapor, se analizan alrededor de 500 botellas/minuto, se busca detectar diferentes contaminantes en las botellas que han llegado antes de ser lavadas, para en caso tal ser retiradas de la línea por medio del equipo rechazador.

Para esto, los envases PET pasan por el equipo sin ser tocadas, primero se inyecta una solución de carbonato de sodio al 0.4% para mejorar la identificación de sustancias, de manera instantánea se toma la muestra de aire para luego ser analizada por los componentes del equipo. Este, detecta la presencia de amoniaco, nitrógeno e hidrocarburos, por medio de quimioluminiscencia, hidrocarburos aromáticos, usando el pulso de fluorescencia y componentes como Detergentes, shampoo, suavizantes, limpiadores de piso empleando un módulo de visión IR.¹⁸

Para evitar los falsos rechazos, se cuenta con un purificador de aire que posee diferentes filtros químicos, que eliminan contaminantes como Amoniaco (NH₃), sulfuro de carbono (CS₂), Cloro (Cl), Sulfuro de hidrogeno (H₂S), Metil Mercaptano (CH₄S), Óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), etc., este aire purificado, es inyectado a los equipos para disminuir el número de falsos rechazos.¹⁹

1.4.3.6 Lavado. Durante esta etapa se tiene como objetivo eliminar todas las impurezas presentes en la Ref PET, para que sean aptas microbiológicamente para el envasado y no resulten peligrosas para los consumidores. Los envases son enfilados para ingresar en los bolsillos de la cadena que gira sobre el eje, de modo que la botella drene los líquidos residuales para así ingresar a la lavadora.

Cuenta con cuatro tanques donde se lleva a cabo el remojo del envase, la inmersión en la solución detergente, compuesta por Soda cáustica (NaOH), agua y el aditivo pertinente, finalmente se realizan los enjuagues finales para garantizar la remoción de la solución. Es importante reducir al mínimo el choque térmico entre tanques, por lo que es necesario garantizar, que el cambio de temperatura no sea superior a los 25°C.

¹⁸ KRONES. Aircontronic Compact. Alemania. Disponible en https://www.krones.com/media/downloads/aircontronic_compact_es.pdf

¹⁹ ENOS ENGINEERING. Inspection Products. Massachusetts: 2016. Disponible en: <http://enosengineering.com/>

➤ **Composición solución de limpieza.** Para llevar a cabo la correcta remoción de las impurezas presentes en las botellas Ref PET que retornan del mercado, se emplea una solución de limpieza compuesta por varias sustancias químicas.

- **Agente detergente**, frecuentemente se emplea hidróxido de sodio (NaOH) conocido como soda cáustica, es una sustancia soluble en agua, altamente exotérmica, que requiere de medidas especiales para su manejo, puede causar quemaduras e irritaciones en la piel, se puede emplear en concentraciones de 0.5% hasta 4% dependiendo del objetivo de la etapa. Siempre se debe agregar la soda cáustica al agua bajo agitación constante y nunca de manera inversa.
- **Aditivos**, se trata de sustancias detergentes alcalinas que mejoran el poder de limpieza, penetración y dispersión del agente detergente, así mismo disminuye el deterioro de los envases, en muchos casos actúan como antiespumantes, y facilitan la remoción de la soda cáustica durante el enjuagado. Generalmente se componen por hidróxido de potasio, ácido etilendiamino Tetra-acético, sal trisódica y tetrasodio EDTA.
- **Agente secuestrante**, este tipo de sustancias ácidas se emplean para evitar las incrustaciones en la zona de enjuagado de la lavadora. Están compuestas por ácido sulfúrico y Ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico.

1.4.3.7 Inspección post lavado. Durante esta etapa se tiene como objetivo garantizar que las botellas se encuentran en perfecto estado para continuar en el proceso, que no presente encogimientos, deformidades, o cualquier otro tipo de daño en su integridad.

El equipo inspecciona paredes, la base y altura de la botella, por medio de dos cámaras que toman instantáneas a los envases, una vez es tomada la fotografía el equipo realiza los cálculos necesarios para determinar las dimensiones del envase, identifica si existen manchas, desgastes o roturas en el mismo para así determinar si la botella debe ser retirada del proceso.²⁰

1.4.3.8 Llenado y capsulado Una vez se rectifica el estado de las botellas estas ingresan a la máquina de llenado y capsulado, donde se deja correr la bebida por las paredes del envase para minimizar la generación de espuma, una vez son llenadas las Ref- PET inmediatamente son capsuladas para luego salir del equipo y continuar su recorrido.

²⁰ ESTUDIS ELECTRO-MECÀNICS, SL. EBIvisión Inspector de botella vacía, económico. España. Disponible en: https://www.construmatica.com/archivos/27960/inspectores/inspector_de_botella_vacia.pdf

1.4.3.9 Validación Contenido Neto. Para rectificar que las botellas llenas y cerradas de manera hermética se encuentren dentro del nivel especificado, se hacen pasar por un equipo validador de contenido neto y frente a una pantalla iluminada, donde adicionalmente se descarta la presencia de objetos extraños dentro de la bebida.

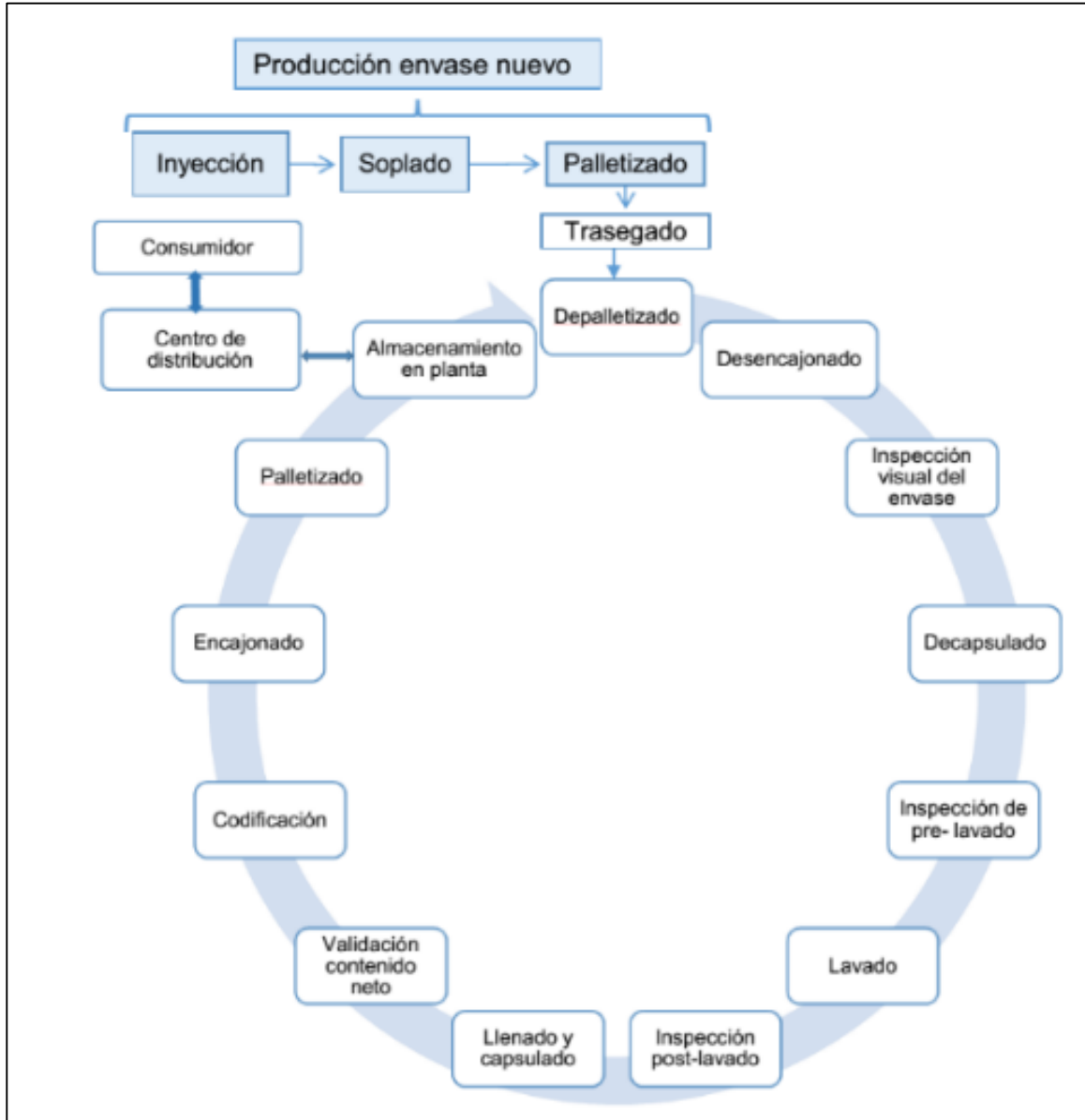
1.4.3.10 Codificación. Cada envase lleno es demarcado con ayuda de equipos automáticos de proyección de tinta sobre el mismo, en estos códigos se incluye la durabilidad del producto, la planta de producción, línea en que se elaboró, hora y minuto de embotellado y su respectivo lote.

1.4.3.11 Encajonado. Nuevamente las botellas son enfiladas y organizadas en una banda amplia con ayuda de las barras laterales metálicas que posee el equipo, al llegar al final de la banda baja la cama de cabezales de agarre que toman y aseguran las botellas desde la boca de la botella induciendo la posición para luego encajonarlas en las cajas plásticas.

1.4.3.12 Palletizado. Una vez las cajas de plástico contienen los envases Ref-PET son apiladas en tendidos de 15 cajas sobre un pallet para facilitar su movilidad dentro del almacén y la carga en los vehículos

1.4.3.13 Almacenamiento en planta. Los pallets se almacenan bajo techo con el principio de “primero en entrar, primero en salir” a espera de ser cargados en los vehículos de reparto que los llevaran a CEDI. A continuación, en el diagrama 2 se observa la secuencia de etapas establecidas durante el proceso.

Diagrama 2. Procesos involucrados en la manufactura de Ref PET.



Fuente: elaboración propia

2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA REF PET DURANTE EL PROCESO

Con el fin de establecer bajo que parámetros debe ser retirada de la línea la botella REF PET que no cumple con los requerimientos y determinar en qué etapas del proceso se realiza el mayor número de rechazos se lleva a cabo el diagnóstico dentro de la línea de manufactura estableciendo las causas de rechazo y en que etapas se presentan.

Para realizar el diagnóstico del estado de la botella retornable de tereftalato de polietileno durante el proceso de manufactura se efectúa la retrospectiva de los datos disponibles a la fecha, con el fin de determinar qué causas han sido las responsables de las no conformidades reconocidas hasta el momento.

Una vez se identifican estas no conformidades recurrentes es necesario realizar la descripción de cada una de ellas, para así delimitar los aspectos que determinan las causas de rechazo.

Finalmente se observa la línea de producción durante 3 horas para determinar las causas de rechazo, los puntos críticos donde se presentan, y las posibles causas de daño.

2.1 CAUSAS DE RECHAZO CON BASE EN LOS ANTECEDENTES

De acuerdo con la retrospectiva del registro de causas de rechazo se clasifican los daños más recurrentes por etapa, los cuales se especifican a continuación en el cuadro 2.

Al analizar los daños por etapas se tiene evidencia que el inspector post- lavado es el equipo que más no conformidades excluye, por ende, se indica como uno de los puntos críticos a evaluar durante el diagnóstico. Así mismo es importante determinar qué papel ejercen las etapas anteriores en las causas de rechazo y si están estrechamente vinculadas con estas.

Cuadro 2. Clasificación de no conformidades recurrentes por etapa

Etapa/ equipo	No conformidad							
	Residuos de hidrocarburos u otras sustancias.	Cuerpos extraños	Deformación y/o encogimiento	Boca de botella dañada	bajo contenido neto	Scuffing	Stress cracking	Extra suciedad
Inspección visual	N.A	P.V	F	F	N.A	P.V	P.V	F
Desencajonado	N.A	N.A	F	N.A	N.A	N.A	N.A	P.V
Inspección pre-lavado fase vapor.	F	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Lavadora	N.A	F	F	P.V	N.A	F	P.V	P.V
Inspector post lavado	N.A	F	F	F	N.A	F	F	P.V
Inspección contenido neto	N.A	N.A	N.A	N.A	F	N.A	N.A	N.A

*Nota: **F= frecuentemente:** Constantemente son retiradas las botellas por esta causa en esta etapa.

P. V= Pocas veces: En esta etapa ocasionalmente se retiran envases con este tipo de fallas.

N.A = No aplica: Durante esta etapa no se realiza inspección para este tipo de falla

A excepción de las etapas de inspección de contenido neto, pre-lavado y post-lavado, todos los rechazos se realizan de manera manual por los operarios presentes en cada etapa de la línea. Es decir, existe un amplio rango para el error humano durante las exclusiones dando lugar a falsos rechazos.

Al llegar las canastas con los envases Ref-PET son dirigidos por la banda transportadora a velocidad constante, durante su paso, uno de los operarios se encuentra en la línea realizando la inspección visual del envase entrante. En este punto al igual que en el desencajonado y a la entrada de la lavadora las exclusiones son responsabilidad del operario en turno quien deberá tomar la decisión si el envase puede continuar en el proceso o debe ser retirado para su destrucción. Esta actividad da lugar a la exclusión innecesaria de algunos envases y mantiene abierto un amplio margen de error durante la operación.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS DE RECHAZO

2.2.1 Residuos de hidrocarburos u otras sustancias. Es común que durante su presencia en el mercado las botellas REF PET entren en contacto con otro tipo de sustancias, entre las que destacan hidrocarburos (gasolina, diésel, kerosene, aceite de motor usado, pesticidas a base de aceite, naftalina, diluyentes de pintura y benceno), así mismo la presencia de sustancias que contengan compuestos como el amoniaco, nitrógeno o sustancias como jabón, shampoo, lava losa, detergentes, suavizantes y limpiadores de piso. Este tipo de sustancias son identificados en la etapa de inspección de fase vapor, siendo una de las causas de rechazo más importantes, haciendo inviable la utilización del envase.

2.2.2 Cuerpos extraños. En este caso, se entiende como cuerpo extraño cualquier objeto que no haga parte de la integridad de la REF PET (figura 3), se debe garantizar la no presencia de ningún tipo de objeto extraño.

Figura 3. Envase Ref PET con objetos extraños



Fuente: elaboración propia

2.2.3 Deformaciones y encogimientos. Debido a los procesos físico-químicos a los que se somete la botella REF PET durante el proceso de acondicionamiento y lavado es posible que se lleguen a presentar deformaciones y encogimientos en esta, a causa de los cambios de temperatura y el ataque químico en el proceso de lavado con Soda cáustica. Se entiende como deformaciones aquellas distorsiones presentes en el envase que alteren su forma inicial como se muestra en la figura 4, respecto a los encogimientos se hace referencia a aquellas imperfecciones que influyen en la merma de la altura del envase.

Figura 4. Envase Ref PET deformado



Fuente: elaboración propia

2.2.4 Boca de botella dañada. Es importante rectificar la integridad de la boca de botella del envase, nuevamente esta verificación se lleva a cabo en el post lavado donde se determina que no presente ningún tipo de daño o fisura.

2.2.5 Bajo contenido neto. Una vez llenadas y capsuladas las botellas, pasan por un proceso de inspección donde se rectifica el contenido neto de cada una, en caso tal de que el envase no contenga la cantidad de bebida carbonatada establecida, debe ser retirada de la línea.

2.2.6 Extra suciedad. Corresponde a aquellos envases que presentan algún tipo de suciedad en exceso y que es visible a simple vista como se muestra en la figura 5

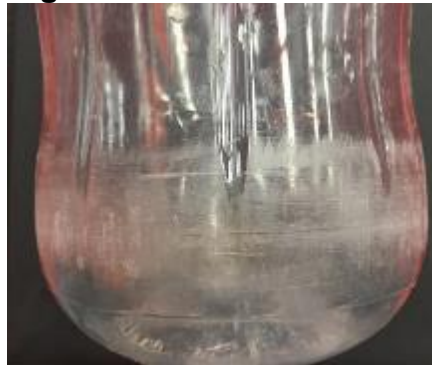
Figura 5. Botella Ref PET extra sucia



Fuente: elaboración propia

2.2.7 Scuffing y stress cracking. Como se ha mencionado anteriormente las botellas retornables pasan por alrededor de 25 ciclos, durante estos están sometidos a diversas condiciones de manipulación y procesos físico-químicos para su acondicionamiento, como resultado de esto se producen en el envase rayaduras en la superficie y opacidad que de forma técnica se denomina scuffing, a medida que pasa el tiempo y aumenta el número de ciclos de la botella el nivel de scuffing se irá incrementado hasta dejar como única alternativa su retiro y destrucción (Figura 6). Así mismo, se pueden presentar grietas en la superficie de la botella a causa de la presión excesiva o de abolladuras y golpes que sufre el envase (stress cracking), una vez identificados este tipo de daños es necesario que se retire de forma inmediata la REF PET (figura 7).

Figura 6. Base de botella con scuffing



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Base de botella con stress cracking



Fuente: elaboración propia

2.3 DAÑOS Y RECHAZOS POR ETAPAS

Al observar de manera periódica y minuciosa cada etapa del proceso, es posible identificar las principales causas de rechazo.

En la inspección de pre-lavado en un lapso de 10 minutos se procesaron 4562 botellas con un total de 34 rechazos, en este caso las causas de no conformidad se describen en el cuadro 3 donde se calcula un rechazo del 0.75%

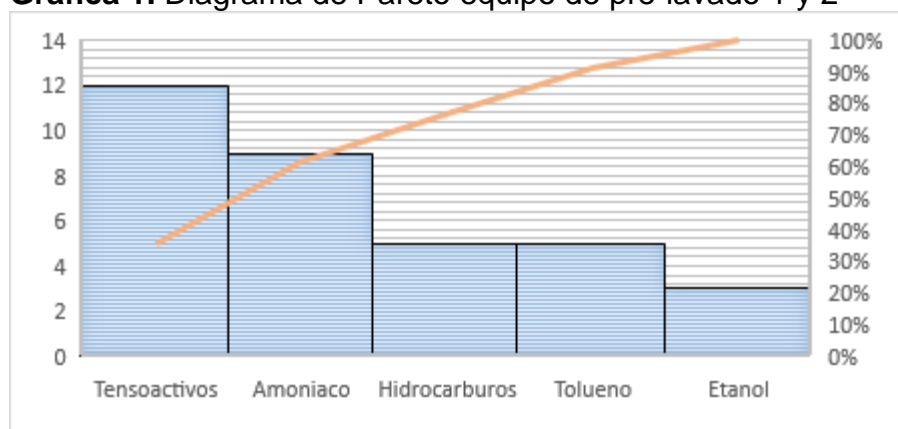
Cuadro 3. Inspección de Pre- Lavado

Botellas procesadas	4562
Numero de rechazos	34
Presencia de amoniaco	9
Presencia de hidrocarburos	5
Presencia de componentes Tensoactivos	12
Presencia Tolueno	5
Presencia de Etanol	3

Fuente: elaboración propia en base a las estadísticas equipos de inspección de pre-lavado

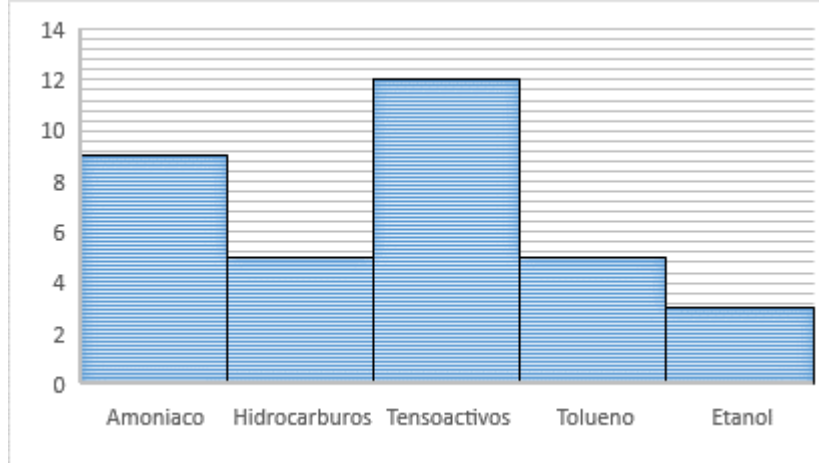
Al obtener los datos de rechazo disponibles para los inspectores de pre-lavado 1 y 2 es posible determinar el diagrama de Pareto (gráfica 1) y el histograma de causas de rechazo (gráfica 2) donde se evidencia que la mayor fuente de rechazo corresponde a la presencia de tensoactivos en los envases de tereftalato de polietileno, siendo 12 botellas PET excluidas de la línea de producción que equivalen al 35% de los rechazos, seguidamente se encuentra la exclusión por presencia de amoniaco con un 26%, la exclusión por presencia de hidrocarburos con el 15% y finalmente el 24% corresponde a la exclusión por presencia de Tolueno y etanol en los envases.

Gráfica 1. Diagrama de Pareto equipo de pre-lavado 1 y 2



Fuente: elaboración propia

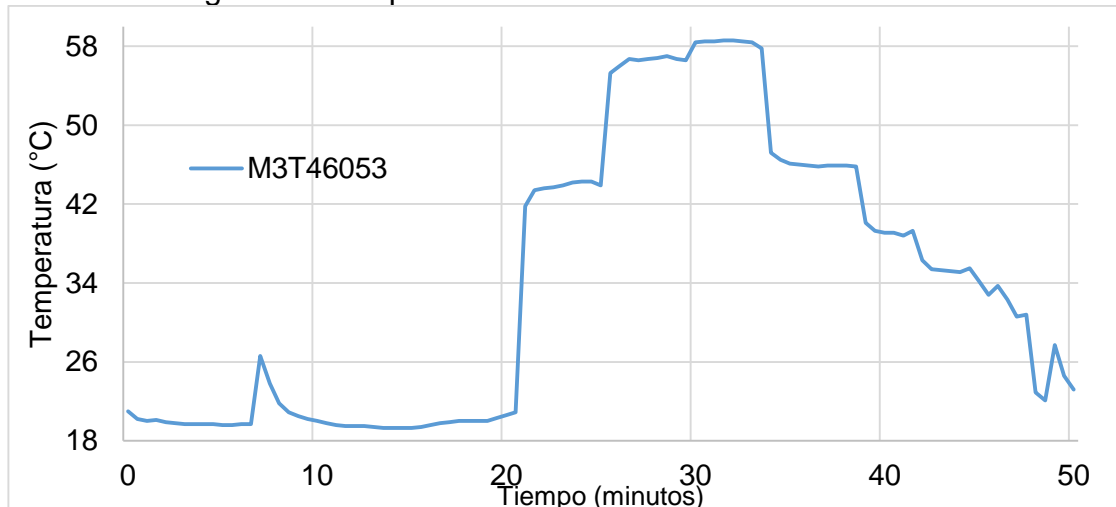
Gráfica 2. Histograma inspector pre-lavado 1 y 2



Fuente: elaboración propia

Para hacer seguimiento a la temperatura a la cual está sometido el envase Ref-PET se emplea el dispositivo “botella viajera” que corresponde al código M3T46053, compuesto por un recipiente metálico con orificios que se asemeja a la forma de una botella que contiene en su interior una pequeña termocupla que va registrando los valores cada treinta segundos, una vez el dispositivo atraviesa el ciclo de lavado por medio del software Datatrace Pro Basic se extrae la gráfica 3 donde se observa de acuerdo a la hora registrada que al momento de encontrarse en el segundo tanque de inmersión, donde ocurre el ataque caustico registra una temperatura de $58^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Gráfica 3. Registro de temperatura lavadora.



Fuente: elaboración propia, con base en: software DataTrace Pro Basic

Como se mencionó en el capítulo anterior una vez son lavadas las botellas pasan por un proceso de inspección de post- lavado donde aquellos envases Ref- PET que no cumplen con los requerimientos son retirados de manera automática por el equipo correspondiente. En el cuadro 4 se describe los datos obtenidos del equipo durante 10 minutos, evidenciando un porcentaje de rechazo de 7.97% lo que supera el obtenido en la inspección de pre-lavado dando como punto clave de estudio el proceso de lavado al cual son sometidas las botellas.

Cuadro 4. Inspector de Post- lavado

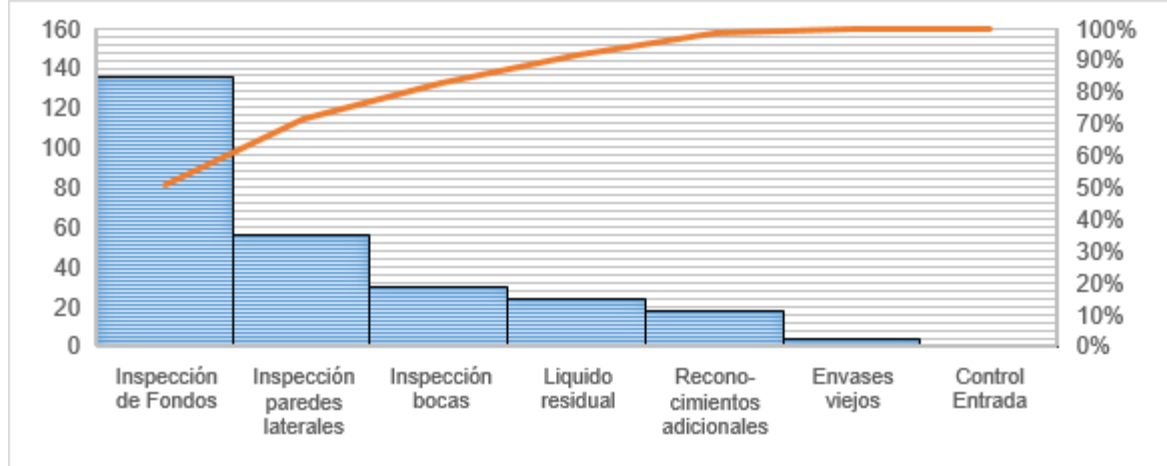
Botellas procesadas	3348
Numero de rechazos	267
Inspecciones de bocas	30
Inspección de paredes laterales	56
Inspección de Fondos	135
Líquido residual	24
Reconocimientos adicionales	18
Reconocimiento envases viejos	4
Control de entrada	0

Fuente: elaboración propia en base a las estadísticas equipo de inspección de post-lavado

Con los datos disponibles del equipo de post- lavado de la línea se identifica por medio del diagrama de Pareto (gráfica 4) y el histograma del equipo (gráfica 5) que la mayor causa de rechazo corresponde a la inspección de fondos con 135 envases de tereftalato de polietileno excluidos equivalentes al 50.56%, seguido se encuentra la exclusión por inspección de paredes laterales de la botella con el 20.97%, finalmente el 8.24% corresponde a la exclusión por líquidos residuales, reconocimiento de envases viejos y reconocimientos adicionales.

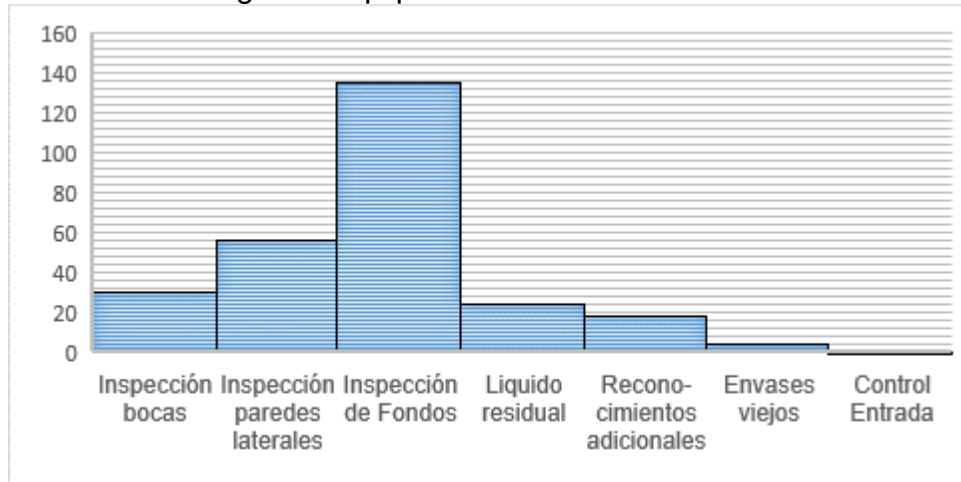
Es importante tener en cuenta que las dos mayores causas de rechazo identificadas hacen referencia a zonas de la botella donde es frecuente observar la presencia de *scuffing*, *crazing* y *stress cracking*, tres aspectos vitales en la integridad del envase que son resultado de la exposición a condiciones cáusticas con elevadas temperaturas y a los roces frecuentes de botella a botella o botella- otras superficies.

Gráfica 4. Diagrama de Pareto equipo de Post- lavado



Fuente: elaboración propia

Gráfica 5. Histograma equipo de Post-lavado



Fuente: elaboración propia

2.4 CAUSAS DE DAÑO

Anteriormente se han mencionado los posibles daños que presentan las botellas REF PET rechazadas durante el proceso, muchos de estos daños ocurren durante el tiempo que permanece el producto en el mercado, frecuentemente la integridad del envase se ve comprometida por perforaciones, quemaduras y exposición a químicos como detergentes.

Por otra parte, al observar el proceso en planta se identifican puntos de rozamiento que pueden incrementar el nivel de scuffing presente en las botellas, específicamente aquellos donde las guías son metálicas y se presenta fricciones botella a botella, por ejemplo, durante el encajonado y la entrada a la lavadora. Así

mismo, cuando se lleva a cabo el proceso de trasegado se puede observar que, debido al diseño de las cajas, al colocar el envase y retirarlo se están presentando rayaduras en la base de la botella debido a la fricción. Igualmente fue posible identificar atrapamientos en la etapa de desencajonado, figura 8.

Al equipo ingresan siete canastillas con nueve envases Ref-PET cada una, una vez se detiene la banda transportadora baja una rejilla que se encarga de asegurar cada una de las cajas para el retiro adecuado de los envases. Al ser asegurados, baja la cama de cabezales que se encarga de tomar la botella desde la parte más ancha del cuello de la botella (cuello 5).

Ya que las cajas deben pasar por un proceso de sanitación e inspección donde frecuentemente se detiene la banda encargada de dirigir las canastillas a la lavadora en ocasiones se presentan estancamientos a la salida del equipo, donde a causa de la acumulación de cajas desocupadas no logran salir las siete canastillas de plástico quedando la última atrapada en los ejes e impidiendo así la correcta acomodación de las nuevas canastillas. Al no quedar bien acomodadas la plataforma que asegura las cajas para la extracción baja pero no advierte del atrapamiento, por lo que la cama de cabezales realiza el proceso normalmente, como las canastillas no están debidamente acomodadas las bocas de las botellas tampoco coinciden con la orientación de los cabezales que al bajar causan deformaciones en los envases por la presión que ejerce sobre estos.

Figura 8. Atrapamiento durante desencajonado



Fuente: elaboración propia

Finalmente, en la inspección post lavado se tiene alrededor de 7.97% de rechazos, estos incluyen la presencia de objetos extraños, encogimientos, abolladuras, que puede presentar el envase. Como se mencionó en el capítulo anterior durante la etapa de lavado la Ref-PET se encuentra bajo el efecto detergente de la soda cáustica, con presencia de un aditivo químico que mejore la eficiencia del proceso a una temperatura especificada, teniendo en cuenta esto, se hace necesario

determinar y evaluar el efecto del lavado con soda cáustica en la integridad de la botella. Como se evidencio en la gráfica 4 y 5 del equipo de post-lavado las causas predominantes de rechazo corresponden a la inspección de fondos y paredes laterales, que se comprueban con la presencia de *scuffing*, *craze* y *stress cracking*, así como las alteraciones en las dimensiones del envase. Estas no conformidades son resultado de la exposición a ataques cáusticos y al efecto de la temperatura en las cadenas poliméricas que componen el tereftalato de polietileno.

Por ende, se determina que la etapa de interés en este caso corresponde al lavado con hidróxido de sodio a la temperatura establecida del proceso, para establecer las mejoras apropiadas que disminuyan las no conformidades y el número de exclusiones de la línea.

3. ALTERNATIVA DE MEJORA

3.1 METODOLOGÍA

Para establecer la alternativa de mejora es necesario llevar a cabo la descripción del proceso de lavado cáustico, empleando la información obtenida durante las observaciones a la línea.

Enseguida, se procede a identificar las etapas con las que cuenta el equipo encargado de realizar la limpieza del envase para determinar la etapa más propensa a deteriorar las refillable PET. La identificación y descripción de estas etapas será de acuerdo a las especificaciones del equipo y al diagrama del mismo.

Seguido de esto, es importante identificar qué factores afectan el lavado, para lo cual se lleva a cabo la revisión bibliográfica.

Luego, se debe establecer el desarrollo experimental y ponerlo en marcha, para lo cual se realiza la verificación de las condiciones actuales del proceso de lavado, los parámetros que debe cumplir la Ref PET, las variables dependientes e independientes y los requerimientos estipulados en la normatividad interna de la compañía; se lleva a cabo el desarrollo experimental para finalmente analizar los datos obtenidos y determinar la viabilidad de la propuesta.

3.2 DESCRIPCIÓN ESTADO ACTUAL DEL PROCESO

Con el fin de garantizar la correcta limpieza y desinfección de los envases Ref-PET, se tiene diseñada la etapa de lavado, donde se emplea hidróxido de sodio (NaOH) como agente detergente en solución con agua y los respectivos aditivos y secuestrantes que mejoran la eficacia de la fase. Aquí se busca remover los agentes patógenos que pudieron ingresar a la botella durante su tiempo en el mercado, así como eliminar los diferentes tipos de suciedad presentes en esta.

Figura 9. Entrada de botellas Ref PET a la lavadora



Fuente: elaboración propia

La fase inicia cuando las botellas Ref-PET son enfiladas para entrar en cada uno de los bolsillos de la cadena que dirige el recorrido dentro de la lavadora, (figura 9) en este punto se lleva a cabo la inspección visual por parte del operario en turno, quien retira aquellos envases con exceso de Scuffing (figura 10) u objetos extraños en su

interior, a estos últimos, en muchos casos se les realiza la remoción del objeto y se ingresan nuevamente en uno de los bolsillos del equipo.

Figura 10. Botella rechazada por exceso de scuffing



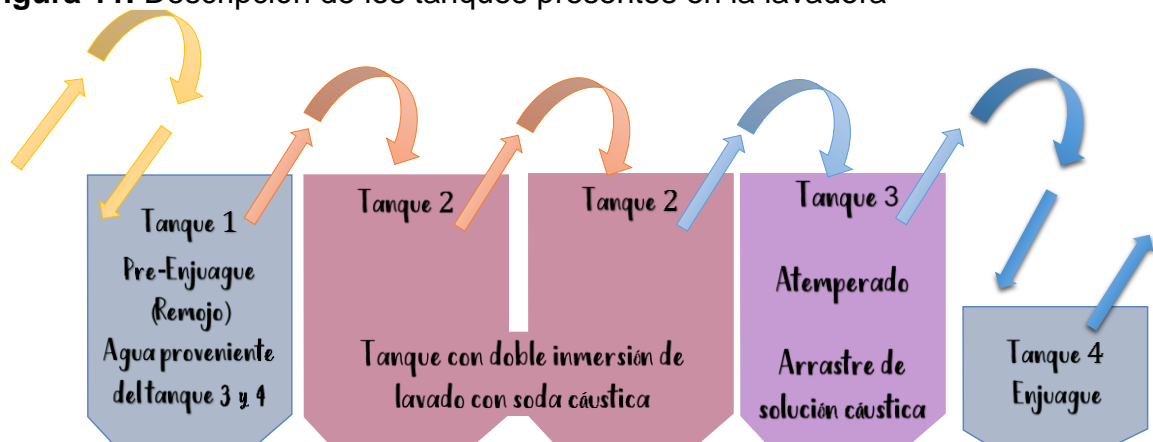
Fuente: elaboración propia

El proceso tiene una duración aproximada de 20 minutos en la lavadora, que consta de cuatro etapas las cuales se describen a continuación

3.3 ETAPAS EN LAVADORA

Dentro del equipo se distinguen tres etapas de acondicionamiento, ataque químico y enjuague. El acondicionamiento consta de un tanque donde se lleva a cabo el pre-enjuague o remojo, para el ataque químico se emplea un tanque con doble inmersión y para la tercera etapa se emplea un tanque atemperado para el arrastre de la solución y un cuarto tanque destinado a los enjuagues finales. (Figura 11)

Figura 11. Descripción de los tanques presentes en la lavadora



Fuente: elaboración propia.

3.3.1 Remojo. En esta primera etapa, la cadena que contiene los envases comienza su recorrido para acondicionar la Ref-PET, con el fin de drenar el líquido residual presente en cada botella, de igual forma se encuentra con aspersores de agua hasta llevar a cabo la inmersión en el primer tanque a una temperatura de 45°C.

3.3.2 Acción detergente. Una vez pasada la etapa de remojo, la cadena se encarga de realizar la inmersión en el segundo tanque que contiene, hidróxido de sodio (NaOH) al 2% +/- 0.2; aditivos fosfatados y agua a una temperatura de 58°C. Para que la remoción de impurezas y agentes no deseados se lleve a cabo de manera adecuada, se realizan dos inmersiones en la solución detergente.

3.3.3 Enjuague. Como se dijo anteriormente en la etapa de lavado se deben disminuir lo mayor posible el delta de temperatura entre tanques, para disminuir los choques térmicos durante el proceso que puedan afectar la integridad del envase, puesto que el cambio drástico de temperatura puede causar que las cadenas del polímero que se estaban moviendo queden estáticas deformando la botella o que se presenten rupturas inmediatas en las cadenas del PET generando stress cracking. Por lo cual se realiza la inmersión en un tercer tanque de agua atemperado con presencia de sustancias secuestrantes que evitan la formación de incrustaciones en el equipo, a una temperatura de 43°C, igualmente se conoce que la soda cáustica es una sustancia de difícil remoción, por lo que se hacen pasar los envases por un cuarto tanque de agua a una temperatura de 38°C

3.4 FACTORES QUE AFECTAN EL LAVADO

La efectividad del lavado depende de ciertos factores que pueden favorecer o afectar el proceso, entre estos se encuentra.

- El tipo y grado de suciedad, es posible que la botella PET retornable sea contaminada por agentes externos que imposibiliten su reutilización, en algunos casos son empleadas para envasar sustancias diferentes o almacenadas cerca de sustancias detergentes que contaminan el empaque, este tipo de contaminantes no son removidas con el lavado caustico.
- Concentración de los componentes de la solución de lavado, la formulación empleada durante la etapa puede afectar de manera directa el tiempo de retención en cada uno de los tanques de inmersión de la lavadora, una alta concentración de soda cáustica NaOH, ataca químicamente las cadenas del polímero, causando roturas entre ellas, que dan lugar a zonas propensas a presentar stress cracking y acentuar el nivel de scuffing.
- Emplear una solución cáustica a alta temperatura favorece la remoción de suciedad, pero al superar 60°C es la mayor causa de daños térmicos en la integridad del envase. Estos incluyen deformaciones, encogimientos, deterioros en la etiqueta, igualmente favorecen la formación de stress cracking y aumenta el nivel de scuffing.

- Tiempo de inmersión, es una variable que depende de la concentración y la temperatura de la solución de lavado, debe ser controlada de manera rigurosa pues exceder los tiempos de inmersión implica descartar y retirar los envases Ref PET que se encuentran en el tanque, en este caso el equipo trae incorporadas las alarmas pertinentes cuando se está próximo a cumplir el periodo máximo de inmersión.

3.5 DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA PROPUESTA

Con la propuesta se busca disminuir el número de rechazos de envases PET a causa de *Stress cracking* y *scuffing*. Para lo cual se plantea la disminución de la temperatura de inmersión en el tanque 2 de lavado con soda cáustica, con esta disminución es posible variar la temperatura de los tanques continuos.

De igual forma cuando se disminuye la temperatura de la solución cáustica es necesario aumentar los tiempos de inmersión para no afectar la eficiencia de la etapa, pero como esta depende igualmente de la concentración de hidróxido de sodio, variable que no se manipulara durante la experimentación, es necesario establecer un rango de tiempo para cada tanque, que debe ser corroborada directamente en línea. En el cuadro 5 se establecen los parámetros del estado actual y la propuesta.

Cuadro 5. Parámetros de operación estado actual vs la propuesta

	Estado actual	Propuesta
Tanque 1	45°C +/- 2	43°C +/- 2
Tanque 2	58°C +/- 2	56°C +/- 2
Tanque 3	43°C +/- 2	41°C +/- 2
Tiempo de estadía en cada tanque		
Tanque 1	15 min	10 - 20 min
Tanque 2	13 min	10 – 15 min
Tanque 3	11 min	8 – 10 min

Fuente: elaboración propia

3.5.1 Parámetros y variables experimentales. Como se ha mencionado anteriormente, el proceso de lavado se ve afectado por diversos factores que determinan la efectividad del mismo, inicialmente es necesario tener presente que los envases de tereftalato de polietileno empleados en la prueba no estarán en contacto con la bebida ni saldrán al mercado flotante, por lo que se debe recurrir a una técnica rigurosa que garantice fiabilidad en los resultados.

Por otra parte, al tratarse de una empresa filial de una empresa multinacional, regida bajo los parámetros establecidos por la norma interna de procesos, es obligatorio permanecer dentro de los límites para concentración y temperatura establecidos.

En este caso se tiene que para validar la resistencia del envase Ref PET a *Stress cracking*, se debe realizar la prueba con una concentración al 3.8% de hidróxido de sodio en la lavadora y a una temperatura de 58°C +/- 2.

Para la experimentación se propone como temperatura de inmersión en el tanque con soda cáustica 56°C +/- 2, con el fin de evaluar el límite inferior del rango permitido por la norma en vista de que a 60°C los recipientes de Tereftalato de Polietileno son más propensos a sufrir deformaciones y se ha comprobado anteriormente, se establece como tiempo de remojo 15 minutos, seguido de un lavado en duchas de agua fría a temperatura ambiente. Adicionalmente se implementa una etapa de presurización y la inspección visual al final. Repitiendo el método durante 25 ciclos.

Cuadro 6. Especificaciones de la evaluación experimental

Etapa	Variable	Propuesta	Tiempo
Remojo en NaOH	Temperatura tanque de lavado	56°C +/- 2	15 minutos
	Concentración NaOH	3.8%	
Enjuague en duchas	Temperatura agua de limpieza	Temperatura ambiente. 18°C	10 minutos
Presurización	1ª presurización	45 psi	20 segundos
	2ª presurización	75 psi	20 segundos

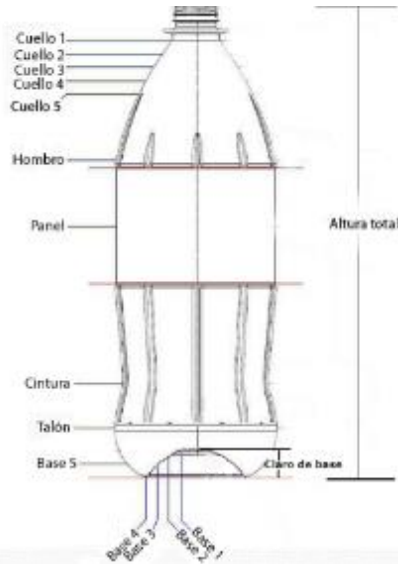
Fuente: elaboración propia

3.5.2 Determinación de muestra y dimensionamiento previo. La preparación de la muestra se presenta en el diagrama 3, donde se toman 12 envases retornables de tereftalato de polietileno, numerados con el consecutivo correspondiente al molde de soplado (1, 2, 3, 4, 5 o 6), seguido se demarcan para diferenciarlos durante la prueba y finalmente se realiza las siguientes mediciones. (Figura 12)

- **Altura total:** Corresponde a la medida en milímetros, desde la base de la botella hasta la boca de la misma.
- **Claro de base:** Se emplea el equipo denominado claro de base o medidor de la profundidad. Corresponde a la distancia entre la base y el punto de inyección.
- **Espesor:** para la medida de los espesores se emplea un espesometro magnético que con ayuda de una sonda registra los valores en cada uno de los puntos de interés
- **Diámetro:** Se emplea un calibrador pie de rey digital para la medida de cada diámetro.

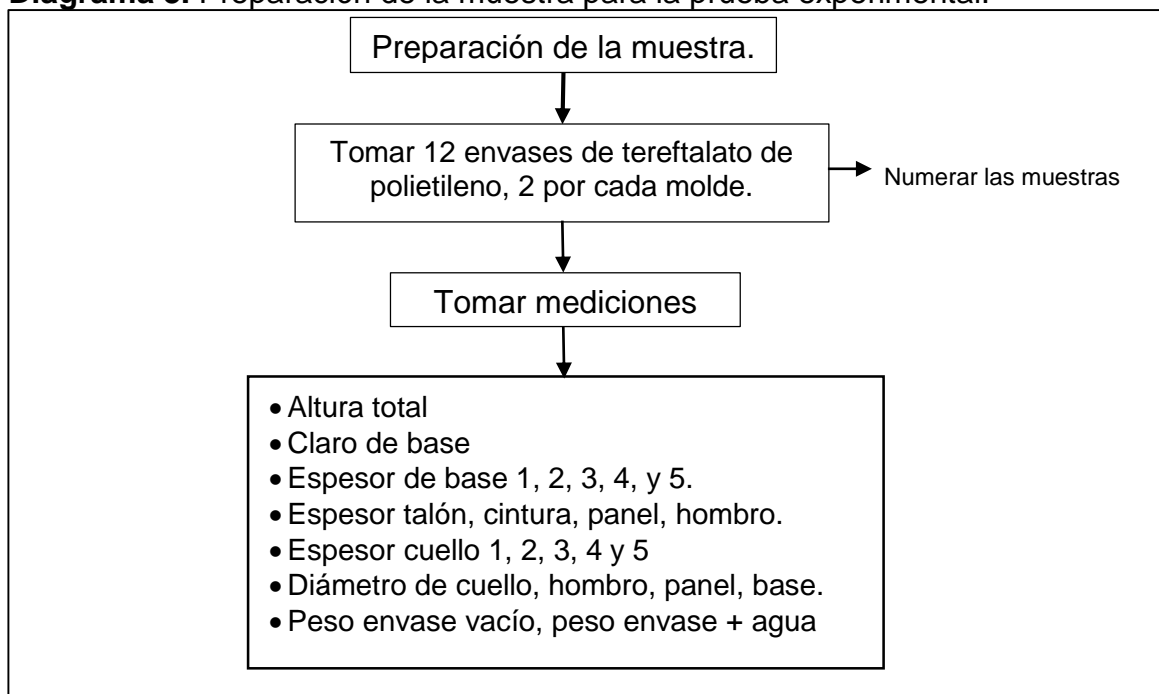
- Se pesa cada envase vacío en balanza analítica, a continuación, se procede a llenar la Ref PET con agua hasta su tope y con ayuda de una perilla de succión para fill point se rectifica la altura de llenado. Nuevamente se pesa el envase lleno para posteriormente determinar el volumen de la botella.

Figura 12. Puntos de medida en la botella retornable de tereftalato de polietileno



Fuente: elaboración propia en base al manual para el punto de medida

Diagrama 3. Preparación de la muestra para la prueba experimental.



Fuente: elaboración propia.

3.5.3 Loop test Una vez son dimensionadas las muestras, se da inicio a la prueba conocida como loop test y descrita en el diagrama 4, donde se busca identificar en cada ciclo la presencia de scuffing, manchas, fisuras, y la integridad de la etiqueta, con el fin de analizar el efecto del lavado cáustico a la temperatura establecida.

Consta de cuatro etapas que inician con el lavado en hidróxido de sodio, a una composición de 3.8% durante quince minutos (figura 13), Se emplean rejillas de contención para seis envases de tereftalato. Seguido se realiza la inmersión en la lavadora que contiene la solución cáustica a $56^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Figura 13. Inmersión de rejillas en la lavadora con solución cáustica



Fuente: elaboración propia.

Luego se llevan los envases a las duchas de lavado interno y externo (figura 14) durante 10 minutos, al finalizar se realiza la prueba con fenolftaleína para verificar que se ha removido por completo el hidróxido de sodio.

Figura 14. Duchas de lavado interno y externo de la Ref PET



Fuente: elaboración propia.

En la tercera etapa se presurizan las muestras empleando tapas adaptadas al proceso, las botellas estarán llenas de agua a 3/4 de su capacidad, se presurizan a 45 psi durante 20 segundos se desfoga y se presuriza nuevamente hasta 75 psi durante 20 segundos. (Figura 15)

Figura 15. Presurización de envases

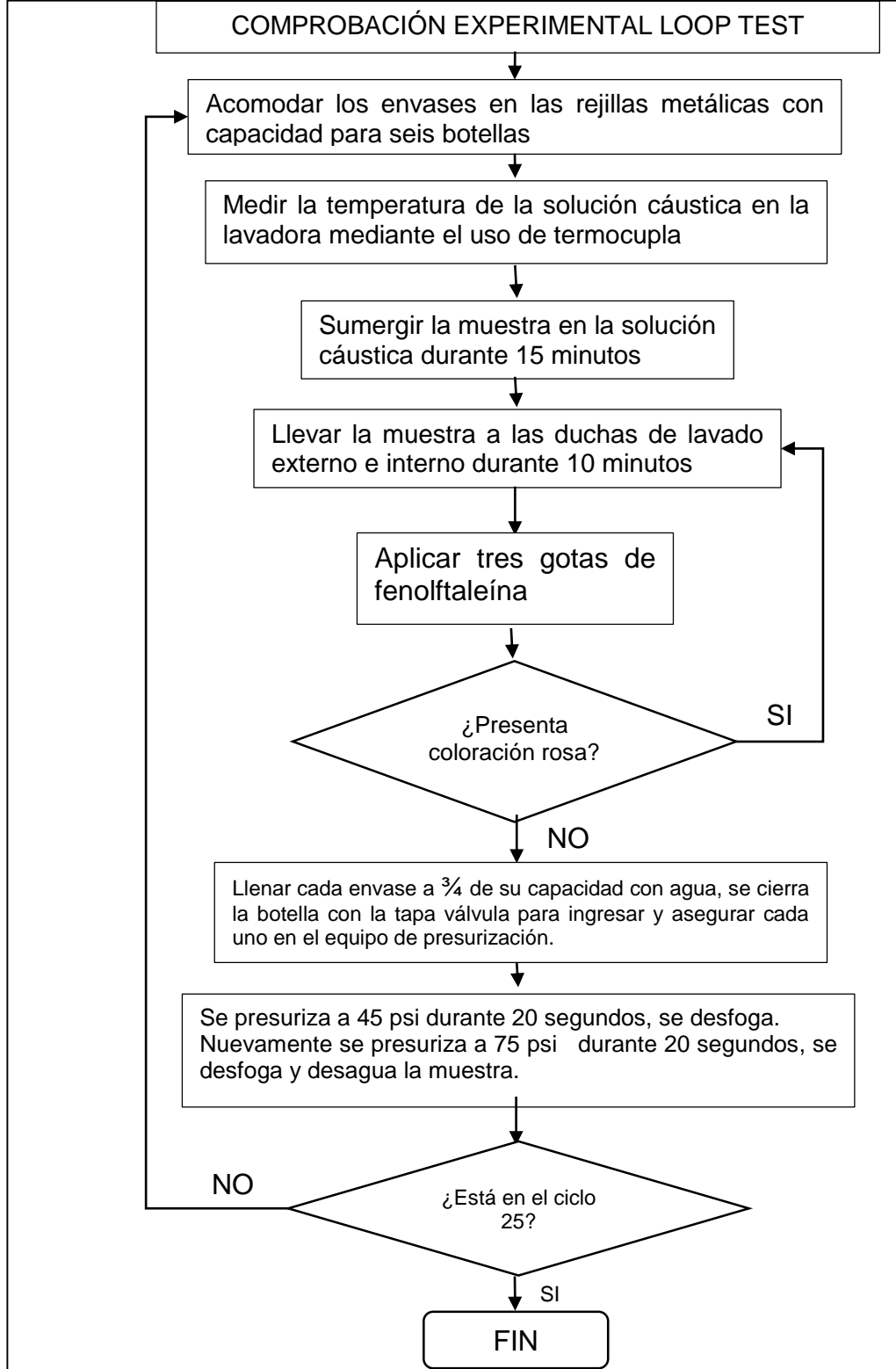


Fuente: elaboración propia.

Por último, los envases son desaguados y sometidos a inspección visual donde se busca cualquier tipo de no conformidad que puedan presentar. Este procedimiento es repetido durante 25 ciclos.

Una vez finalizada la prueba, se realiza la medición de los puntos descritos en el diagrama 3. El dimensionamiento de cada una de las muestras permite establecer si se presentaron encogimientos o estiramientos durante la prueba y si estos cambios son causales de rechazo al encontrarse fuera de los parámetros.

Diagrama 4. Comprobación experimental de la propuesta



Fuente: elaboración propia

3.6 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES ESTABLECIDAS.

3.6.1 Análisis Cualitativo. De acuerdo con los parámetros establecidos, es importante tener en cuenta los cambios cualitativos en la integridad del envase de tereftalato de polietileno por medio de inspección visual, para lo cual se implementan los siguientes criterios:

- Nivel de scuffing: Presencia de rayaduras superficiales y nivel de opacidad. Distinguiendo su intensidad de acuerdo al cuadro 7,

Cuadro 7. Parámetros de intensidad Scuffing

Intensidad	Definición
0	Sin presencia de scuffing
1	Rayaduras menores, máximo de 2mm de ancho, son consistentes con rayones superficiales que no afectan el aspecto del envase
3	Opacidad asociada a las rayaduras: zonas donde las rayaduras son intensas y se encuentran bastante cerca. Estas zonas empiezan a mostrar desgastes que deterioran el aspecto de la botella tomando un color blanco y opaco.
5	Scuffing prominente: La botella muestra bandas de desgaste superiores a 8 mm de ancho tanto en la base como en el hombro de la botella.

Fuente: elaboración propia

- Stress cracking: Formación de grietas en el envase de tereftalato de polietileno, se determina a partir de la identificación visual en la superficie del envase.
- Integridad de la etiqueta: En este caso se determina el nivel de legibilidad de la etiqueta con base en los parámetros del cuadro 8.

Cuadro 8. Parámetro de legibilidad

Legibilidad	Definición
5	Totalmente legible
4	Legible, pero con defectos. No se encuentra comprometida la marca de la bebida. Hay presencia de algunos rasguños (de 1 a 8) menores a 2mm de ancho, que han quitado pequeñas partes de la etiqueta. El color e intensidad sigue intacto.
3	La etiqueta es legible, pero se presentan más de 10 defectos que no afectan el nombre de la marca, pero deterioran el aspecto del envase. El color e intensidad de la etiqueta no ha disminuido notablemente.
2	La etiqueta es legible por secciones, se encuentra comprometido la mitad del texto que forma parte de la etiqueta (exceptuando el nombre de la marca). El color de la etiqueta ya no es igual a la inicial. El aspecto de la botella está comprometido.
1	La etiqueta sigue siendo legible pero sus colores se han ido perdiendo, presenta varios defectos que afectan la lectura del texto y que muestran gran pérdida de pigmentos por rozamientos.
0	Completamente ilegible. La etiqueta perdió la coloración característica, no es legible. Se ha comprometido el nombre de la marca, por lo cual no es identificable fácilmente.

Fuente: elaboración propia

3.6.1.1 Resultados cualitativos de la muestra. Durante la prueba experimental se presentaron novedades respecto al estado cualitativo de las Refillable PET. A continuación, se detalla el estado de la muestra durante los ciclos relevantes.

Ciclo 1: No se presentan novedades, se realiza el lavado en duchas internas y externas durante 10 minutos, en la prueba de fenolftaleína no hay cambios de coloración por lo que se acepta el tiempo de lavado adecuado.

Ciclo 5: Se realiza la prueba de fenolftaleína tras 8 minutos en las duchas internas y externas para envases, sin cambios de coloración por lo que se disminuye el tiempo de enjuague. Tras la presurización y desagüe se identifica en la muestra 2 (figura 16):

- Nivel de Scuffing: 1. En la base de la botella se identifican 5 rayones de más o menos 5mm de largo y con 2mm de ancho. Corresponde a rozaduras que se presentan durante la manipulación de las muestras y su organización en las rejillas, se acentúan durante el lavado con soda cáustica.
- Stress cracking: No
- Legibilidad de la etiqueta: 5.
La etiqueta no presenta ningún tipo de daño o defecto que afecte su legibilidad

Figura 16. Inspección visual muestra 2 ciclo 5



Fuente: elaboración propia

Ciclo 8: Se mantiene el tiempo de enjuague en ocho minutos, realizando prueba de fenolftaleína. El envase 2 mantiene las condiciones del ciclo cinco sin aumento en el deterioro, se presentan novedades en la muestra 5.

- Nivel de Scuffing: 1. Entre el cuello y hombro de la muestra se observan 8 defectos asociados a rayaduras por roce o golpe con superficie, no presentan opacidad asociada y sus dimensiones están entre 2 mm y 5 mm de largos con un ancho inferior a 1 mm. (Figura 17)
- Stress cracking: No
- Legibilidad de la etiqueta: 5

Figura 17. Inspección visual muestra 5 ciclo 8



Fuente: elaboración propia

Ciclo 15: Se observan novedades en la muestra 2.

- Nivel de Scuffing: 1. Descrito en el ciclo 5, no presenta novedades.
- Stress cracking: No
- Legibilidad de la etiqueta: Se observa un defecto de 12mm de largo y 1mm de ancho que compromete la parte inferior de la etiqueta y afecta parte del texto que se encuentra en ella (figura 18)

Figura 18. Inspección visual muestra 2 ciclo 15

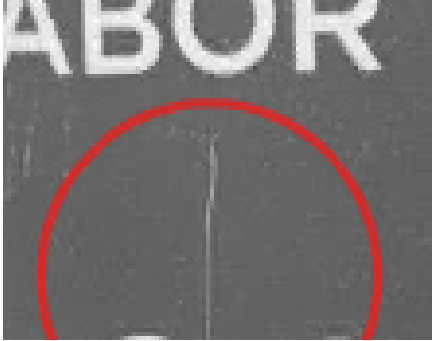


Fuente: elaboración propia

Ciclo 21: Se observan novedades en la muestra 8 y muestra 12.

- Nivel de Scuffing: 0
- Stress cracking: No
- Legibilidad de la etiqueta: La muestra ocho presenta una novedad en su etiqueta, se observa un defecto de 7 mm de largo y 1 mm de ancho, cerca del nombre de la marca. (Figura 19) igualmente se observa en la muestra 12 un defecto de 10mm de largo con menos de 1 mm de ancho en la parte superior de la etiqueta (figura 20)

Figura 19. Inspección visual muestra 8 ciclo 21



Fuente: elaboración propia

Figura 20. Inspección visual muestra 12 ciclo 21



Fuente: elaboración propia

Ciclo 25: Se observan novedades en la muestra 10

- Nivel de Scuffing: 0

- Stress cracking: No
- Legibilidad de la etiqueta: Se observan dos novedades en la muestra del mismo tipo. En la integridad de la etiqueta se identifican dos defectos de 2 mm de largo y menos de 1 mm de ancho encima del texto de la parte superior. Por otra parte, bajo esta misma línea de texto se observa un segundo defecto de 3 mm de largo y menos de 1 mm de ancho. (Figura 21)

Figura 21. Inspección visual muestra 10 ciclo 25



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con lo observado durante el análisis experimental se tiene que 2 de 12 muestras presentan formación de *scuffing*, sin pasar a casos dominantes, pues las muestras solo presentan indicios de rayaduras menores que no superan 0,5 cm de longitud y sin muestras de opacidad a su alrededor, este tipo de daño radica en las fricciones que se presentan durante la prueba, bien sea botella a botella o botella – rejilla, el ataque caustico que ejerce la solución de limpieza es el encargado de acentuar las limaduras presentes en la superficie del recipiente. Por otra parte 3 de 12 envases de tereftalato de polietileno, presentan daños en la etiqueta sin alterar su legibilidad, es probable que los daños sean causados durante su colocación en las rejillas de inmersión. Es importante tener en cuenta que la inmersión en una solución cáustica posibilita la degradación química, por hidrólisis alcalina, durante la prueba se empleó una concentración de 3.8% de NaOH, para garantizar la resistencia a *stress cracking*, al ser una concentración tan elevada y cercana a 4% (mínimo necesario para dar lugar a la hidrólisis alcalina) permite la aparición de grietas debido a la ruptura de las cadenas poliméricas, así como los defectos superficiales.

3.6.2 Análisis cuantitativo. Una vez determinadas los cambios cualitativos que presentan los envases de tereftalato de polietileno es necesario determinar las alteraciones físicas de las mismas. Con el fin de cuantificar los cambios en la integridad de la botella Refillable PET, se toman las mediciones finales de cada una de las muestras:

- Altura total, peso envase vacío, peso envase + agua
- Claro de base
- Espesor de base 1, 2, 3, 4, y 5.

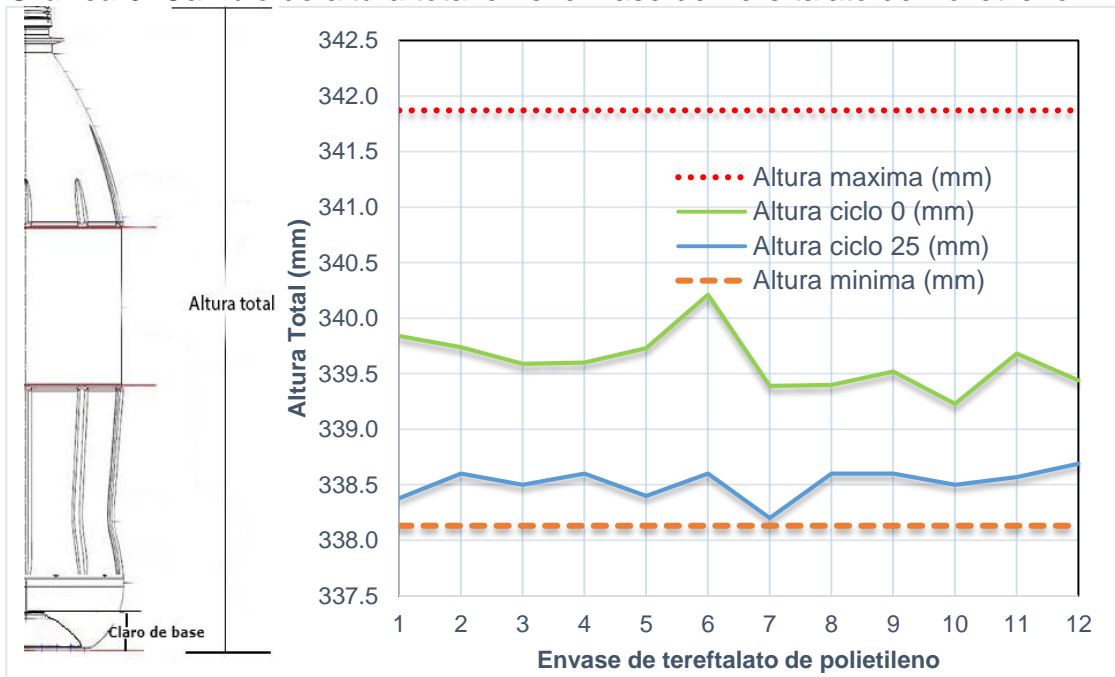
- Espesor talón, cintura, panel, hombro.
- Espesor cuello 1, 2, 3, 4 y 5
- Diámetro de cuello, hombro, panel, base.

Una vez obtenidos los datos correspondientes se lleva a cabo el análisis y comparación de las mediciones para cada uno de los puntos de interés realizando las siguientes observaciones.

3.6.2.1 Altura total, peso envase vacío, peso envase + agua. Para la altura total se tiene como objetivo 340 mm con un rango de variación del 0.55% correspondiente a la altura máxima permitida: 341.87mm y la altura mínima permitida 338.13 mm; durante la prueba experimental para el ciclo cero se obtuvieron valores cercanos al de referencia, 11 de 12 muestras se encontraban por debajo del valor especificado entre el 0.05% - 0.23%. La muestra restante (envase 6) se encuentra 0.06% por encima del objetivo con una medida de 340.21mm. Por lo cual se determina que las muestras son viables para la prueba experimental.

Al realizar las mediciones en el ciclo 25 se observa que tiende a disminuir la altura de las muestras (gráfica 6), pero los datos siguen estando dentro del margen permitido para la altura de los envases.

Gráfica 6. Cambio de altura total en el envase de Tereftalato de Polietileno

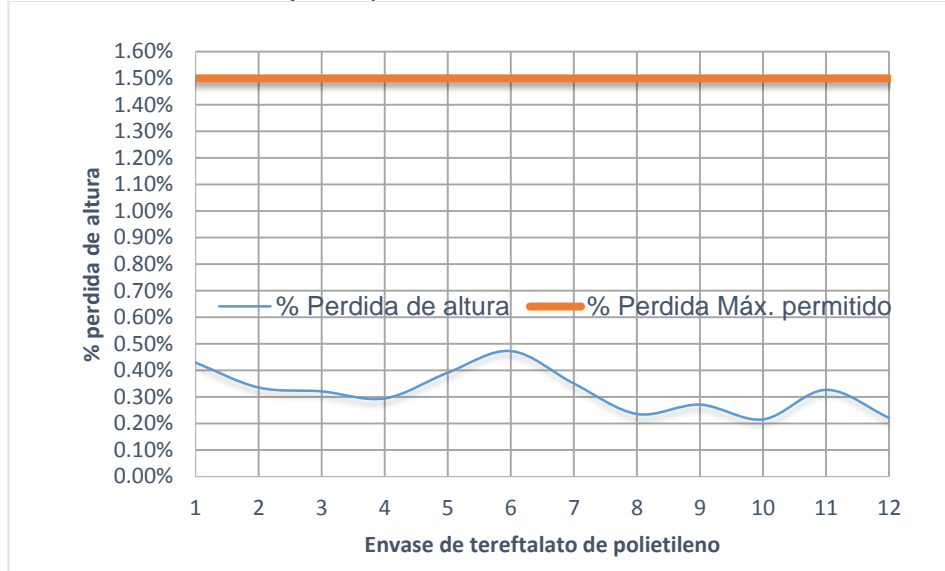


Fuente: elaboración propia

Respecto al porcentaje de pérdida de altura (gráfica 7) se tiene que los envases de tereftalato de polietileno una vez superan el 1.5% de pérdida de altura, deben ser

retirados de la línea, pero en este caso todas las cavidades se encuentran por debajo del máximo permitido por lo cual siguen siendo viables.

Gráfica 7. Porcentaje de pérdida de altura



Fuente: elaboración propia

Para llevar a cabo la cuantificación de la capacidad volumétrica se determina el peso del envase vacío y el peso del envase con agua (anexo B) una vez obtenidos estos datos y con la densidad del agua a la temperatura de medida se obtiene la capacidad volumétrica por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\text{Peso envase con H}_2\text{O} - \text{Peso envase vacío}}{\rho}$$

Es posible determinar que a partir de la disminución de la altura del envase se presentara una variación considerable en la capacidad volumétrica como se evidencia en la tabla 1 Capacidad de Llenado @ 56.3 mm (25.5°C). Es importante tener en cuenta que para la medición de la capacidad volumétrica se emplea una perilla de *fill point* que deja un espacio de 56.3mm entre la boca de la botella y el nivel del líquido. Es conocido que el volumen de la bebida envasada corresponde a 2000 ml por lo cual en el ciclo 25 todas las muestras requerirán que la altura del líquido supere el espacio demarcado por la perilla de *Fill point*. Estas variaciones dan lugar a error de percepción en los consumidores, pues la forma del envase facilita que el cliente tenga la percepción que hay mayor cantidad de bebida en un contenedor que en otro cuando en realidad el contenido neto es el mismo.

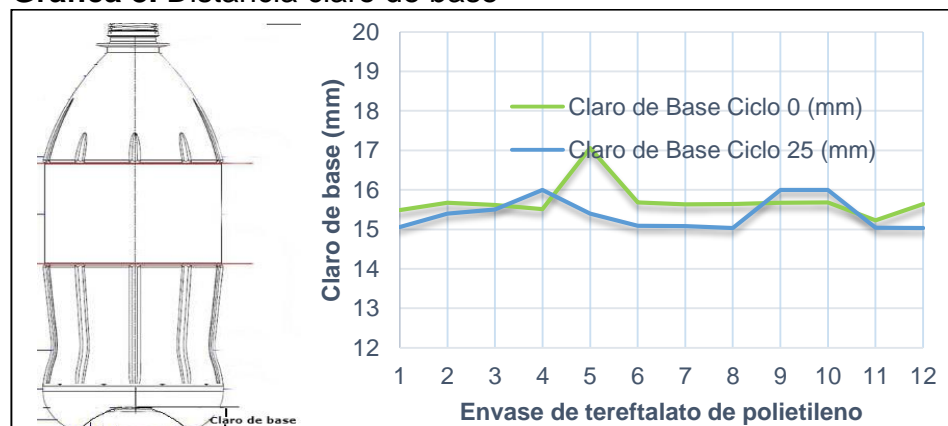
Tabla 1. Capacidad de Llenado @ 56.3 mm (25.5°C)

Cavidad No.	Ciclo 0 (mL)	Ciclo 25 (mL)	Diferencia (mL)
1	2024.99	1977.65	47.34
2	2024	1994.32	29.69
3	2021.19	1991.13	30.06
4	2024.34	1991.27	33.07
5	2015.29	1989.28	26.01
6	2026.82	1992.36	34.47
7	2020.82	1989.46	31.36
8	2019.35	1990.42	28.93
9	2018.86	1992.08	26.78
10	2020.1	1991.94	28.17
11	2020.8	1988.92	31.87
12	2020.03	1988.89	31.14

Fuente: elaboración propia

3.6.2.2 Claro de base. El claro de base corresponde a la distancia de la base hasta el punto de inyección, generalmente esta distancia tiende a disminuir por la acción térmica y cáustica de la etapa de lavado en la gráfica 8 se observa que 9 de las 12 muestras tienden a disminuir la distancia de claro de base mientras las cavidades 4, 9 y 10 aumentan entre el 2.04% y 3.16%. Adicionalmente la cavidad 5 presenta una variación significativa del 9.73%. Cabe mencionar que tanto la cavidad 5 como la 11 fueron sopladas en el mismo molde por lo cual se esperaría que sus medidas fueran similares al igual que sus variaciones, lo cual es todo lo contrario como se evidencia en la muestra. Por otra parte, se tiene que el envase que presento menor perdida en el claro de base corresponde a la cavidad 3 con un 0.77%.

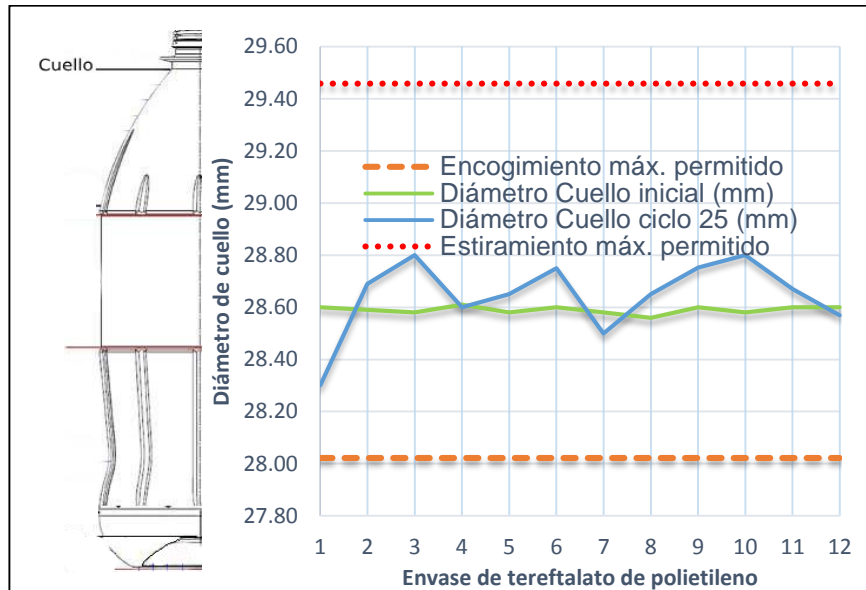
Gráfica 8. Distancia claro de base



Fuente: elaboración propia

3.6.2.3 Diámetro de cuello, hombro, panel, base. Respecto al diámetro de cuello, se tiene como objetivo 28.74 mm con un 2.5% de variación, durante el ciclo cero las muestras se encuentran en valores cercanos al de referencia, como se observa en la gráfica 9, las muestras correspondientes a las cavidades 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 tienden a estirarse tras los 25 ciclos de lavado. Así mismo es posible determinar que el rango de dilatación se encuentra entre 0.24% y 0.77%. Respecto a las cavidades que presentan encogimientos, se tiene que el más prominente corresponde a la muestra 1 con 1.05% y el menor corresponde a la cavidad 4 con 0.03%.

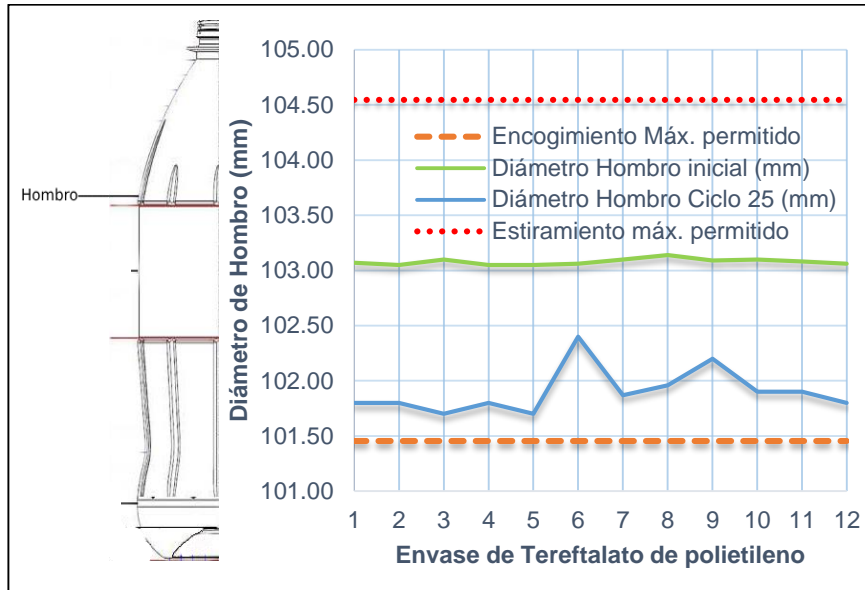
Gráfica 9. Diámetro de cuello



Fuente: elaboración propia

En relación con el diámetro de hombro se establece como objetivo 103 mm con 1.5% de variación, en la gráfica 10 se aprecia el encogimiento que sufren todas las cavidades, es importante resaltar que el porcentaje de pérdida va desde 0.64% hasta 1.36% (muestra 3) valor muy cercano al límite permitido.

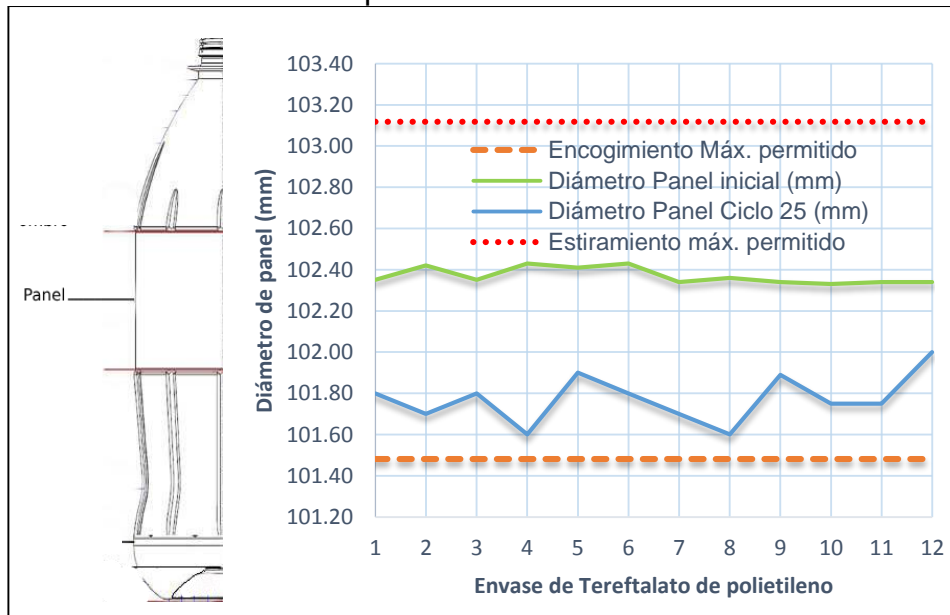
Gráfica 10. Diámetro de hombro



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, se tiene el diámetro de panel, para el cual se requiere un objetivo de 102.3 mm con una variación máxima del 0.8%, en la gráfica 11 se observa que nuevamente las muestras tienden a sufrir encogimientos en este punto específico. En este caso los porcentajes de pérdida abarcan un rango de 0.33% a 0.81%.

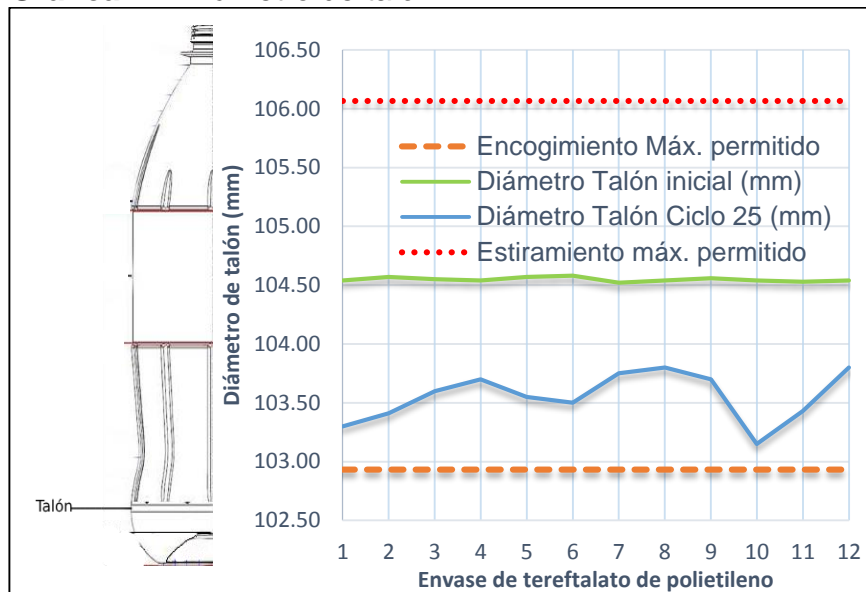
Gráfica 11. Diámetro de panel



Fuente: elaboración propia

Finalmente, respecto al diámetro de talón se establece como objetivo 104.5 mm con una variación de 1.5%, en la gráfica 12 se observa la disminución en las medidas de las cavidades para este punto, de igual forma se determina que el rango de pérdida de diámetro se encuentra entre 0.71% y 2.07%.

Gráfica 12. Diámetro de talón



Fuente: elaboración propia

En conclusión, las zonas más propensas a presentar encogimientos corresponden a los diámetros de hombro, panel y talón, esto corresponde a la tendencia del polímero a regresar a su forma original, es decir, la preforma que se obtiene durante las primeras etapas de procesamiento de la resina de tereftalato de polietileno.

Al analizar el cuello de la botella se tiene que 8 de 12 muestras presentan estiramientos, partiendo del planteamiento anterior se creería que este es el punto de menor variación, pues durante el soplado de la preforma es el que menos alteraciones sufre, pero durante las inmersiones en la solución cáustica el polímero está expuesto a cambios relevantes de temperatura que facilitan la fluidez de las cadenas poliméricas, así como facilitan que el punto de menor variación en este caso el cuello, presente alteraciones y realice los estiramientos a los que quedo penspo durante el soplado.

Finalmente es importante tener presente que el PET es un polímero termoplástico, estructurado en largas cadenas que se van enrollando para dar dureza y rigidez. Pero en entornos con altas temperaturas sus cadenas tienden a desenredarse permitiendo que el material fluya y cambie su forma, si a este hecho se suma el ataque cáustico por parte del hidróxido de sodio es muy probable que las cadenas del polímero al ingresar en la lavadora obtengan las condiciones necesarias para

aumentar su fluidez facilitando así los encogimientos y estiramientos que ocurren durante el proceso.

3.7 BENEFICIOS ENERGÉTICOS DE LA PROPUESTA

Para la evaluación de los costos energéticos se tienen en cuenta dos aspectos, por una parte, el intercambio térmico necesario durante la carga inicial de la lavadora a una temperatura de 20°C y por otra, cuando se regula el set point de cada tanque. Inicialmente se debe cargar cada tanque al volumen especificado, el tanque 1 se llena con 15 m³ de agua a 45°C, el tanque 2 con 17m³ a 58°C y el tanque 3 a 17m³ a 43°C. Para que las corrientes cumplan con los parámetros necesarios, se implementa intercambiadores de calor para cada tanque. La corriente de agua llega a la planta a 18°C por lo que se implementan intercambiadores de calor para garantizar el cumplimiento de los requerimientos de cada tanque. (Diagrama 5)

En este caso se tiene en cuenta la potencia necesaria para el intercambiador tubular de cada uno de los tanques, puesto que es posible manejar tres puntos de concentración de hidróxido de sodio, y de acuerdo con North American Combustion Handbook – A Practical Basic Reference on the Art and Science of Industrial Heating with Gaseous and Liquid Fuels, Volumen II, se emplea los datos de la solución cáustica al 2% y 64.4°F (18°C).

Capacidad calorífica específica de la solución cáustica al 2%:

$$C_p = 0.942 \frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}}$$

$$C_p = 0.942 \frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}} \times \frac{4.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}}{1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}}}$$

$$C_{p @18^\circ\text{C}} = 3.944 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

Densidad de la solución cáustica al 2%: (ρ)

$$\rho = 63.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\rho = 63.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}}$$

$$\rho_{@18^\circ\text{C}} = 1022 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Las propiedades termodinámicas del agua para los tanques 1 y 3 se empleó la base de datos Yaws' Critical Property Data for Chemical Engineers and Chemists, en la tabla 2 se resumen los datos de interés para los siguientes cálculos.

Tabla 2. Propiedades físicas y termodinámicas de Agua

Propiedad	Tprom (°C)	Valor	Unidad
Capacidad especifica promedio (c)	29.5	4.2417	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$
	30.5	4.2418	
	31.5	4.242	
	39.5	4.2421	
	41.5	4.2418	
	43.5	4.2414	
Densidad Promedio (ρ)	29.5	1008.69	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	30.5	1007.93	
	31.5	1007.16	
	37	1002.94	
	39.5	1001.01	
	41.5	999.45	
	43.5	997.9	

Fuente: elaboración propia en base a Yaws' Critical Property Data for Chemical Engineers and Chemists

De acuerdo con los datos anteriores a continuación se muestra los cálculos necesarios para hallar el calor transferido en cada intercambiador de calor tubular de los tanques. Para esto se emplea la ecuación 1.

Ecuación 1. Razón de la transferencia de calor

$$\dot{Q}_{\max} = \dot{m} c_p (T_{\text{ent}} - T_{\text{sal}})$$

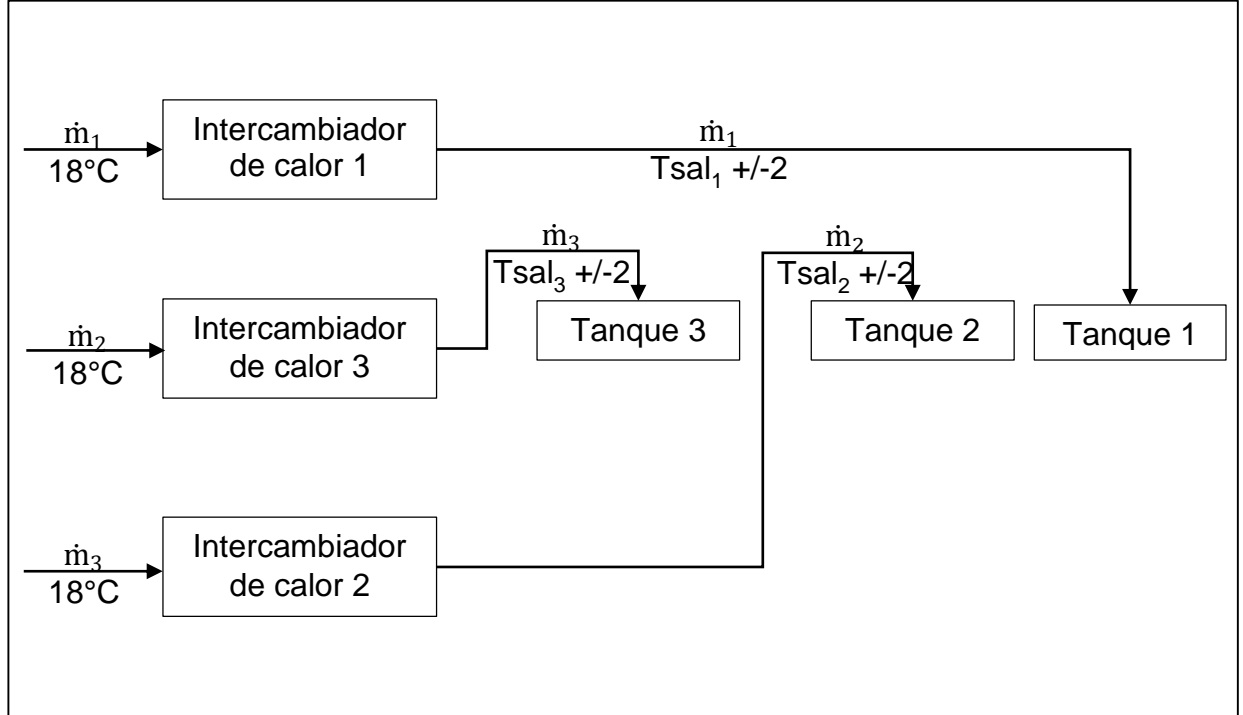
Donde,

\dot{Q}_{\max} = Razón del calor transferido en el intercambiador (kJ/h)

\dot{m} = Flujo másico del fluido (kg/h)

C_p = Capacidad calorífica específica (kJ/kg°C)

Diagrama 5. Esquema del intercambio térmico de cada tanque



Nota= Son intercambiadores tubulares de calor. Los valores para las temperaturas de salida se encuentran bajo la incertidumbre de +/- 2°C.

\dot{m} = Flujo másico de agua/ solución

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se observan los resultados de la razón de calor transferido en el intercambiador de cada tanque sin la implementación de las especificaciones de la propuesta. Se tiene que la capacidad volumétrica para el tanque 1 es de 15m^3 y para los tanques 2 y 3 es de 17m^3 .

Tabla 3. Propiedades y transferencia de calor por tanque sin propuesta

Tanque	T_{ent} (°C)	T_{sal} (°C)	T_{prom} (°C)	ρ @ T_{prom} $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	\dot{m} (kg/h)	$C_{p_{prom}}$ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$	\dot{Q}_{max} (kW)
1	18	45	31,5	1007.16	15107.4	4.242	480.64
2	18	58	38	1022	17374	3.944	761.37
3	18	43	30,5	1007.927	17134.75	4.2418	504.74
TOTAL						(kW)	1746.75

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se observa como disminuye la razón de calor transferido en el intercambiador de cada tanque, en este caso, se presenta una disminución de 113.39 kW.

Tabla 4. Propiedades y transferencia de calor por tanque con propuesta

Tanque	Tent (°C)	Tsal (°C)	Tprom (°C)	$\rho @T_{prom}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	m (kg/h)	$C_{p_{prom}}$ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$	Qmax (kW)
1	18	43	30,5	1007.93	17134.81	4.2418	445.36
2	18	56	37	1022	17374	3.944	723.3
3	18	41	29,5	1008.69	17147.73	4.2417	464.69
TOTAL						(kW)	1633.36

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con Cengel, Implementar mejoras en la transferencia de calor de un intercambiador se asocia directamente en la caída de presión así como en la presión de bombeo necesaria durante el proceso²¹; por tanto al disminuir la razón de transferencia, la potencia necesaria de la bomba encargada de impulsar el fluido tendera a aumentar lo que se vera reflejado en los costos asociados al consumo energético de la bomba.

3.8 ESPECIFICACIONES FINALES DE LA PROPUESTA

A partir de la experimentación se proponen los siguientes parámetros para el proceso de lavado y acondicionamiento.

Respecto a la concentración de los insumos se recomienda mantener las especificaciones establecidas hasta el momento, concentración de aditivos entre 0.2% y 0.3% en total, para el hidróxido de sodio es necesario manejar una concentración del 2% con un rango de variación de +/- 0.2.

Por otra parte, los tiempos en cada tanque se especifican de la siguiente forma:

- Remojo: 10 – 20 minutos
- Inmersión en soda cáustica: 10-15 minutos
- Enjuague: 8 – 10 minutos.

²¹ ÇENGEL, Yunus A. Selección de los intercambiadores de calor. **En:** Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico. 3ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2007. p. 642 – 643.

Finalmente, las especificaciones de las temperaturas para cada tanque se estiman en:

- Tanque 1: 43 °C +/- 2
- Tanque 2: 56°C +/- 2
- Tanque 3: 41°C +/- 2

A continuación, en el cuadro 9, se observa la comparación entre los parámetros del estado actual del proceso y la propuesta.

Cuadro 9. Comparación de parámetros

	Estado actual	Propuesta
Tanque 1	45°C +/- 2	43°C +/- 2
Tanque 2	58°C +/- 2	56°C +/- 2
Tanque 3	43°C +/- 2	41°C +/- 2
Tiempo de estadía en cada tanque		
Tanque 1	15 min	10 - 20 min
Tanque 2	13 min	10 – 15 min
Tanque 3	11 min	8 – 10 min

Fuente: elaboración propia

4. COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 COSTOS

4.1.1 Costos insumos. Se hace necesario conocer los costos asociados a los insumos, hidróxido de sodio y los aditivos (polix especial y ferisol rinse).

En la tabla 5 se describen los valores de las presentaciones comerciales de cada uno de los insumos necesarios para la implementación de la propuesta.

Tabla 5. Costos comerciales de los insumos del tanque 2

Sustancia	Cantidad	Unidad	Costo
Polix	250	kg	\$ 3'037,175
Ferisol	300	kg	\$ 4'338,872.52
Hidróxido de Sodio	1	kg	\$ 92,000

Fuente: elaboración propia

Para los parámetros de la propuesta se estimaron dos rangos de concentración posible para el tanque 2 de la lavadora, siendo para los aditivos 0.2% - 0.3% los cuales considera viable manejar de manera equimolar respecto a las dos sustancias que conforman la mezcla. Adicionalmente para la solución detergente compuesta por Hidróxido de sodio, se estimó una concentración de 2% +/- 0.2.

En la tabla 6, se describe la masa de aditivo necesaria para una concentración de 0.2% equivalente a 0.0167 kg de cada una de las sustancias (Polix y ferisol) teniendo en cuenta el volumen del tanque 2 (17m³)

Tabla 6. Valor de aditivo por unidad de masa para 0.2% de aditivo

Sustancia	Unidad	Cantidad	Costo
Polix	kg	0.01674772	\$169.55
Ferisol	kg	0.01674772	\$290.66
TOTAL		COP	\$460.22

Fuente: elaboración propia

De esta forma para una concentración de 0.2% de aditivos siendo distribuidos de manera equimolar se tendrá un costo total de \$460 por cada carga inicial del tanque 2. En este caso no se tienen en cuenta las correcciones que se realicen sobre la marcha del equipo durante las jornadas laborales, puesto que se estima que serán oscilantes las cantidades requeridas. En la tabla 7, se describe la masa de aditivo necesaria para una concentración de 0.3% equivalente a 0.02512 kg de cada una de las sustancias (Polix y ferisol) teniendo en cuenta el volumen del tanque 2 (17m³)

Tabla 7. Valor de insumo por unidad de masa para 0.3% de aditivo

Sustancia	Unidad	Cantidad	Costo
Polix	kg	0.02512	\$254.33
Ferisol	kg	0.02512	\$436.00
TOTAL		COP	\$690.33

Fuente: elaboración propia

Para una concentración de aditivo de 0.3% distribuido equimolarmente entre las dos sustancias, se estima un costo total de \$690 por cada carga del tanque 2 de la lavadora. En la tabla 8 se encuentran asociados los valores de hidróxido de sodio necesario de acuerdo a la concentración estimada (0.301 kg, 0.335 kg, 0.368 kg) para el volumen del tanque (17m³).

Tabla 8. Valor de NaOH por unidad de masa

Concentración	Cantidad	Unidad	Costo
1.80%	0.301	kg	\$59,963.76
2%	0.335	kg	\$66,626.40
2.20%	0.368	kg	\$73,289.04

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta las variaciones que se pueden establecer de acuerdo al rango en la tabla 9 se muestran los valores totales asociados a cada combinación.

Tabla 9. Costo total de los insumos de acuerdo a la concentración en el tanque 2

Opción	Sustancia	Concentración	Costo (COP)	Total (COP)
1	Aditivos	0.20%	\$4,602.17	\$64,565.93
	NaOH	1.80%	\$59,963.76	
2	Aditivos	0.20%	\$4,602.17	\$71,228.57
	NaOH	2.00%	\$66,626.40	
3	Aditivos	0.20%	\$4,602.17	\$77,891.21
	NaOH	2.20%	\$73,289.04	
4	Aditivos	0.30%	\$6,903.26	\$66,867.02
	NaOH	1.80%	\$59,963.76	
5	Aditivos	0.30%	\$6,903.26	\$73,529.66
	NaOH	2.00%	\$66,626.40	
6	Aditivos	0.30%	\$6,903.26	\$80,192.30
	NaOH	2.20%	\$73,289.04	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla 9, la combinación de menor costo corresponde a la opción 1 con un valor total de \$64,565.93 para cada carga inicial del tanque 2 de la lavadora.

Para la solución y el requerimiento de cada uno de los tanques de la lavadora se detalla en el cuadro 8 teniendo en cuenta que el costo por m³ de agua consumida se tiene un valor de \$3,496.70 COP para uso industrial de acuerdo con la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, dando así un costo total de \$171,338.30 COP

Cuadro 10. Costo consumo de acueducto

Tanque	Consumo (m ³)	Costo
1	15	\$52,450.50
2	17	\$59,443.90
3	17	\$59,443.90
TOTAL (COP)		\$ 171,338.30

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Costos energéticos asociados a la bomba. Ya que no se cuenta con información detallada sobre las propiedades de la solución cáustica para todos los cálculos asociados se emplearán los datos referenciados para el agua a las temperaturas estimadas. En la tabla 10 se especifican las propiedades del fluido a la temperatura estimada.

Tabla 10. Propiedades termodinámicas del agua

Temperatura	Propiedad	Valor	Unidad
45°C	ρ	996.73	Kg/m ³
	μ	5.890X10 ⁻⁰⁴	Kg/m*s
43°C	ρ	998.29	Kg/m ³
	μ	6.108X10 ⁻⁰⁴	Kg/m*s
58 °C	ρ	986.47	Kg/m ³
	μ	4.742X10 ⁻⁰⁴	Kg/m*s
56 °C	ρ	988.06	Kg/m ³
	μ	4.893X10 ⁻⁰⁴	Kg/m*s
41 °C	ρ	999.84	Kg/m ³
	μ	6.339X10 ⁻⁰⁴	Kg/m*s

Fuente: elaboración propia

Se estima que para el transporte del fluido desde el intercambiador de calor hasta el tanque 1 se emplea una tubería de acero inoxidable de 9 m de longitud, en la tabla 11 se muestran las especificaciones del tubo.

Tabla 11. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 1

Descripción	Valor	Unidad
Diámetro Externo	60.33	mm
Espesor	3.91	mm
Diámetro Interno	56.42	mm
Longitud	9	m
Área transversal (AC)	0.0025	m ²

Fuente: elaboración propia

Asumiendo que el flujo volumétrico del fluido será de $\dot{v} = 0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ se halla la velocidad del fluido a partir de la ecuación 2.

Ecuación 2. Velocidad del fluido

$$V = \frac{\dot{v}}{A_c}$$

$$V = \frac{0.025 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0025 \text{ m}^2}$$

$$V = 10 \text{ m/s}$$

De acuerdo con lo mencionado, el tanque 1 se encuentra actualmente a $45^\circ \text{ C} \pm 2$ y en la propuesta se estima una temperatura de $43^\circ \text{ C} \pm 2$, para determinar la potencia de bombeo es necesario realizar el cálculo de número de Reynolds a partir de la ecuación 3 obteniendo,

Ecuación 3. Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$Re_{45^\circ \text{C}} = \frac{996.73 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0.05642 \text{ m}}{5.890 \times 10^{-4} \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$Re_{45^\circ \text{C}} = 9.5475 \text{ Turbulento}$$

$$Re_{43^\circ \text{C}} = \frac{998.29 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0.05642 \text{ m}}{6.108 \times 10^{-4} \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$\boxed{Re_{43^{\circ}C} = 9.2217 \times 10^5} \text{ Turbulento}$$

Para las tuberías de acero inoxidable se tiene que la rugosidad (ϵ) es de 0.002mm a partir de esto y empleando la ecuación 4 se calcula la rugosidad relativa,

Ecuación 4. Rugosidad relativa

$$\boxed{\epsilon_{relativa} = \frac{\epsilon}{D}}$$

$$\epsilon_{relativa} = \frac{0.002 \text{ mm}}{56.42 \text{ mm}}$$

$$\boxed{\epsilon_{relativa} = 3.545 \times 10^{-5}}$$

Una vez obtenido el dato de rugosidad relativa es posible hallar el factor de fricción de flujo (f) del diagrama de Moody, pero también puede ser calculado por medio de la ecuación de Colebrook (Ecuación 5) obteniendo que,

Ecuación 5. Factor de fricción.

$$\boxed{\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)}$$

$$\boxed{f_{45^{\circ}C} = 0.01246}$$

$$\boxed{f_{43^{\circ}C} = 0.01251}$$

Ahora se debe calcular la caída de presión en la tubería a partir de la ecuación 6.

Ecuación 6. Caída de presión en la tubería

$$\boxed{\Delta P = \Delta P_L = f \frac{L}{D} \frac{\rho V^2}{2}}$$

$$\Delta P_{45^{\circ}C} = 0.01246 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{996.73 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\boxed{\Delta P_{45^{\circ}C} = 99043.44 \text{ Pa}}$$

$$\Delta P_{43^{\circ}C} = 0.0251 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{998.29 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\Delta P_{43^{\circ}\text{C}} = 99645.86 \text{ Pa}$$

Finalmente se aplica la ecuación 7 para así obtener la potencia requerida por la bomba para su operación.

Ecuación 7. Potencia de bombeo requerida

$$\dot{W}_{\text{Bombeo}} = \frac{\Delta P \dot{v}}{1000}$$

$$\dot{W}_{\text{Bombeo a } 45^{\circ}\text{C}} = 2.4761 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{\text{Bombeo a } 43^{\circ}\text{C}} = 2.4911 \text{ kW}$$

Se estima que para el transporte del fluido desde el intercambiador de calor hasta el tanque 2 se emplea una tubería de acero inoxidable de 6 m de longitud, en la tabla 12 se muestran las especificaciones del tubo.

Tabla 12. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 2

Descripción	Valor	Unidad
Diámetro Externo	60.33	mm
Espesor	3.91	mm
Diámetro Interno	56.42	mm
Longitud	6	m
Área transversal (AC)	0.0025	m ²

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con lo mencionado, el tanque 2 se encuentra actualmente a 58° C +/- 2 y en la propuesta se estima una temperatura de 56°C +/-2, para determinar la potencia de bombeo es necesario realizar el cálculo de numero de Reynolds a partir de la ecuación 3 obteniendo,

$$Re_{58^{\circ}\text{C}} = \frac{986.47 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0.05642 \text{ m}}{4.742 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^*\text{s}}$$

$$Re_{45^{\circ}\text{C}} = 1.33006 \times 10^6 \text{ Turbulento}$$

$$Re_{56^{\circ}\text{C}} = \frac{988.06 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0.05642 \text{ m}}{4.893 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^*\text{s}}$$

$$Re_{43^{\circ}\text{C}} = 1.29115 \times 10^6 \text{ Turbulento}$$

La rugosidad será la equivalente al mismo material por ende no habrá cambio en la rugosidad relativa, por ende, se pasa a hallar el factor de fricción de flujo (f) calculado a partir de la ecuación de Colebrook (Ecuación 5) obteniendo que,

$$f_{58^{\circ}\text{C}} = 0.01196$$

$$f_{56^{\circ}\text{C}} = 0.012005$$

Ahora se debe calcular la caída de presión en la tubería a partir de la ecuación 6.

$$\Delta P_{58^{\circ}\text{C}} = 0.01196 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{986.47 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\boxed{\Delta P_{58^{\circ}\text{C}} = 81015.77 \text{ Pa}}$$

$$\Delta P_{56^{\circ}\text{C}} = 0.012005 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{988.06 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\boxed{\Delta P_{56^{\circ}\text{C}} = 80607.70 \text{ Pa}}$$

Finalmente se aplica la ecuación 7 para así obtener la potencia requerida por la bomba para su operación.

$$\boxed{\dot{W}_{\text{Bombeo a } 58^{\circ}\text{C}} = 2.2839 \text{ kW}}$$

$$\boxed{\dot{W}_{\text{Bombeo a } 56^{\circ}\text{C}} = 2.2954 \text{ kW}}$$

Por ultimo para el tanque 3 se requiere una tubería de 2 m de longitud en acero inoxidable, en la tabla 13 se muestran las especificaciones del tubo

Tabla 13. Especificaciones tubería Schedule 40 tanque 3

Descripción	Valor	Unidad
Diámetro Externo	60.33	mm
Espesor	3.91	mm
Diámetro Interno	56.42	mm
Longitud	2	m
Área transversal (AC)	0.0025	m ²

Fuente: elaboración propia.

El tanque 3 se encuentra actualmente a 43° C +/- 2 y en la propuesta se estima una temperatura de 41°C +/-2, para determinar la potencia de bombeo es necesario realizar el cálculo de numero de Reynolds a partir de la ecuación 3 obteniendo,

$$\text{Re}_{43^{\circ}\text{C}} = \frac{998,29 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0,05642 \text{ m}}{6,108 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^*\text{s}}$$

$$\boxed{\text{Re}_{43^{\circ}\text{C}} = 1,0451 \times 10^6} \text{ Turbulento}$$

$$\text{Re}_{41^{\circ}\text{C}} = \frac{999,84 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 0,05642 \text{ m}}{6.339 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^*\text{s}}$$

$$\boxed{\text{Re}_{41^{\circ}\text{C}} = 1,00861 \times 10^6} \text{ Turbulento}$$

La rugosidad será la equivalente al mismo material por ende no habrá cambio en la rugosidad relativa, por ende, se pasa a hallar el factor de fricción de flujo (f) calculado a partir de la ecuación de Colebrook (Ecuación 5) obteniendo que,

$$f_{43^{\circ}C} = 0.012315$$

$$f_{41^{\circ}C} = 0.012371$$

Ahora se debe calcular la caída de presión en la tubería a partir de la ecuación 6.

$$\Delta P_{43^{\circ}C} = 0.012351 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{998.29 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\Delta P_{43^{\circ}C} = 27990.75 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{41^{\circ}C} = 0.012371 \times \frac{9 \text{ m}}{0.05642 \text{ m}} \times \frac{999.84 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$\Delta P_{41^{\circ}C} = 28160.24 \text{ Pa}$$

Finalmente, se aplica la ecuación 7 para así obtener la potencia requerida por la bomba para su operación.

$$\dot{W}_{\text{Bombeo a } 58^{\circ}C} = 0.7979 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{\text{Bombeo a } 56^{\circ}C} = 0.7931 \text{ kW}$$

Durante el diagnóstico se llevó a cabo la observación del proceso durante tres horas continuas, es decir los datos asociados a las exclusiones corresponden a este lapso de tiempo, por ende, con el fin de mantener los costos asociados en un rango de tiempo dado, se sume que el tiempo que estarán las bombas en funcionamiento será el equivalente a 3 horas.

Al aplicar la ecuación 8 se obtienen los costos operacionales de la bomba y en el cuadro 9 se resumen los costos implicados en el proceso con y sin propuesta asumiendo que el costo comercial del kWh se encuentra actualmente en COP\$580.61/kWh

Ecuación 8. Costo operacional del intercambiador

$$\text{Costo operacional (COP)} = \dot{W}_{\text{Bombeo}} \times \text{Tiempo de trabajo (h)} \times \text{Costo energético (kWh)}$$

Cuadro 11. Costos operacionales por tanque

SIN PROPUESTA			CON PROPUESTA		
Tanque	\dot{W}_{Bombeo} (kW)	Costo Operacional	Tanque	\dot{W}_{Bombeo} (kW)	Costo Operacional
1	2.4761	\$ 4,312.91	1	2.4911	\$ 4,339.14
2	2.2839	\$ 3,978.13	2	2.2954	\$ 3,998.27
3	0.7931	\$ 1,381.39	3	0.7979	\$ 1,389.76
TOTAL (COP)		\$ 9,672.42	TOTAL (COP)		\$ 9,727.16

Fuente: elaboración propia.

4.1.3 Costos asociados a las exclusiones e implementaciones de nuevos recipientes de Tereftalato de polietileno. De acuerdo con lo observado en línea, en diez minutos el inspector de post-lavado tiene capacidad para rectificar el estado de 3348 botellas, alrededor de 335 botellas/minuto. De esta cantidad son rechazados 267 envases, equivalentes al 7.97%. Se estima que con la implementación de la propuesta es posible disminuir 2% de las exclusiones de la línea en el equipo. Por tanto, si se mantiene constante la velocidad de inspección de la línea y el número de envases de tereftalato de polietileno procesados, se tendrá que:

$$\text{Número de rechazos} = 3348 \text{ Botellas} \times (7.97\% - 2\%)$$

$$\boxed{\text{Número de rechazos} = 200 \text{ botellas}}$$

El costo comercial de cada envase de tereftalato de polietileno se estima en \$1,000 COP/Envase por ende el costo asociado a las perdidas corresponde a:

$$\text{Costo de las exclusiones sin propuesta} = 267 \text{ envases} \times \$1,000 \text{ COP/Envase}$$

$$\boxed{\text{Costo de las exclusiones sin propuesta} = \$267,000 \text{ COP}}$$

$$\text{Costo de las exclusiones con propuesta} = 200 \text{ envases} \times \$1,000 \text{ COP/Envase}$$

$$\boxed{\text{Costo de las exclusiones con propuesta} = \$200,000 \text{ COP}}$$

Se tiene que el costo asociado a las exclusiones se reduce en \$67,000 COP en diez minutos de producción, una diferencia significativa de la eficiencia de la etapa del proceso.

En el cuadro 11 se describen los costos operacionales por tanque, allí se observa que al implementar la mejora aumenta la caída de presión dentro de la bomba encargada de dirigir el fluido y por ende aumenta la potencia de bombeo necesaria para el proceso. Ya que el cambio implementado corresponde a 2°C se tiene que

el costo para la potencia de la bomba sin propuesta es de \$9,672.42 COP y con propuesta es de \$9,727.16 COP un incremento mínimo en la operación del equipo. El beneficio económico tras implementar la propuesta es mayor a los costos que implica realizar los cambios en los equipos implicados durante el lavado con hidróxido de sodio.

5. CONCLUSIONES

- El proceso de lavado y acondicionamiento de la botella retornable de tereftalato de polietileno REF PET presenta 0.75% de exclusiones durante la etapa de inspección en pre- lavado y 7.97% de exclusiones durante la etapa de inspección de post- lavado, estas exclusiones corresponden 50.56% a la inspección de fondos y 20.97% a la inspección de paredes, zonas propensas a sufrir daños por el ataque cáustico y la diferencia térmica dentro de los tanques de la lavadora.
- Teniendo en cuenta los parámetros necesarios y los requerimientos de calidad para los envases de tereftalato de polietileno retornables se propuso una temperatura de inmersión en la solución cáustica de 56°C.
- Por medio de la experimentación se obtuvo que la temperatura de inmersión en el tanque 2 (lavado con soda cáustica) es apta para el proceso, sin causar alteraciones mayores en los recipientes de tereftalato de polietileno, cumpliendo con todos los parámetros establecidos, altura total, capacidad volumétrica, diámetro de cuello, talón, hombro y panel.
- De acuerdo con los parámetros necesarios y los resultados obtenidos durante la experimentación se determinaron las especificaciones de la propuesta, determinando la temperatura a la cual establecer cada tanque (tanque 1: 43°C +/- 2; tanque 2: 56°C +/- 2; tanque 3: 41°C +/- 2) y la dosificación correspondiente.
- A partir de los cambios térmicos implementados se estableció los beneficios energéticos de la propuesta, para así establecer la potencia de bombeo necesaria para el transporte de cada fluido al tanque correspondiente.
- De acuerdo a los costos asociados se determinó la diferencia al implementar la propuesta estableciendo una variación mínima respecto al costo de insumos y energéticos. Así como un ahorro de \$67,000 respecto al costo de las exclusiones de la línea, lo que compensa el incremento mínimo en el costo de la potencia de bombeo.

6. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda implementar un protocolo de exclusión antes de la etapa de lavado que permita retirar aquellos envases Ref PET que no cumplen con los requerimientos.
- Ampliar el rango de temperatura posible para los tanques que conforman la lavadora.
- Evaluar diferentes dosificaciones variando la concentración de hidróxido de sodio en el tanque 2 de la lavadora como alternativa de mejora.
- Evaluar la propuesta en proyecto piloto, teniendo total control de las variables involucradas sin afectar los demás procesos de la empresa.
- Validar la propuesta con envase extra-sucio.
- Implementar el diseño experimental con un mayor número de muestras

BIBLIOGRAFÍA

ASHURST, Philip R. Carbonated Beverages. **En:** Reference Module in Food Science. 2016. Recuperado de:

<https://ezproxy.uamerica.edu.co:2119/science/article/pii/B9780081005965032406>
BINGHAM, Eula, & Cohrssen, B. Patty's Toxicology. 6a ed. Vol. 4 New Jersey: John Wiley & Sons, 2012. Recuperado de:
<https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPTEV0011/pattys-toxicology-6th/pattys-toxicology-6th>

BORETOES, John W., & Eden, M. Polyethylene Terephthalate. **En:** Contemporary Biomaterials - Material and Host Response, Clinical Applications, New Technology and Legal Aspects. New Jersey: Noyes publications, 1984. p. 377 Recuperado de:
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt003DO8G1/contemporary-biomaterials/polyethylene-terephthalate>

CASALLAS MURCIA, Diana Milena. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LAVADO DE LA HOJUELA DE PET EN UNA PLANTA DE RECICLAJE. Pereira, 2014, 53h, Trabajo de grado (Tecnóloga en Química). Universidad tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. [Online] Disponible en:
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5516/6684C334.pdf;sequence=1>

ÇENGEL, Yunus A. Caída de presión. **En:** Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico. 3ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2007. p. 465 – 467.

ÇENGEL, Yunus A. CIMBALA, John M. Traducido por Víctor Campos Holguín. Caída y presión de carga. **En:** Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones. 1ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2006. p. 324 - 331.

ÇENGEL, Yunus A. CIMBALA, John M. Traducido por Víctor Campos Holguín. Flujo turbulento en tuberías. **En:** Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones. 1ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2006. p. 335 - 341.

ÇENGEL, Yunus A. Flujos laminar y turbulento en tubos. **En:** Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico. 3ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2007. p. 454

ÇENGEL, Yunus A. Selección de los intercambiadores de calor. **En:** Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico. 3ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2007. p. 642 – 643.

COCA-COLA ANDINA, Glosario. [Online], Consultado 3 de abril 2018. Disponible en: <http://www.koandina.com/pagina.php?p=glosario>

COCA-COLA COMPANY, Las mil y un oportunidades de una botella retornable. [Online] Disponible en: <https://www.cocacoladeperu.com.pe/historias/medioambiente-Las-mil-y-un-oportunidades-de-una-botella-retornable>

COCA-COLA COMPANY. Las nuevas “tres R”: reducir, reciclar, retornables. [Online] Disponible en: <https://www.cocacoladechile.cl/historias/medioambiente-las-nuevas-3-r-reducir-reciclar-retornables>

COMPAÑÍA COCA-COLA, La compañía Coca-Cola anuncia su nuevo plan global para ayudar a crear un mundo sin residuos. Coca-Cola Journey [online], 26 de marzo de 2019. Disponible en: <https://journey.coca-cola.com/historias/la-compania-coca-cola-anuncia-su-nuevo-plan-global-para-ayudar-a>

ENOS Engineering. Inspection Products. Massachusetts: 2016. Disponible en: <http://enosengineering.com/>

ESTUDIS ELECTRO-MECÁNICS, SL. EBIvisión Inspector de botella vacía, económico. España. Disponible en: https://www.construmatica.com/archivos/27960/inspectores/inspector_de_botella_vacia.pdf

FERRO, Alyn. El envase de polietilentereftalato: su impacto medioambiental y los métodos para su reciclado. Cuba: Editorial Universitaria, 2008. 28 p. ISBN 978-959-16-0955-7.

GORSE, Christopher, JOHNSTON, David, PRITCHARD, Martin. Dictionary of Construction, Surveying and Civil Engineering - pan. Reino Unido: Oxford University Press, 2012. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDMTE0001/dictionary-materials/dictionary-materials>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166: Bogotá D.C.: El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 153 p.

KRONES Aircontronic Compact. Alemania. Disponible en https://www.krones.com/media/downloads/aircontronic_compact_es.pdf

MCKEEN, Laurence. 6.3 Polyethylene Terephthalate. **En:** Film Properties of Plastics and Elastomers. 4a ed. Estados Unidos: William Andrew, 2017. p. 117 - 119 Recuperado de: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011FYXT1/film-properties-plastics/polyethylene-terephthalate>

MERCADOTECNIA ECN. Solución UD-Line para lavadoras de botellas-dosificación de sosa y aditivo. En: ECN. [Online] Agosto 9 de 2016. Consultado en

abril 8 de 2019. Disponible en: <http://ecn.com.mx/solucion-ud-line-para-lavadoras-de-botellas-dosificacion-de-sosa-y-aditivo/>

MICHLER, Goerg. BALTA-CALLEJA, Francisco. Nano- and Micromechanics of Polymers - Structure Modification and Improvement of Properties. Munich: Hanser Publishers, 2012. 119-144p.

PADRÓN CASTRO, Omar David. ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE BOTELLAS MEDIANTE EVALUACIÓN DE ADITIVOS DE SODA CÁUSTICA, Sartenejas, 101h. INFORME DE PASANTÍA (Ingeniero químico). Universidad Simón Bolívar. Decanato de estudios profesionales. Coordinación de Ingeniería Química. [Online] Disponible en: <http://159.90.80.55/tesis/000146894.pdf>

PIELICHOWSKI, Krzysztof, & Njuguna, J.5.6 Polyesters. En: Thermal Degradation of Polymeric Materials. Recuperado de: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00AWAS52/thermal-degradation-polymeric/polyesters>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [online]. Diccionario de la lengua española. Madrid (España). Actualización 2017. Consultado el 3 de abril de 2019. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=WMGvvdn>

REED, Richard J. Table A.16. US. Densities and Thermal Properties of Various Substances **En:** North American Combustion Handbook – A Practical Basic Reference on the Art and Science of Industrial Heating with Gaseous and Liquid Fuels. Vol. 2. 3a ed. Cleveland: American Combustion, Inc, 1997. p. 274.

SELKE, Susan E. M. CULTER, John D. 2016. [Online] Plastics Packaging - Properties, Processing, Applications, and Regulations. 3a. Edición. Hanser Publishers. p. 130-132. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPPPPARE1/plastics-packaging-properties/plastics-packaging-properties>

SEYMOUR, Raimond, CARRAHER, Charles. Estructura de los polímeros (morfología) en: Introducción a la química de los polímeros. Barcelona: Editorial reverté, 1995. 55p.

SEYMOUR, Raimond, CARRAHER, Charles. Reología y solubilidad en: Introducción a la química de los polímeros. Barcelona: Editorial reverté, 1995. 75p.

THAKUR, Vijay Kumar. Polyethylene Terephthalate. En: Recycled Polymers - Properties and Applications, Volume 2. Recuperado de: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00UBXVV4/recycled-polymers-properties/polyethylene-terephthalate>

TOMSIC, Joan. Dictionary of Materials and Testing. SAE International: 2000. 2a Edición [Online] Disponible en:

WEIL, E. D., & LEVCHIK, S. V. 6.2.1 Textile Fiber Flame Retardance by Melt-Spinning Additives. Flame Retardants for Plastics and Textiles - Practical Applications. 2a ed. Hanser Publishers. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010RQXC2/flame-retardants-plastics/textile-fiber-flame-retardance>

WEIL, Edward D., & LEVCHIK, S. V. 6.2.1 Textile Fiber Flame Retardance by Melt-Spinning Additives. En: Flame Retardants for Plastics and Textiles - Practical Applications. 2a ed. Munich: Hanser Publishers, 2016. p. 141 – 147. Recuperado de: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010RQXC2/flame-retardants-plastics/textile-fiber-flame-retardance>

WYPYCH, George. PEX silane-crosslinkable polyethylene. **En:** Handbook of Polymers. Canada: ChemTec Publishing, 2012. p. 185-190 Recuperado de: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00A21UB2/handbook-of-polymers/pex-silane-crosslinkable>

YAM, Kit. Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3ra Ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2009. 996p [online] disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWEPTTE002/wiley-encyclopedia-packaging/wiley-encyclopedia-packaging>

YAWS, Carl L. Table 13. Density of liquid – inorganic compounds. **En:** Yaws' Critical Property Data for Chemical Engineers and Chemists [base de datos en línea] New York: Knovel, 2012 actualizado en 2017. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpYCPDCECD/yaws-critical-property/yaws-critical-property>


YAWS, Carl L. Table 50. Specific Heat of Liquid - Inorganic Compounds. **En:** Yaws' Critical Property Data for Chemical Engineers and Chemists [base de datos en línea] New York: Knovel, 2012 actualizado en 2017. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpYCPDCECD/yaws-critical-property/yaws-critical-property>

YAWS, Carl L. Table: Liquid Viscosities – Elements and Inorganic Compounds. **En:** Yaws' Critical Property Data for Chemical Engineers and Chemists [base de datos en línea] New York: Knovel, 2012 actualizado en 2017. Disponible en: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpYCPDCECD/yaws-critical-property/yaws-critical-property>

ZONA LOGÍSTICA. ¿Qué es un centro de distribución? [Online]. Enero 15 de 2018. [Citado en abril 3 de 2019] Disponible en: <https://www.zonalogistica.com/que-es-un-centro-de-distribucion/>

ANEXOS

ANEXO A.
FICHAS DE SEGURIDAD INSUMOS PARA EL TANQUE 2
 • Ferisol Rinse

ECOLAB	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
FERISOL RINSE	
SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA PELIGROSA O MEZCLA Y DEL PROVEEDOR O FABRICANTE	
Nombre del producto	: FERISOL RINSE
Otros medios de identificación	: No aplicable
Uso recomendado	: Aditivo para el lavado de botella
Información sobre la dilución del producto	: 0,05 % - 0,5 %
Compañía	: Ecolab Colombia S.A. Avenida Carrera 60 # 22-75 Parque Industrial Frapel Interior 5. 6 y 7 Bogotá, Cundinamarca, Colombia 01 8000-120020
Teléfono de emergencia	: CISPROQUIM® (24 hour service) Phone: 2886012 (Bogotá), 018000918012 (Colombia), 1800-59-3005 (Ecuador: solo Quito, La sierra, Centro and norte), Ecolab USA and Canadá 1-651-222-5352
Fecha de emisión	: 10.10.2016
SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	
Clasificación SGA	
Producto TAL COMO VENDIDO.	
Corrosión cutánea	: Categoría 1A
Lesiones oculares graves	: Categoría 1
Producto a la dilución recomendada.	
No es una sustancia o mezcla peligrosa de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).	
Elemento de etiquetado SGA	
Producto TAL COMO VENDIDO.	
Pictogramas de peligro	: 
Palabra de advertencia	: Peligro
Indicaciones de peligro	: Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
Consejos de prudencia	: Prevención: Lavarse la piel cuidadosamente después de la manipulación. Usar guantes/ropa de protección/equipo de protección para los ojos/la cara. Intervención: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua/ducharse. EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

TOXICOLOGÍA/médico. EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico. Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar.

Almacenamiento:

Guardar bajo llave.

Eliminación:

Eliminar el contenido/ recipiente en una planta de eliminación de residuos aprobada.

Producto a la dilución recomendada.

Consejos de prudencia

Prevención:

Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.

Intervención:

Consultar a un médico si la persona se encuentra mal.

Almacenamiento:

Almacenar en conformidad con la reglamentación local.

Producto TAL COMO VENDIDO.

Otros peligros

: No conocidos.

Producto TAL COMO VENDIDO.		Producto a la dilución recomendada.
Aspecto	: líquido	líquido
Color	: claro, ámbar	incolore
Olor	: ligero	inodoro

SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Producto TAL COMO VENDIDO.

Sustancia/preparación pura : Mezcla

Nombre químico	CAS No.	Concentración (%)
tetrasodio EDTA	64-02-8	10 - 30
Ácido acético (etilendinitrilo) tetra-, sal trisódica	150-38-9	5 - 10

Producto a la dilución recomendada.

Ingredientes no peligrosos

SECCIÓN 4. PRIMEROS AUXILIOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

En caso de contacto con los ojos : Enjuague inmediatamente con abundante agua, también debajo de los párpados, por lo menos durante 15 minutos. Quitar las lentes de contacto, cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Consultar inmediatamente un médico.

En caso de contacto con la piel : Lave inmediatamente con mucha agua por lo menos durante 15 minutos. Utilice un jabón suave si es posible. Lavar la ropa antes de reutilizarla. Limpiar a fondo los zapatos antes de reutilizarlos. Consultar inmediatamente un médico.

En caso de ingestión : Enjuague la boca con agua. No provoque vómitos. Nunca debe

903270

2 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

	administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Consultar inmediatamente un médico.
En caso de inhalación	: Desplazar al aire libre. Trate sintomáticamente. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
Protección de los socorristas	: Si existe peligro de exposición, véase párrafo 8 referido al equipo de protección personal.
Notas para el médico	: Trate sintomáticamente.
Síntomas y efectos más importante, agudos y retardados	: Consulte la sección 11 para obtener una información más detallada acerca de los efectos sobre la salud y síntomas.

Producto a la dilución recomendada.

En caso de contacto con los ojos	: Enjuague con mucha agua.
En caso de contacto con la piel	: Enjuague con mucha agua.
En caso de ingestión	: Enjuague la boca. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
En caso de inhalación	: Consultar un médico si los síntomas aparecen.

SECCIÓN 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

Medios de extinción adecuados	: Use medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias locales y de sus alrededores.
Agentes de extinción inadecuados	: No conocidos.
Peligros específicos durante la extinción de incendios	: No inflamable o combustible.
Productos de combustión peligrosos	: Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: Óxidos de carbono Óxidos de nitrógeno (NOx) óxidos de azufre Óxidos de fósforo
Equipo de protección especial para los bomberos	: Utilice equipo de protección personal.
Métodos específicos de extinción	: Los restos del incendio, así como el agua de extinción contaminada, deben eliminarse según las normas locales en vigor. En caso de incendio o de explosión, no respire los humos.

SECCIÓN 6. MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL O FUGA ACCIDENTAL

Producto TAL COMO VENDIDO.

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de	: Asegure una ventilación apropiada. Mantenga alejadas a las personas de la zona de la fuga y en sentido opuesto al viento. Evite la inhalación, ingestión y el contacto con la piel y los ojos. Cuando los
---	---

903270

3 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

emergencia	trabajadores estén expuestos a concentraciones por encima de los límites de exposición, deberán usar mascarillas apropiadas certificadas. Asegurar que la limpieza se lleve a cabo únicamente por personal capacitado. Consultar las medidas de protección indicadas.
Precauciones ambientales	: No permitir el contacto con el suelo, la superficie o con las aguas subterráneas.
Métodos y materiales de contención y limpieza	: Detener la fuga si puede hacerse sin riesgo. Contener y recoger el derrame con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra, barro de diatomeas, vermiculita), y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales y nacionales (ver sección 13). Elimine las trazas con agua. Para derrames grandes contenga con dique el material derramado o si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua.

Producto a la dilución recomendada.

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia	: Consultar las medidas de protección indicadas.
Precauciones ambientales	: No se requieren precauciones especiales medioambientales.
Métodos y materiales de contención y limpieza	: Detener la fuga si puede hacerse sin riesgo. Contener y recoger el derrame con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra, barro de diatomeas, vermiculita), y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales y nacionales (ver sección 13). Elimine las trazas con agua. Para derrames grandes contenga con dique el material derramado o si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua.

SECCIÓN 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Producto TAL COMO VENDIDO.

Consejos para una manipulación segura	: No ingerir. Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa. No respirar polvos/ humos/ gases/ nieblas/ vapores/ aerosoles. Utilizar solamente con una buena ventilación. Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.
Condiciones para el almacenaje seguro	: No lo almacene conjuntamente con ácidos. Mantener fuera del alcance de los niños. Mantener el recipiente herméticamente cerrado. Almacene en recipientes etiquetados adecuados.
Temperatura de almacenamiento	: -15 °C a 50 °C

Producto a la dilución recomendada.

Consejos para una manipulación segura	: Lavarse las manos después de la manipulación. Ver sección 8 para el equipo de protección personal.
Condiciones para el almacenaje seguro	: Mantener fuera del alcance de los niños. Almacene en recipientes etiquetados adecuados.

SECCIÓN 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

903270

4 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Producto TAL COMO VENDIDO.

Componentes con parámetros de control en el área de trabajo

No contiene sustancias con valores límite de exposición laboral.

Disposiciones de ingeniería : Sistema de ventilación por extracción eficaz. Mantener las concentraciones del aire por debajo de los estándares de exposición ocupacional.

Protección personal

Protección de los ojos : Gafas protectoras
Pantalla facial

Protección de las manos : Use el siguiente equipo de protección personal:
Tipo de guantes estándares.
Los guantes deben ser descartados y sustituidos si hay alguna indicación de degradación o penetración de sustancias químicas.

Protección cutánea : Equipo de protección personal compuesto por: guantes de protección adecuados, gafas protectoras y ropa de protección

Protección respiratoria : Cuando los trabajadores estén expuestos a concentraciones por encima de los límites de exposición, deberán usar mascarillas apropiadas certificadas.

Medidas de higiene : Manipúlelo con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respete las prácticas de seguridad. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reutilizarla. Lavarse la cara, manos y toda la piel expuesta cuidadosamente después de la manipulación. Provea instalaciones apropiadas para el enjuague rápido o lavado de los ojos y el cuerpo en caso de contacto o peligro de salpicadura.

Producto a la dilución recomendada.

Disposiciones de ingeniería : Una ventilación usual debería ser suficiente para controlar la exposición del obrero a los contaminantes aerotransportados.

Protección personal

Protección de los ojos : No se requiere equipo especial de protección.

Protección de las manos : No se requiere equipo especial de protección.

Protección cutánea : No se requiere equipo especial de protección.

Protección respiratoria : Normalmente no se necesita equipo respiratorio de protección personal.

SECCIÓN 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

	Producto TAL COMO VENDIDO.	Producto a la dilución recomendada.
Aspecto	: líquido	líquido
Color	: claro, ámbar	incolore
Olor	: ligero	inodoro
pH	: 12,0 - 13,0, 100 %	6,5 - 7,0
Punto de inflamación	: No aplicable, No sostiene la combustión.	

903270

5 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Umbral de olor	: Sin datos disponibles
Punto de fusión/ congelación	: Sin datos disponibles
Punto inicial e intervalo de ebullición	: > 100 °C
Índice de evaporación	: Sin datos disponibles
Inflamabilidad (sólido, gas)	: Sin datos disponibles
Límite superior de explosividad	: Sin datos disponibles
Límite inferior de explosividad	: Sin datos disponibles
Presión de vapor	: Sin datos disponibles
Densidad relativa de vapor	: Sin datos disponibles
Densidad relativa	: 1,28 - 1,32
Hidrosolubilidad	: soluble
Solubilidad en otros disolventes	: Sin datos disponibles
Coefficiente de partición: (n- octanol/agua)	: Sin datos disponibles
Temperatura de auto- inflamación	: Sin datos disponibles
Descomposición térmica	: Sin datos disponibles
Viscosidad, cinemática	: Sin datos disponibles
Propiedades explosivas	: Sin datos disponibles
Propiedades comburentes	: La sustancia o mezcla no se clasifica como oxidante.
Peso molecular	: Sin datos disponibles
COV	: Sin datos disponibles

SECCIÓN 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Producto TAL COMO VENDIDO.

Estabilidad química	: Estable en condiciones normales.
Posibilidad de reacciones peligrosas	: No se conoce ninguna reacción peligrosa bajo condiciones de uso normal.
Condiciones a evitar	: No conocidos.
Materiales incompatibles	: Ácidos
Productos de descomposición peligrosos	: Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: Óxidos de carbono Óxidos de nitrógeno (NOx) Óxidos de azufre Óxidos de fósforo

SECCIÓN 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Información sobre las rutas probables de exposición : Inhalación, Contacto con los ojos, Contacto con la piel

Efectos potenciales sobre la salud

Producto TAL COMO VENDIDO.

Ojos : Provoca lesiones oculares graves.
Piel : Provoca graves quemaduras en la piel.
Ingestión : Provoca quemaduras del tracto digestivo.
Inhalación : Puede causar irritación a la nariz, garganta, y pulmones.
Exposición crónica : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Producto a la dilución recomendada.

Ojos : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.
Piel : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.
Ingestión : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.
Inhalación : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.
Exposición crónica : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Experiencia con la exposición en seres humanos

Producto TAL COMO VENDIDO.

Contacto con los ojos : Enrojecimiento, Dolor, Corrosión
Contacto con la piel : Enrojecimiento, Dolor, Corrosión
Ingestión : Corrosión, Dolor abdominal
Inhalación : Irritación respiratoria, Tos

Producto a la dilución recomendada.

Contacto con los ojos : No existen síntomas conocidos o esperados.
Contacto con la piel : No existen síntomas conocidos o esperados.
Ingestión : No existen síntomas conocidos o esperados.
Inhalación : No existen síntomas conocidos o esperados.

Toxicidad

Producto TAL COMO VENDIDO.

Producto

Toxicidad Oral Aguda : Estimación de la toxicidad aguda : > 5.000 mg/kg

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Toxicidad aguda por inhalación	: Sin datos disponibles
Toxicidad dérmica aguda	: Sin datos disponibles
Corrosión/irritación cutáneas	: Sin datos disponibles
Lesiones oculares graves/irritación ocular	: Sin datos disponibles
Sensibilidad respiratoria o cutánea	: Sin datos disponibles
Carcinogenicidad	: Sin datos disponibles
Efectos en la reproducción	: Sin datos disponibles
Mutagenicidad de células geminales	: Sin datos disponibles
Teratogenicidad	: Sin datos disponibles
Toxicidad sistémica específica de órganos blanco - exposición única	: Sin datos disponibles
Toxicidad sistémica específica de órganos blanco - exposiciones repetidas	: Sin datos disponibles
Toxicidad por aspiración	: Sin datos disponibles

SECCIÓN 12. INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

Producto TAL COMO VENDIDO. Ecotoxicidad

Efectos Ambientales : Este producto no tiene efectos ecotoxicológicos conocidos.

Producto

Toxicidad para peces	: Sin datos disponibles
Toxicidad para la dafnia y otros invertebrados acuáticos	: Sin datos disponibles
Toxicidad para las algas	: Sin datos disponibles

Componentes

Toxicidad para peces : tetrasodio EDTA
96 h CL50 Pez: 121 mg/l

Persistencia y degradabilidad

Producto TAL COMO VENDIDO.

No se degrada fácilmente

Producto a la dilución recomendada.

No se degrada fácilmente

Potencial bioacumulativo

Sin datos disponibles

Movilidad en suelo

Sin datos disponibles

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Otros efectos nocivos

Sin datos disponibles

SECCIÓN 13. INFORMACIÓN RELATIVA A LA ELIMINACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

Métodos de eliminación : Donde sea posible, es preferible el reciclaje en vez de la disposición o incineración. Si no se puede reciclar, elimínese conforme a la normativa local. Eliminación de los desechos en plantas aprobadas de eliminación de desechos.

Información relativa a la eliminación de los productos : Eliminar como producto no usado. Los contenedores vacíos se deberían llevar al reciclado local o a la eliminación de residuos. No reutilice los recipientes vacíos. Realice la disposición de acuerdo con las normativas locales, estatales y federales.

Producto a la dilución recomendada.

Métodos de eliminación : Se puede tirar el producto diluido por el desagüe sanitario.

Información relativa a la eliminación de los productos : Realice la disposición de acuerdo con las normativas locales, estatales y federales.

SECCIÓN 14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Producto TAL COMO VENDIDO.

El embarcador / consignatario / remitente es responsable de asegurar que el embalaje, el etiquetado y el marcado es de acuerdo con el modo seleccionado de transporte.

Transporte por carretera: en general es aplicable para el transporte en Colombia.

Mercancías sin peligro

Transporte aéreo (IATA)

Entrar en contacto con el área regulatoria para verificar elegibilidad para flete aéreo

Transporte marítimo (IMDG/IMO)

Mercancías sin peligro

SECCIÓN 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Colombia: Nuestra MSDS cumple con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Colombiana 4435 y por la Norma Técnica Colombiana 1692

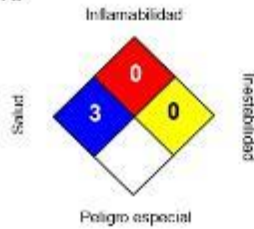
SECCIÓN 16. OTRA INFORMACIÓN INCLUIDAS LAS RELATIVAS A LA PREPARACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD

Producto TAL COMO VENDIDO.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

NFPA:



HMIS III:

SALUD	3
INFLAMABILIDAD	0
RIESGO FÍSICO	0

0 = no significativo, 1 = Ligero,
2 = Mediano, 3 = Alto
4 = Extreme, * = Crónico

Producto a la dilución recomendada.

NFPA:



HMIS III:

SALUD	0
INFLAMABILIDAD	0
RIESGO FÍSICO	0

0 = no significativo, 1 = Ligero,
2 = Mediano, 3 = Alto
4 = Extreme, * = Crónico

Fecha de emisión : 10.10.2016
 Versión : 1.0
 Preparado por : Regulatory Affairs

INFORMACIÓN REVISADA: Los cambios importantes introducidos en las normativas o la información sanitaria como parte de esta revisión se indican mediante una barra en el margen izquierdo de la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS).

La información proporcionada en esta Ficha de Datos de Seguridad, es correcta en nuestro mejor entendimiento a la fecha de su publicación. La información suministrada, está concebida solamente como una guía para la seguridad en el manejo, uso, procesamiento, almacenamiento, transporte, eliminación y descarga, y no debe ser considerada como una garantía o especificación de calidad. La información se refiere únicamente al material especificado, y no puede ser válida para dicho en combinación con otros o en cualquier proceso, a menos que sea indicado en el texto.

- Polix Especial


HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
FERISOL RINSE
SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA PELIGROSA O MEZCLA Y DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Nombre del producto	: FERISOL RINSE
Otros medios de identificación	: No aplicable
Uso recomendado	: Aditivo para el lavado de botella
Información sobre la dilución del producto	: 0,05 % - 0,5 %
Compañía	: Ecolab Colombia S.A. Avenida Carrera 60 # 22-75 Parque Industrial Frapel Interior 5, 6 y 7 Bogotá, Cundinamarca, Colombia 01 8000-120020
Teléfono de emergencia	: CISPROQUIM® (24 hour service) Phone: 2886012 (Bogotá), 018000916012 (Colombia), 1800-59-3005 (Ecuador: solo Quito, La sierra, Centro and norte), Ecolab USA and Canadá 1-651-222-5352
Fecha de emisión	: 10.10.2016

SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS
Clasificación SGA
Producto TAL COMO VENDIDO.

Corrosión cutánea	: Categoría 1A
Lesiones oculares graves	: Categoría 1

Producto a la dilución recomendada.

No es una sustancia o mezcla peligrosa de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

Elemento de etiquetado SGA
Producto TAL COMO VENDIDO.

Pictogramas de peligro :



Palabra de advertencia	: Peligro
Indicaciones de peligro	: Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
Consejos de prudencia	: Prevención: Lavarse la piel cuidadosamente después de la manipulación. Usar guantes/ropa de protección/equipo de protección para los ojos/la cara. Intervención: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca, NO provocar el vómito. EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua/ducharse. EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

TOXICOLOGÍA/médico. EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico. Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar.

Almacenamiento:

Guardar bajo llave.

Eliminación:

Eliminar el contenido/ recipiente en una planta de eliminación de residuos aprobada.

Producto a la dilución recomendada.

Consejos de prudencia : **Prevención:**
Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.
Intervención:
Consultar a un médico si la persona se encuentra mal.
Almacenamiento:
Almacenar en conformidad con la reglamentación local.

Producto TAL COMO VENDIDO.

Otros peligros : No conocidos.

Producto TAL COMO VENDIDO.		Producto a la dilución recomendada.
Aspecto	: líquido	líquido
Color	: claro, ámbar	incolore
Olor	: ligero	inodoro

SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Producto TAL COMO VENDIDO.

Sustancia/preparación pura : Mezcla

Nombre químico	CAS No.	Concentración (%)
tetrasodio EDTA	64-02-8	10 - 30
Ácido acético (etilendinitrilo) tetra-, sal trisódica	150-38-9	5 - 10

Producto a la dilución recomendada.

Ingredientes no peligrosos

SECCIÓN 4. PRIMEROS AUXILIOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

En caso de contacto con los ojos : Enjuague inmediatamente con abundante agua, también debajo de los párpados, por lo menos durante 15 minutos. Quitar las lentes de contacto, cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Consultar inmediatamente un médico.

En caso de contacto con la piel : Lave inmediatamente con mucha agua por lo menos durante 15 minutos. Utilice un jabón suave si es posible. Lavar la ropa antes de reutilizarla. Limpiar a fondo los zapatos antes de reutilizarlos. Consultar inmediatamente un médico.

En caso de ingestión : Enjuague la boca con agua. No provoque vómitos. Nunca debe

903270

2 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

	administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Consultar inmediatamente un médico.
En caso de inhalación	: Desplazar al aire libre. Trate sintomáticamente. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
Protección de los socorristas	: Si existe peligro de exposición, véase párrafo 8 referido al equipo de protección personal.
Notas para el médico	: Trate sintomáticamente.
Síntomas y efectos más importante, agudos y retardados	: Consulte la sección 11 para obtener una información más detallada acerca de los efectos sobre la salud y síntomas.

Producto a la dilución recomendada.

En caso de contacto con los ojos	: Enjuague con mucha agua.
En caso de contacto con la piel	: Enjuague con mucha agua.
En caso de ingestión	: Enjuague la boca. Consultar un médico si los síntomas aparecen.
En caso de inhalación	: Consultar un médico si los síntomas aparecen.

SECCIÓN 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

Medios de extinción adecuados	: Use medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias locales y de sus alrededores.
Agentes de extinción inadecuados	: No conocidos.
Peligros específicos durante la extinción de incendios	: No inflamable o combustible.
Productos de combustión peligrosos	: Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: Óxidos de carbono Óxidos de nitrógeno (NOx) óxidos de azufre Óxidos de fósforo
Equipo de protección especial para los bomberos	: Utilice equipo de protección personal.
Métodos específicos de extinción	: Los restos del incendio, así como el agua de extinción contaminada, deben eliminarse según las normas locales en vigor. En caso de incendio o de explosión, no respire los humos.

SECCIÓN 6. MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL O FUGA ACCIDENTAL

Producto TAL COMO VENDIDO.

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de	: Asegure una ventilación apropiada. Mantenga alejadas a las personas de la zona de la fuga y en sentido opuesto al viento. Evite la inhalación, ingestión y el contacto con la piel y los ojos. Cuando los
---	---

903270

3 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

emergencia	trabajadores estén expuestos a concentraciones por encima de los límites de exposición, deberán usar mascarillas apropiadas certificadas. Asegurar que la limpieza se lleve a cabo únicamente por personal capacitado. Consultar las medidas de protección indicadas.
Precauciones ambientales	: No permitir el contacto con el suelo, la superficie o con las aguas subterráneas.
Métodos y materiales de contención y limpieza	: Detener la fuga si puede hacerse sin riesgo. Contener y recoger el derrame con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra, barro de diatomeas, vermiculita), y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales y nacionales (ver sección 13). Elimine las trazas con agua. Para derrames grandes contenga con dique el material derramado o si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua.

Producto a la dilución recomendada.

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia	: Consultar las medidas de protección indicadas.
Precauciones ambientales	: No se requieren precauciones especiales medioambientales.
Métodos y materiales de contención y limpieza	: Detener la fuga si puede hacerse sin riesgo. Contener y recoger el derrame con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra, barro de diatomeas, vermiculita), y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales y nacionales (ver sección 13). Elimine las trazas con agua. Para derrames grandes contenga con dique el material derramado o si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua.

SECCIÓN 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Producto TAL COMO VENDIDO.

Consejos para una manipulación segura	: No ingerir. Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa. No respirar polvos/ humos/ gases/ nieblas/ vapores/ aerosoles. Utilizar solamente con una buena ventilación. Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación.
Condiciones para el almacenaje seguro	: No lo almacene conjuntamente con ácidos. Mantener fuera del alcance de los niños. Mantener el recipiente herméticamente cerrado. Almacene en recipientes etiquetados adecuados.
Temperatura de almacenamiento	: -15 °C a 50 °C

Producto a la dilución recomendada.

Consejos para una manipulación segura	: Lavarse las manos después de la manipulación. Ver sección 8 para el equipo de protección personal.
Condiciones para el almacenaje seguro	: Mantener fuera del alcance de los niños. Almacene en recipientes etiquetados adecuados.

SECCIÓN 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

903270

4 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Producto TAL COMO VENDIDO.

Componentes con parámetros de control en el área de trabajo

No contiene sustancias con valores límite de exposición laboral.

Disposiciones de ingeniería : Sistema de ventilación por extracción eficaz. Mantener las concentraciones del aire por debajo de los estándares de exposición ocupacional.

Protección personal

Protección de los ojos : Gafas protectoras
Pantalla facial

Protección de las manos : Use el siguiente equipo de protección personal:
Tipo de guantes estándares.
Los guantes deben ser descartados y sustituidos si hay alguna indicación de degradación o penetración de sustancias químicas.

Protección cutánea : Equipo de protección personal compuesto por: guantes de protección adecuados, gafas protectoras y ropa de protección

Protección respiratoria : Cuando los trabajadores estén expuestos a concentraciones por encima de los límites de exposición, deberán usar mascarillas apropiadas certificadas.

Medidas de higiene : Manipúlelo con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respete las prácticas de seguridad. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reutilizarla. Lavarse la cara, manos y toda la piel expuesta cuidadosamente después de la manipulación. Provea instalaciones apropiadas para el enjuague rápido o lavado de los ojos y el cuerpo en caso de contacto o peligro de salpicadura.

Producto a la dilución recomendada.

Disposiciones de ingeniería : Una ventilación usual debería ser suficiente para controlar la exposición del obrero a los contaminantes aerotransportados.

Protección personal

Protección de los ojos : No se requiere equipo especial de protección.

Protección de las manos : No se requiere equipo especial de protección.

Protección cutánea : No se requiere equipo especial de protección.

Protección respiratoria : Normalmente no se necesita equipo respiratorio de protección personal.

SECCIÓN 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

	Producto TAL COMO VENDIDO.	Producto a la dilución recomendada.
Aspecto	: líquido	líquido
Color	: claro, ámbar	incolore
Olor	: ligero	inodoro
pH	: 12,0 - 13,0, 100 %	6,5 - 7,0
Punto de inflamación	: No aplicable, No sostiene la combustión.	

903270

5 / 10

10.10.2016

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Umbral de olor	: Sin datos disponibles
Punto de fusión/ congelación	: Sin datos disponibles
Punto inicial e intervalo de ebullición	: > 100 °C
Índice de evaporación	: Sin datos disponibles
Inflamabilidad (sólido, gas)	: Sin datos disponibles
Límite superior de explosividad	: Sin datos disponibles
Límite inferior de explosividad	: Sin datos disponibles
Presión de vapor	: Sin datos disponibles
Densidad relativa de vapor	: Sin datos disponibles
Densidad relativa	: 1,28 - 1,32
Hidrosolubilidad	: soluble
Solubilidad en otros disolventes	: Sin datos disponibles
Coefficiente de partición: (n- octanol/agua)	: Sin datos disponibles
Temperatura de auto- inflamación	: Sin datos disponibles
Descomposición térmica	: Sin datos disponibles
Viscosidad, cinemática	: Sin datos disponibles
Propiedades explosivas	: Sin datos disponibles
Propiedades comburentes	: La sustancia o mezcla no se clasifica como oxidante.
Peso molecular	: Sin datos disponibles
COV	: Sin datos disponibles

SECCIÓN 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Producto TAL COMO VENDIDO.

Estabilidad química	: Estable en condiciones normales.
Posibilidad de reacciones peligrosas	: No se conoce ninguna reacción peligrosa bajo condiciones de uso normal.
Condiciones a evitar	: No conocidos.
Materiales incompatibles	: Ácidos
Productos de descomposición peligrosos	: Los productos de descomposición pueden incluir los siguientes materiales: Óxidos de carbono Óxidos de nitrógeno (NOx) Óxidos de azufre Óxidos de fósforo

SECCIÓN 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Información sobre las rutas probables de exposición : Inhalación, Contacto con los ojos, Contacto con la piel

Efectos potenciales sobre la salud

Producto TAL COMO VENDIDO.

Ojos : Provoca lesiones oculares graves.

Piel : Provoca graves quemaduras en la piel.

Ingestión : Provoca quemaduras del tracto digestivo.

Inhalación : Puede causar irritación a la nariz, garganta, y pulmones.

Exposición crónica : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Producto a la dilución recomendada.

Ojos : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Piel : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Ingestión : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Inhalación : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Exposición crónica : No se conocen ni se esperan daños a la salud en condiciones normales de uso.

Experiencia con la exposición en seres humanos

Producto TAL COMO VENDIDO.

Contacto con los ojos : Enrojecimiento, Dolor, Corrosión

Contacto con la piel : Enrojecimiento, Dolor, Corrosión

Ingestión : Corrosión, Dolor abdominal

Inhalación : Irritación respiratoria, Tos

Producto a la dilución recomendada.

Contacto con los ojos : No existen síntomas conocidos o esperados.

Contacto con la piel : No existen síntomas conocidos o esperados.

Ingestión : No existen síntomas conocidos o esperados.

Inhalación : No existen síntomas conocidos o esperados.

Toxicidad

Producto TAL COMO VENDIDO.

Producto

Toxicidad Oral Aguda : Estimación de la toxicidad aguda : > 5.000 mg/kg

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Toxicidad aguda por inhalación	: Sin datos disponibles
Toxicidad dérmica aguda	: Sin datos disponibles
Corrosión/irritación cutáneas	: Sin datos disponibles
Lesiones oculares graves/irritación ocular	: Sin datos disponibles
Sensibilidad respiratoria o cutánea	: Sin datos disponibles
Carcinogenicidad	: Sin datos disponibles
Efectos en la reproducción	: Sin datos disponibles
Mutagenicidad de células geminales	: Sin datos disponibles
Teratogenicidad	: Sin datos disponibles
Toxicidad sistémica específica de órganos blanco - exposición única	: Sin datos disponibles
Toxicidad sistémica específica de órganos blanco - exposiciones repetidas	: Sin datos disponibles
Toxicidad por aspiración	: Sin datos disponibles

SECCIÓN 12. INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

Producto TAL COMO VENDIDO. Ecotoxicidad

Efectos Ambientales : Este producto no tiene efectos ecotoxicológicos conocidos.

Producto

Toxicidad para peces	: Sin datos disponibles
Toxicidad para la dafnia y otros invertebrados acuáticos	: Sin datos disponibles
Toxicidad para las algas	: Sin datos disponibles

Componentes

Toxicidad para peces : tetrasodio EDTA
96 h CL50 Pez: 121 mg/l

Persistencia y degradabilidad

Producto TAL COMO VENDIDO.

No se degrada fácilmente

Producto a la dilución recomendada.

No se degrada fácilmente

Potencial bioacumulativo

Sin datos disponibles

Movilidad en suelo

Sin datos disponibles

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

Otros efectos nocivos

Sin datos disponibles

SECCIÓN 13. INFORMACIÓN RELATIVA A LA ELIMINACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Producto TAL COMO VENDIDO.

Métodos de eliminación : Donde sea posible, es preferible el reciclaje en vez de la disposición o incineración. Si no se puede reciclar, elimínese conforme a la normativa local. Eliminación de los desechos en plantas aprobadas de eliminación de desechos.

Información relativa a la eliminación de los productos : Eliminar como producto no usado. Los contenedores vacíos se deberían llevar al reciclado local o a la eliminación de residuos. No reutilice los recipientes vacíos. Realice la disposición de acuerdo con las normativas locales, estatales y federales.

Producto a la dilución recomendada.

Métodos de eliminación : Se puede tirar el producto diluido por el desagüe sanitario.

Información relativa a la eliminación de los productos : Realice la disposición de acuerdo con las normativas locales, estatales y federales.

SECCIÓN 14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Producto TAL COMO VENDIDO.

El embarcador / consignatario / remitente es responsable de asegurar que el embalaje, el etiquetado y el marcado es de acuerdo con el modo seleccionado de transporte.

Transporte por carretera: en general es aplicable para el transporte en Colombia.

Mercancías sin peligro

Transporte aéreo (IATA)

Entrar en contacto con el área regulatoria para verificar elegibilidad para flete aéreo

Transporte marítimo (IMDG/IMO)

Mercancías sin peligro

SECCIÓN 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Colombia: Nuestra MSDS cumple con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Colombiana 4435 y por la Norma Técnica Colombiana 1692

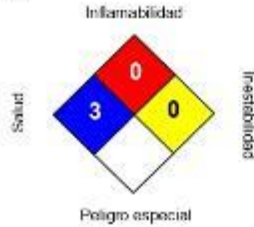
SECCIÓN 16. OTRA INFORMACIÓN INCLUIDAS LAS RELATIVAS A LA PREPARACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD

Producto TAL COMO VENDIDO.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

FERISOL RINSE

NFPA:



HMIS III:

SALUD	3
INFLAMABILIDAD	0
RIESGO FÍSICO	0

0 = no significativo, 1 = Ligero,
2 = Mediano, 3 = Alto
4 = Extreme, * = Crónico

Producto a la dilución recomendada.

NFPA:



HMIS III:

SALUD	0
INFLAMABILIDAD	0
RIESGO FÍSICO	0

0 = no significativo, 1 = Ligero,
2 = Mediano, 3 = Alto
4 = Extreme, * = Crónico

Fecha de emisión : 10.10.2016
 Versión : 1.0
 Preparado por : Regulatory Affairs

INFORMACIÓN REVISADA: Los cambios importantes introducidos en las normativas o la información sanitaria como parte de esta revisión se indican mediante una barra en el margen izquierdo de la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS).

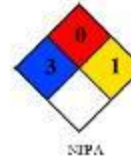
La información proporcionada en esta Ficha de Datos de Seguridad, es correcta en nuestro mejor entendimiento a la fecha de su publicación. La información suministrada, está concebida solamente como una guía para la seguridad en el manejo, uso, procesamiento, almacenamiento, transporte, eliminación y descarga, y no debe ser considerada como una garantía o especificación de calidad. La información se refiere únicamente al material especificado, y no puede ser válida para dicho en combinación con otros o en cualquier proceso, a menos que sea indicado en el texto.

- Hidróxido de Sodio.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **SODA CAUSTICA (EN ESCAMAS O PERLAS)**
 Fecha de Revisión: Febrero 2016. Revisión N°5



SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

PRODUCTO

Nombre Químico: HIDROXIDO DE SODIO, PELLETS - NaOH
Número CAS: 1310-73-2
Sinónimos: Soda cáustica en escamas o perlas.

COMPAÑÍA: GTM

Teléfonos de Emergencia

México : +52 55 5831 7905– SETIQ 01 800 00 214 00
 Guatemala: +502 6628 5858
 El Salvador: +503 2251 7700
 Honduras: +504 2564 5454
 Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
 Costa Rica: +506 2537 0010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
 Panamá: +507 512 6182 – Emergencias 9-1-1
 Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
 Perú: +511 614 65 00
 Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
 Argentina +54 115 031 1774
 Brasil: +55 21 3591-1868

SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Ingrediente (s) Peligroso (s)	% (p/p)	TLV-TWA	CAS No.
Hidróxido de Sodio	> 98	2 mg/m ³ (1.2 ppm)	1310-73-2

SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: Clase 8 Corrosivo
Clasificación NFPA: Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 1
Clasificación HMIS: Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Físico: 1

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación: Irritante severo. La inhalación de polvo fino causa irritación y quemadura de nariz, garganta y tracto respiratorio superior. Una severa exposición puede producir neumonía química.

Ingestión: Ocasiona quemaduras a la boca, garganta y estomago. Disminuye la presión sanguínea. Los efectos pueden aparecer luego de algunas horas de la exposición.

Contacto con los ojos: Causa irritación y severas quemaduras. El daño puede ser permanente.

Contacto con la piel: Causa irritación a la piel, manchas rojas y puede llegar a severas quemaduras dependiendo de la exposición.

Efectos Agudos: Fuertemente corrosivo a todos los tejidos del cuerpo con el que entre en contacto. El efecto local en la piel puede consistir en áreas múltiples de destrucción superficial hasta profundas ulceraciones de la piel, tejidos del sistema respiratorio y/o digestivo.

Efectos Crónicos: Los efectos crónicos en una exposición local pueden consistir en múltiples áreas de destrucción superficial de la piel o de algunas dermatitis primarias irritantes. Así mismo la exposición a polvo o niebla puede resultar en varios grados de irritación o daño al tracto respiratorio y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades respiratorias. Estos efectos crónicos ocurren solo cuando se exceden los límites máximos permisibles.

Nota Adicional: Repetida exposición puede causar dermatitis.

SECCION 4 : MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto Ocular: Lave bien los ojos inmediatamente al menos durante 15 minutos, manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado completo de la superficie del ojo. El lavado de los ojos durante los primeros segundos es esencial para asegurar una efectividad máxima como primer auxilio, pero luego debe acudir al médico.

Contacto Dérmico: Lave la piel inmediatamente con abundante agua y jabón por lo menos durante 15 minutos. Retire la ropa y zapatos contaminados. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Busque atención médica inmediata.

Inhalación: Trasladar a la víctima al aire fresco. Si la respiración es difícil, suministrar oxígeno por medio de una persona entrenada. Si la respiración se ha detenido, dar respiración artificial. Buscar atención médica inmediatamente.

Ingestión: ¡No induzca el vomito! Nunca administre nada por la boca, si la víctima está inconsciente. Suministrar abundante agua (si es posible, administre varios vasos de leche). Si el vomito ocurre espontáneamente, mantenga libres las vías respiratorias. Mantenga a la persona en descanso y con temperatura corporal normal. Buscar atención médica inmediata.

Nota para el Médico: Realizar endoscopia en todos los casos en que se sospeche ingestión. En casos de severa corrosión de esófago, traquea, etc., considere el uso terapéutico de dosis de esteroides., monitoree constantemente el balance acido-base, electrolitos. Se requiere administrar líquido.

SECCION 5 : MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

Peligro de incendio y/o explosión: Por si solo no presenta riesgo de incendio o explosión; caliente o fundido puede reaccionar violentamente con agua. Puede reaccionar con ciertos metales como el aluminio para generar gas hidrógeno inflamable.

Medio para Extinguir el Fuego: Si el fuego involucra el envase (fundas dobles de papel) utilice extintores de polvo químico seco (PQS) o de Dióxido de Carbono (CO₂). Use cualquier método adecuado para extinguir el fuego de los alrededores. Si es posible retire los envases expuestos al calor del fuego, y refrigérelos con lluvia muy fina de agua, pero evite lanzar agua directamente al producto, ya que generaría grandes cantidades de calor lo cual puede favorecer la combustión de otros materiales.

Información Especial: Los bomberos deben utilizar el traje completo de protección, equipo de respiración autónomo y traje aislante impermeable.

SECCION 6: MANEJO PARA FUGAS ACCIDENTALES

Aísle la zona. El personal de la brigada de emergencia debe contar con el equipo de protección nivel B. Recoja el material derramado en tambores vacíos y limpios (recuerde etiquetarlos); luego neutralice el material remanente con cualquier ácido inorgánico diluido. El área afectada debe ser lavada con abundante cantidad de agua. Prevenga la entrada de las aguas de lavado hacia vías navegables, alcantarillas o áreas confinadas, utilizando materiales absorbentes (arena o tierra seca). La disposición final de los residuos debe realizarse cumpliendo con lo dispuesto por la ordenanza ambiental local. Todas las herramientas y equipos usados deben ser descontaminados y guardados limpios para uso posterior.

SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Mantenga los recipientes herméticamente cerrados. Estibe las fundas o sacos, en arrumes de máximo tres metros de alto. No coloque los sacos o fundas directamente sobre pisos húmedos. Use ballets. Evite polvos contaminantes. Evite el daño físico a los empaques. Aísle las sustancias incompatibles. Almacene bajo techo, en lugar fresco, ventilado y con buen drenaje. No almacene este producto junto a materiales de rápida ignición. No mezcle con ácidos o materiales orgánicos. No almacene junto al aluminio o magnesio. Los sacos o fundas vacíos de este material pueden ser peligrosos por cuanto pueden tener residuos, además no deben ser limpiados para uso en otros propósitos temporales. Instale avisos de precaución donde informe los riesgos y la obligación de usar los equipos de protección personal. Se debe disponer de una ducha de emergencia y una estación lavavojos cerca al lugar de trabajo. Transporte en vehículos con plataforma cerrada. Siempre añada el hidróxido de sodio al agua, mientras agita, nunca lo contrario.

Nota Adicional: No comer, beber o fumar durante la manipulación de este producto.

Frases R: 35

Frases S: 1-2-26-37-39-45

SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

Ventilación: Se recomienda un sistema local para evacuar polvos que permita mantener el TLV bajo valores permisibles y a la vez controlar las emisiones contaminantes en la fuente misma, previniendo la dispersión general en el área de trabajo.

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Respirador personal: Hasta 10 veces el TLV, usar pantalla facial y respirador con filtros para polvos (NIOSH Tipo N95). Para casos emergentes en que el nivel de exposición es desconocido, usar el equipo de respiración autónomo. **Advertencia:** Los respiradores de cartuchos no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.

Protección de ojos: Utilice gafas plásticas de seguridad y en lugares con riesgo de salpicaduras de soluciones o presencia de niebla de polvo, usar mascarilla facial completa. Mantenga una ducha y una estación lavaojos en el sitio de trabajo.

Protección de la piel: Evite contacto con la piel. En condiciones normales de operación utilizar trajes completos de tela impermeable, incluyendo botas, chaqueta y casco protector. Para casos de emergencias utilice trajes de PVC, botas y guantes de caucho.

SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia u Color:	Pellets o flakes blancos deliquescentes
Punto de Fusión:	1390°C
Solubilidad en agua:	111 g/100g de agua
Densidad Relativa:	2.13
Calor de Solución:	Exotérmico
Peso Molecular:	105.9
pH (solución acuosa 0.5%):	13-14

SECCION 10 : ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento (temperatura, ambiente, presión atmosférica, hermeticidad de empaque). Es muy higroscópico, con poca humedad del aire reacciona con el dióxido de carbono del aire para formar carbonato de sodio.

Incompatibilidad: En contacto con ácidos (por Ej. Clorhídrico, sulfúrico, nítrico, etc), peróxidos orgánicos y compuestos orgánicos nitrado y halógenos especialmente el tricloroetileno, puede reaccionar violentamente. En contacto con materiales como el zinc, aluminio, magnesio o titanio forma gas hidrogeno inflamable. El hidróxido de sodio ataca al cuero y a la lana y en solución reacciona con azúcares formando monóxido de carbono.

Productos de descomposición peligrosos: Oxidos de sodio. La descomposición por reacción con ciertos metales puede formar gas hidrógeno inflamable.

Condiciones a evitar: Calor, humedad, factores contaminantes, fuentes de ignición y productos incompatibles.

Polimerización Peligrosa: Con acroleína y acrilonitrilo.

SECCION 11 : INFORMACION TOXICOLOGICA

Datos agudos o críticos: Muy corrosivo, causa severas quemaduras, puede causar daño permanente a los ojos.

Dérmica: El daño severo que puede causar, depende de la manera en que se produce el contacto, la cantidad de producto que entra en contacto con el tejido y la duración del contacto, resultando desde una suave irritación a una severa quemadura.

Oral: De las pruebas en investigaciones de laboratorio, se concluye que la exposición oral a corto plazo en animales ha producido daño corrosivo severo al esófago incluyendo tejidos finos circundantes. En algunos casos, se dio la muerte del animal. Los animales sobrevivientes presentaron restricciones en las funciones del esófago.

Irritación de los ojos: La aplicación de una solución de NaOH al 1% produce necrosis en $\frac{1}{4}$ del área afectada de la cornea según la prueba estándar de Draize con conejos.

Irritación de la piel: El uso de 0.5 ml de una solución al 30% de NaOH produjo necrosis severa en 6/6 de los conejos sobre 4 horas. La solución al 30% produjo necrosis ulcerativa severa. El uso de 500 mg en una prueba estándar de Draize con los conejos, produjo daño severo a la piel sobre las 24 horas.

SECCION 12 : INFORMACION ECOLOGICA

No se tienen datos significativos de impactos de calidad de aire o suelos. En masas de agua puede variar el pH y con ello afectar la vida acuática.

El Hidróxido de Sodio liberado a la atmósfera se degrada rápidamente por reacciones con otras sustancias químicas.

En el agua, el Hidróxido de Sodio se separa en cationes de sodio (átomos de sodio con una carga positiva) y el anión hidróxido (átomos de hidrógeno y oxígeno cargados negativamente), lo que disminuye la acidez del agua.

Si se libera al suelo, una parte del Hidróxido de Sodio se separará en cationes de sodio y aniones de hidrógeno cuando entre en contacto con la humedad del suelo. Otra parte formará carbonato de sodio que es una sal neutra.

Se estima que este producto no es bioacumulable. Este material es inorgánico y no está sujeto a biodegradación.

SECCION 13 : CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Método para Eliminación: En un recipiente adecuado, diluir con abundante agua y neutralizar con ácido clorhídrico muy diluido. Verter el producto resultante controlando el pH.

Clasificación: Producto corrosivo. (En función de la cantidad, concentración y forma de presentación del residuo).

SECCION 14 : INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

IMONo. ONU: 1823
Clase: 8
Grupo de Embalaje: II
Nombre: Hidróxido Sódico

SECCION 15 : INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000
Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441
Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. ST55-053-04
Costa Rica: Decreto Nº 28113-S
Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001
Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998
Ecuador: NTE INEN 2 266:200

SECCION 16 : INFORMACION ADICIONAL

Clasificación HMIS: (Aplicable para usuarios que manipulen directamente el producto)

HAZARD	HEALTH HAZARD	ENVIRONMENTAL HAZARD	HAZARD NUMBER
SAFETY	2	0	2-PELIGRO LEVE
FLAMMABILITY	2	0	2-PELIGRO MODERADO
REACTIVITY	2	0	2-PELIGRO SEVERO
TOXICITY	2	0	2-PELIGRO GRAVE

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Febrero 2016. Se actualizó la información en la sección No.1.

**ANEXO B.
RESULTADOS DIMENSIONAMIENTO LOOP TEST.**

Tabla 14 Peso del envase vacío y lleno, Dimensiones de altura y distancia hasta el claro de base en el Ciclo 0

Cavidad No.	Peso (g)	Peso de Llenado @ 56,3 mm	Altura (mm)	Claro de Base (mm)
1	106,14	2016,44	339,84	15,49
2	106	2015,46	339,74	15,67
3	105,94	2012,66	339,59	15,62
4	106,18	2015,80	339,60	15,51
5	106,14	2006,79	339,73	17,06
6	106,13	2018,27	340,21	15,68
7	106,11	2012,29	339,39	15,63
8	106,13	2010,83	339,40	15,64
9	106,36	2010,34	339,52	15,67
10	106,25	2011,58	339,23	15,68
11	106,31	2012,27	339,68	15,23
12	106,32	2011,51	339,44	15,64

Fuente: elaboración propia

Tabla 15 Peso del envase vacío y lleno, Dimensiones de altura y distancia hasta el claro de base en el Ciclo 25

Cavidad No.	Peso (g)	Peso de Llenado @ 56,3 mm	Capacidad de Llenado @ 56,3 mm (25,5°C)	Altura (mm)	Claro de Base (mm)
1	106,85	1969,30	1975,29	338,38	15,06
2	106,83	1985,90	1991,94	338,60	15,40
3	106,82	1982,73	1988,76	338,50	15,50
4	106,62	1982,87	1988,90	338,60	16
5	106,48	1980,89	1986,91	338,40	15,40
6	106,77	1983,95	1989,98	338,60	15,09
7	106,66	1981,06	1987,08	338,20	15,08
8	106,74	1982,02	1988,04	338,60	15,03
9	106,76	1983,67	1989,70	338,60	16
10	106,76	1983,53	1989,56	338,50	16
11	106,74	1980,53	1986,55	338,57	15,04
12	106,84	1980,50	1986,52	338,69	15,03

Tabla 16 Espesor de base en el ciclo 0

Cavidad No.	Espesor BASE 1 (mm)	Espesor BASE 2 (mm)	Espesor BASE 3 (mm)	Espesor BASE 4 (mm)	Espesor BASE 5 (mm)
1	4,03	3,89	2,73	2,31	1,10
2	3,91	3,78	2,53	2,29	1,17
3	3,99	3,78	2,50	2,31	1,19
4	3,94	3,69	2,47	2,23	1,18
5	3,40	3,57	2,58	2,29	1,19
6	3,94	3,81	2,43	2,29	1,21
7	3,92	3,61	2,43	2,28	1,17
8	3,96	3,88	2,65	2,28	1,20
9	3,97	3,82	2,44	2,29	1,20
10	3,93	3,78	2,66	2,29	1,19
11	3,92	3,36	2,68	2,33	1,20
12	3,90	3,66	2,51	2,30	1,21

Fuente: elaboración propia

Tabla 17 Espesor de base en el ciclo 25

Cavidad No.	Espesor BASE 1 (mm)	Espesor BASE 2 (mm)	Espesor BASE 3 (mm)	Espesor BASE 4 (mm)	Espesor BASE 5 (mm)
1	3,30	3,90	2,28	2,30	1,45
2	3,21	3,40	2,22	2,38	1,70
3	3,20	3,18	2,21	2,35	1,72
4	3,19	3,36	2,25	2,30	1,75
5	3,20	3,40	2,19	2,30	1,85
6	3,20	3,07	2,27	2,36	1,91
7	3,16	3,20	2,27	2,30	1,90
8	3,20	3,40	2,26	2,35	1,96
9	3,16	3,10	2,27	2,35	1,90
10	3,20	3,10	2,24	2,36	1,91
11	3,21	3,12	2,24	2,34	1,93
12	3,21	3,14	2,25	2,36	1,92

Fuente: elaboración propia

Tabla 18 Espesor de talón, cintura, panel y hombro en el ciclo 0

Cavidad No.	Espesor TALÓN (mm)	Espesor CINTURA (mm)	Espesor PANEL (mm)	Espesor HOMBRO (mm)
1	0,73	0,63	0,52	0,45
2	0,70	0,62	0,51	0,44
3	0,68	0,61	0,51	0,46
4	0,70	0,62	0,52	0,45
5	0,71	0,67	0,53	0,44
6	0,71	0,63	0,52	0,44
7	0,69	0,62	0,52	0,44
8	0,69	0,65	0,51	0,45
9	0,67	0,62	0,50	0,44
10	0,70	0,62	0,51	0,45
11	0,70	0,63	0,51	0,43
12	0,71	0,63	0,50	0,45

Fuente: elaboración propia

Tabla 19 Espesor de talón, cintura, panel y hombro en el ciclo 25

Cavidad No.	Espesor TALÓN (mm)	Espesor CINTURA (mm)	Espesor PANEL (mm)	Espesor HOMBRO (mm)
1	0,72	0,64	0,52	0,44
2	0,72	0,66	0,53	0,45
3	0,72	0,64	0,55	0,46
4	0,69	0,65	0,53	0,46
5	0,70	0,64	0,55	0,47
6	0,75	0,62	0,53	0,44
7	0,72	0,64	0,57	0,46
8	0,70	0,65	0,54	0,46
9	0,72	0,64	0,54	0,46
10	0,72	0,65	0,56	0,47
11	0,70	0,66	0,54	0,49
12	0,70	0,66	0,53	0,48

Fuente: elaboración propia

Tabla 20 Espesor de cuello en el ciclo 0

Cavidad No.	Espesor CUELLO 1 (mm)	Espesor CUELLO 2 (mm)	Espesor CUELLO 3 (mm)	Espesor CUELLO 4 (mm)	Espesor CUELLO 5 (mm)
1	0,85	0,63	0,53	0,46	0,44
2	0,86	0,60	0,50	0,46	0,44
3	0,84	0,58	0,51	0,45	0,45
4	0,86	0,62	0,49	0,45	0,45
5	0,84	0,60	0,53	0,49	0,44
6	0,88	0,63	0,52	0,49	0,45
7	0,88	0,59	0,53	0,48	0,45
8	0,87	0,59	0,50	0,49	0,45
9	0,88	0,61	0,53	0,49	0,45
10	0,88	0,61	0,54	0,50	0,45
11	0,88	0,61	0,52	0,48	0,45
12	0,86	0,60	0,51	0,46	0,46

Fuente: elaboración propia

Tabla 21 Espesor de cuello en el ciclo 25

Cavidad No.	Espesor CUELLO 1 (mm)	Espesor CUELLO 2 (mm)	Espesor CUELLO 3 (mm)	Espesor CUELLO 4 (mm)	Espesor CUELLO 5 (mm)
1	0,75	0,63	0,51	0,44	0,45
2	0,77	0,64	0,53	0,47	0,46
3	0,77	0,66	0,54	0,48	0,45
4	0,78	0,66	0,54	0,44	0,47
5	0,77	0,62	0,53	0,44	0,45
6	0,78	0,64	0,55	0,46	0,47
7	0,77	0,62	0,53	0,44	0,46
8	0,79	0,62	0,54	0,47	0,48
9	0,79	0,66	0,56	0,49	0,48
10	0,76	0,65	0,55	0,48	0,46
11	0,75	0,64	0,53	0,44	0,47
12	0,74	0,62	0,54	0,46	0,47

Fuente: elaboración propia

Tabla 22 Diámetro de la botella en el ciclo 0

Cavidad No.	Diámetro Cuello (mm)	Diámetro Hombro (mm)	Diámetro Panel (mm)	Diámetro Panel Bajo (mm)	Diámetro Talón (mm)
1	28,60	103,07	102,35	103,57	104,54
2	28,59	103,05	102,42	103,55	104,57
3	28,58	103,10	102,35	103,52	104,55
4	28,61	103,05	102,43	103,56	104,54
5	28,58	103,05	102,41	103,54	104,57
6	28,60	103,06	102,43	103,53	104,58
7	28,58	103,10	102,34	103,54	104,52
8	28,56	103,14	102,36	103,52	104,54
9	28,60	103,09	102,34	103,59	104,56
10	28,58	103,10	102,33	103,60	104,54
11	28,60	103,08	102,34	103,60	104,53
12	28,60	103,06	102,34	103,61	104,54


Fuente: elaboración propia

Tabla 23 Diámetro de la botella en el ciclo 25

Cavidad No.	Diámetro Cuello (mm)	Diámetro Hombro (mm)	Diámetro Panel (mm)	Diámetro Panel Bajo (mm)	Diámetro Talón (mm)
1	28,30	101,80	101,80	102,83	103,30
2	28,69	101,80	101,70	103,92	102,41
3	28,80	101,70	101,80	102,30	103,60
4	28,60	101,80	101,60	102,50	103,70
5	28,65	101,70	101,90	102,30	103,55
6	28,75	102,40	101,80	102,70	103,50
7	28,50	101,87	101,70	102,20	103,75
8	28,65	101,96	101,60	101,70	103,80
9	28,75	102,20	101,89	101,75	103,70
10	28,80	101,90	101,75	102,30	103,15
11	28,67	101,90	101,75	101,89	103,43
12	28,57	101,80	102,00	101,75	103,80

Fuente: elaboración propia

ANEXO C. COTIZACIÓN ADITIVOS

 NIT 830.039.854-3 GRANDES CONTRIBUYENTES	FORMATO DE COTIZACIÓN	M-GC-FO-008 Versión 5																																																																																																																																																																											
COTIZACION No: _____ Fecha Oferta: _____ Validez Oferta: _____		Cra. 60 No. 22- 75, Parque Industrial Frapel, Bodega 5/6/7 Tel: (1) 4142394 E-mail: ecolabcolombia@ecolab.com Bogotá, Colombia																																																																																																																																																																											
Razón Social: <u>Alejandra Gutierrez</u> Nit: <u>1072706293</u> Ciudad: _____ Nombre Contacto: <u>Alejandra Gutierrez</u> E-mail: <u>ag.alejandragutierrez7@gmail.com</u> Teléfono: <u>3 142994176</u> Celular: <u>3 142994176</u>	Gerente de Cuenta <u>Manuel Pita</u> Celular: <u>3 158 743 956</u> E-mail: <u>manuel.pita@ecolab.com</u> Cargo: <u>Account Manager</u>																																																																																																																																																																												
Agradecemos su cordial solicitud y nos complace presentar a su consideración la presente oferta, de acuerdo con la información acordada con Ustedes y conforme a nuestros términos y condiciones generales de venta. Esperamos que la propuesta cumpla con los requerimientos solicitados. Sin embargo, en caso de requerir cualquier información adicional, por favor no dude en contactarnos.																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 30%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 15%;">PRESENTACIÓN</th> <th style="width: 10%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 15%;">VALOR UNITARIO</th> <th style="width: 20%;">VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Polix Special</td> <td>Tambor x 300 Kg</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: right;">\$ 3 037 175.00</td> <td style="text-align: right;">\$ 3 037 175.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ferisol Rinse</td> <td>Tambor x 250 Kg</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: right;">\$ 4 338 872.52</td> <td style="text-align: right;">\$ 4 338 872.52</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">\$ -</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">SUB TOTAL</td> <td style="text-align: right;">\$ 7 376 048</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">DESCUENTOS</td> <td style="text-align: right;">\$ 0</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">SUB TOTAL NETO</td> <td style="text-align: right;">\$ 7 376 048</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">IVA</td> <td style="text-align: right;">\$ 1 401 449</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">RTE FUENTE</td> <td style="text-align: right;">\$ 184 401</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">SOBRE COSTO ENVIO</td> <td style="text-align: right;">\$ 0</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">TOTAL COTIZACIÓN</td> <td style="text-align: right;">\$ 8 593 095</td> </tr> </tbody> </table>						CÓDIGO	DESCRIPCION	PRESENTACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		Polix Special	Tambor x 300 Kg	1	\$ 3 037 175.00	\$ 3 037 175.00		Ferisol Rinse	Tambor x 250 Kg	1	\$ 4 338 872.52	\$ 4 338 872.52						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -						\$ -	SUB TOTAL					\$ 7 376 048	DESCUENTOS					\$ 0	SUB TOTAL NETO					\$ 7 376 048	IVA					\$ 1 401 449	RTE FUENTE					\$ 184 401	SOBRE COSTO ENVIO					\$ 0	TOTAL COTIZACIÓN					\$ 8 593 095
CÓDIGO	DESCRIPCION	PRESENTACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL																																																																																																																																																																								
	Polix Special	Tambor x 300 Kg	1	\$ 3 037 175.00	\$ 3 037 175.00																																																																																																																																																																								
	Ferisol Rinse	Tambor x 250 Kg	1	\$ 4 338 872.52	\$ 4 338 872.52																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
					\$ -																																																																																																																																																																								
SUB TOTAL					\$ 7 376 048																																																																																																																																																																								
DESCUENTOS					\$ 0																																																																																																																																																																								
SUB TOTAL NETO					\$ 7 376 048																																																																																																																																																																								
IVA					\$ 1 401 449																																																																																																																																																																								
RTE FUENTE					\$ 184 401																																																																																																																																																																								
SOBRE COSTO ENVIO					\$ 0																																																																																																																																																																								
TOTAL COTIZACIÓN					\$ 8 593 095																																																																																																																																																																								
Sus Ordenes de Compra serán recibidas via electrónica al correo ecolabcolombia@ecolab.com de Lunes a Viernes de 8:00 am. a 4:30 pm.																																																																																																																																																																													
Tiempos de entrega																																																																																																																																																																													
<ul style="list-style-type: none"> * Bogotá, Cajica y Sopo (2) Días hábiles después de recibida la orden de compra * Zona Sur y Centro (5) Días hábiles después de recibida la orden de compra * Costa Norte (6) Días hábiles después de recibida la orden de compra 																																																																																																																																																																													
*COTIZACION VALIDA PARA PAGO / CUENTAS BANCARIAS																																																																																																																																																																													
BANCOLOMBIA CITIBANK	Cuenta No. 21108588443 Cuenta No. 62840013	Cuenta de Ahorros Cuenta Corriente	ECOLAB COLOMBIA S.A. ECOLAB COLOMBIA S.A.																																																																																																																																																																										

ANEXO D. COTIZACIÓN HIDRÓXIDO DE SODIO

Colombia / Español
Compra rápida | Mis favoritos | Contáctenos

is now **MERCK**

Todo ▾

Bienvenido a
Mi cuenta [Salir](#) 2
Carrito ▾

[Productos](#) |
 [Servicios](#) |
 [Documentos](#) |
 [Responsabilidad](#) |
 [Asistencia técnica](#) |
 [Sobre nosotros](#) |
 [Sobre nuestras marcas](#)

Proceso

1 Carrito

2 Envío

3 Facturación

4 Enviar el pedido

[Guardar lista de compras](#) |
 [Carros lista de la compras](#) |
 [Compartir carrito](#) |
 [Imprimir el Carrito como PDF](#)
Paso Siguiente

Compra rápida

Añadir al carrito
①

¿Ha realizado algún cambio?
 Actualizar

Producto	Can/L/Env.	Envío/Disponibilidad	Precio	Cantidad	Total
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 5px;"> </div> <div> 1064621000 Supelco Sodio hidróxido Frasco, plástico </div> </div>	1 kg	En existencia Estimated delivery date to your location 1 en 05-jun-2019 Modificar la fecha de entrega	COP 92,000.00	<input style="width: 40px; text-align: center;" type="text" value="1"/> Actualizar Remar	COP 92,000.00