



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Propuesta de mejora en los procesos operativos de la planta de
tratamiento de la empresa SERTRASA OIL RECYCLING ubicada en
Sabana Grande.

AUTORES

- Br. Claudia Lucia Altamirano Chavarría.
Br. Gustavo Jose Miranda Miranda.
Br. Joselyn Sirani Castellón Meza.

TUTOR

- Ing. Freddy Fernando Boza Castro.

Managua, 27 de enero de 2020.

INDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pagina
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	6
IV. JUSTIFICACION	7
V. MARCO TEORICO	9
5.1 Norma técnica	9
5.2 Norma técnica NTON 05 032-10	9
5.3 Procesos	10
5.4 Manual de procedimientos	10
5.5 Bizagi Modeler	11
5.6 Minitab	11
5.7 Plan de mejora	12
5.8 Control estadístico interno de calidad	12
5.9 Variabilidad de un proceso	13
5.10 Herramientas de control de calidad	13
5.10.1 Diagrama de caja	13
5.10.2 Histograma	13
5.10.3 Distribución normal	14
5.10.4 Pruebas de normalidad	14
5.10.5 Serie de tiempo	14
5.10.6 Cartas de control	16
5.10.6.1 Grafica I.MR	16
5.10.7 Diagrama Causa-Efecto	17
5.11 Proceso inestable	17
5.12 Sustancias toxicas y peligrosas	17
5.12.1 Hidrocarburos	18
5.12.2 Aceites lubricantes usados	18
5.12.3 Sludge de bunker	19
5.12.4 Aguas oleosas	19
5.13 Tratamiento	19
5.14 Incineración	20
5.14.1 Materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos	20
5.14.2 Inertización de cenizas	20
5.15 Seguridad e Higiene Ocupacional	21
5.15.1 Componentes Fundamentales	21

Contenido	Pagina
VI. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS OPERATIVOS INTERNOS ACTUALES DENTRO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS	23
6.1 PRESENTACION DE LA EMPRESA	23
6.1.1 Mision	23
6.1.2 Vision	23
6.1.3 Organigrama funcional	24
6.2 Procesos operativos actuales internos de la planta de tratamientos	25
6.2.1 Proceso de incineración	27
6.2.2 Proceso de tratamiento de filtros usados	29
6.2.3 Proceso de pre tratamiento de lodos acuosos	31
6.2.4 Proceso de tratamiento de aguas oleosas	33
6.2.5 Proceso de tratamiento de aceites usados	36
VII. CAUSAS QUE HAN PRODUCIDO INESTABILIDAD EN LOS PROCESOS OPERATIVOS EXISTENTES	37
7.1 Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos	40
7.2 Proceso de incineración de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos	51
7.3 Proceso de despresurización de aerosoles	58
7.4 Proceso de corte de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos.	64
7.5 Proceso de deshidratación de lodos acuosos	69
7.6 Proceso de tratamiento de aguas oleosas	75
7.7 Producción de combustible alterno	81
VIII. PROCESOS OPERATIVOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	84
8.1 Producción de combustible alterno	85
8.2 Tratamiento de aguas oleosas	90
8.3 Pre tratamiento de lodos acuosos	95
8.4 Incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos.	98

Contenido	Pagina
8.5 Incineración de materiales metálicos con hidrocarburos	101
8.6 Corte de materiales metálicos con hidrocarburos.	104
8.7 Tratamiento de envases vacíos de aerosoles.	107
IX. PLAN DE ACCION	109
9.1 Ciclo PDCA.	109
9.1.1 Planificación	110
9.1.2 Hacer	110
9.1.3 Verificar.	111
9.1.4 Actuar	111
9.2 Plan de acción para procesos operativos en estudio.	112
9.2.1 Proceso de producción de combustible alternativo.	112
9.2.2 Tratamiento de aguas oleosas	113
9.2.3 Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos	114
9.2.4 Proceso de incineración de materiales metálicos con hidrocarburos.	115
9.2.5 Procesos estables	115
X. LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD	116
10.1 Objetivo	116
10. 2 Alcance	116
10.3 Responsabilidades	116
10.4 Disposiciones generales	116
10.5 Equipos de protección por área de trabajo	119
10.6 Manejo y usos de los Equipos de Protección Personal	120
10.7 Vida útil y porcentaje de costeo por mal uso del equipo de protección personal	122
XI. CONCLUSIONES	126
XII. RECOMENDACIONES	127
XIII. BIBLIOGRAFIA	128
XIV. ANEXOS	130

I. INTRODUCCION

La situación de los recursos y el medio ambiente es una preocupación que en los últimos años ha adquirido una importancia muy relevante en los ámbitos nacional. Cada día se manifiesta el interés de todos los sectores a nivel nacional, técnicos y profesionales en saber cuáles son las condiciones en que se encuentra el ambiente físico natural de Nicaragua y su relación con los niveles altos de contaminación y la sobreutilización de recursos naturales e hídricos, causando grandes efectos perjudiciales sobre la salud (especialmente la de la población de escasos recursos), y sobre el medio ambiente; que durante las últimas décadas se han hecho mejoras impresionantes a la hora de abordar los tipos de riesgo medioambiental en Nicaragua, centrando el análisis en las deficiencias relacionadas con el agua y el saneamiento, y la contaminación de los suelos y aire concernientes con el manejo de hidrocarburos y sus derivados.

La disposición inadecuada de productos y sustancias en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; fugas de materiales en contenedores subterráneos, tuberías y ductos, así como de alcantarillados y drenajes industriales o públicos; lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto; derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte y aplicación de sustancias químicas tóxicas en el suelo, instalaciones y edificaciones; y la descarga de aguas residuales que contienen sustancias químicas potencialmente tóxicas sin tratamiento previo, son algunas de las muchas causas que en los últimos años se han tenido controlando con la aplicación de medidas ambientales y legislativas por parte del consejo de emergencias ambientales en donde figuran como entes reguladores el MARENA, MEM, IPSA, INE, MITRAB, MINSA y alcaldías municipales.

Una simple mancha en el suelo puede provocar una contaminación acumulada en el tiempo y da como resultado extracción de una gran cantidad de metros cúbicos o aplicación de oxidante químico, según sea el caso, así como cien mililitros de hidrocarburos pueden contaminar diez mil litros de agua.

Actualmente existen leyes y normas técnicas nacionales cuyo fin es controlar la manipulación de los hidrocarburos y sus derivados (Desde la utilización y su disposición final) como la ley 227 sobre suministros de hidrocarburos, NTON 14-003-04 y el decreto No. 39-2011, las cuales son requisitos indispensables que tienen que cumplir todas aquellas empresas certificadas por los entes reguladores de acuerdo al sector de trabajo industrial.

Por lo tanto, todas las empresas deberían de tener un sistema de gestión ambiental que facilite la recuperación del medio de las actividades que realizan. El análisis en los procesos en las industrias ha sido indispensable para mejorar la eficiencia, condiciones laborales y desarrollo de cada uno de estos con el fin de incrementar las utilidades cumpliendo con el marco legal de los cuales se rigen sus operaciones.

SERTRASA OIL RECYCLING es la única empresa certificada a nivel nacional que trabaja de la mano con la conservación del medio ambiente ofreciendo distintos servicios para el tratamiento de desechos y residuos de hidrocarburos en sus diferentes formas.

Se ha venido incrementando los volúmenes de recepción de productos y desechos de los diferentes servicios que presta, a un nivel donde la oferta no cubre esta demanda, generando altos inventarios, cuellos de botellas, así como costo de oportunidad; y surge la necesidad de analizar, medir, mejorar y estandarizar los procesos para satisfacer a la demanda en incremento generándose sobre procesos, doble turnos, costos de operación, entre otros, basados en la metodología de la mejora continua con el fin de definir variantes de mejora, teniendo en cuenta el control de proceso, análisis e identificación de fallos, planes de acción correctivas y preventivas, llevar a cabo elaboración de controles técnicos estandarizados que se encarguen de ejecutar con éxito cada uno de los procesos a evaluar, y desarrollar manuales operativos dentro de la planta - entre otros beneficios - los cual formarán una estabilidad operativa necesaria en la planta para desarrollarse correctamente, apuntando hacia la visión de sus clientes que son industrias regidas con legislaciones ambientales para la protección del medio ambiente en Nicaragua.

II. ANTECEDENTES

SERTRASA es una empresa certificada por el Gobierno de Nicaragua para recolectar, tratar y disponer aceites lubricantes usados, lodos de bunker, aguas oleosas, materiales impactados con aceites de automotor, hilazas y filtros usados, entre otros. Cuenta con autorización del Gobierno, por medio de MARENA e INE para el manejo y tratamiento de aceites y materiales contaminados con derivados de hidrocarburos.

La Planta se encuentra ubicada 850 m al sur de la KOLA SHALLER, 150 m abajo, carretera Sabana Grande en Managua, Nicaragua. Inició sus operaciones en el año 1997 bajo la dirección del Lic. César Maximiliano Gándara Grijalva. SERTRASA contribuye con el medio ambiente dando soluciones integrales, abriendo nuevas alternativas de servicios y productos con excelentes resultados gracias a su personal calificado y la infraestructura de la misma.

La empresa ha desarrollado una variedad de servicios para la protección del medio ambiente relacionados al control de desechos y residuos provenientes de hidrocarburos. Además de su proceso de producción de combustible alterno a base de aceites reciclados y desechos de hidrocarburos; también se han especializado en el tratamiento de aguas oleosas, incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburo, incineración de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos, corte de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos, y tratamiento de lodos acuosos.

La caracterización de los productos se torna difícil debido al movimiento y al volumen de los mismos, sin embargo las prácticas que se realizan no han sido transformadas desde que se inició operaciones en la nueva planta que se instaló en el 2006, siendo así los análisis un atraso para los procesos al momento de tener descargas múltiples y diferentes presentaciones, estas pueden ser en cisternas de 2500,6000 galones, cubos de 250 galones, barriles de 35, 42, 55 galones o recipientes de dimensiones pequeñas como cubetas, bidones, etc.

Surge una necesidad para la empresa; para el cual no se toman todas las medidas necesarias para combatir el problema, que no solo disminuiría los niveles de inventarios, sino también actuará a favor de la misma para el aumento de la productividad y calidad de los procesos que son realizados cotidianamente dentro de la planta, así mismo lograr una estandarización buscando mayor eficiencia, a menor costo y tiempo. No existen documentos formales que demuestren una correcta ejecución ni medida de cada uno de los procesos operativos involucrados internamente dentro de la empresa.

III. OBJETIVOS

Objetivo General:

Elaborar una propuesta de mejora en los procesos operativos de la planta de tratamiento de la empresa SERTRASA OIL RECYCLING ubicada en Sabana Grande bajo el marco de la norma técnica nicaragüense para el tratamiento de aceites lubricantes usados.

Objetivos Específicos:

1. Describir los procesos operativos internos actuales dentro de la planta de tratamiento.
2. Determinar las causas que han producido inestabilidad en los procesos.
3. Establecer los procesos necesarios para los distintos tratamientos desarrollados en la planta.
4. Elaborar un plan de acción en la planta de tratamiento que incorpore los requerimientos de la norma NTON 05 032-10.
5. Crear lineamientos de seguridad en la ejecución de los procesos dentro de la planta de tratamientos Sabana Grande.

IV. JUSTIFICACION

SERTRASA es una empresa líder en el tratamiento de aceites lubricantes usados, slugde de bunker y materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos a nivel nacional, en donde la demanda por los servicios y productos que se realizan, cada vez aumentan más y adoptan más estrategias con el fin de garantizar el éxito. Con la necesidad de plantear alternativas de soluciones para el manejo adecuado de las materias primas, incidirán en la optimización de la misma, ya que mediante su identificación y análisis se podrán clasificar de manera acertada y establecer los procedimientos a seguir en cuanto a desperdicios en el tratamiento y movimientos de estos, requeridos para el logro de los objetivos en cada una de las áreas de tratamiento en beneficio de la empresa.

Este proyecto se llevará a cabo por las necesidades dentro de la planta de tratamiento, donde se presenta una situación en total descontrol en cuanto a la evaluación de la calidad en los productos o materia prima en recepción; sin procedimientos estandarizados óptimos en cada una de las áreas de tratamiento, que durante sus ejecuciones (Tratamientos de cada una de las materias primas entrantes a la planta hasta ser procesadas), se tenga la certeza que tendrán las especificaciones requeridas por el cliente en el pedido y los estándares de calidad solicitados por la empresa así como el cumplimiento con los lineamientos en la norma técnica NTON 05 032-10. Puesto que no se realizan muestreos en la recepción, ni supervisiones de control de calidad durante el proceso, así mismo como no existe procedimientos óptimos estandarizados por la empresa para los diferentes tratamientos, lo cual quiere decir que no hay ningún control como tal, que asegure un objetivo en específico, teniendo en cuenta que cada elemento será tratado debidamente.

El contenido del presente informe tiene una doble proyección. En primer lugar, presentar los resultados y conclusiones derivadas de la realización de un control estadístico interno de calidad de los procesos internos de la planta de tratamiento Sabana Grande de SERTRASA Oil Recycling. Un segundo aspecto, es el de contribuir en la mejora del desarrollo de los procesos presentando una propuesta de mejora.

Desde un punto de vista:

- Teórico, esta investigación proveerá mayores conocimientos sobre los procesos bajo investigación, y así desarrollar mayores medidas para combatir los diferentes problemas que se presentan.
- Metodológico, esta investigación estará fomentando la aplicación de un nuevo método de trabajo para generar conocimiento válido y confiable dentro de los procesos operativos internos dentro de la planta de tratamiento “Sabana Grande” como lo es el control estadístico interno, el desarrollo de manuales operativos y la estandarización de los mismos.

Sin embargo, esta investigación abrirá nuevas vías de bienestar para empresa al manejo de los diferentes productos y materiales recibidos dando una mayor confiabilidad para el manejo y tratamiento de estos, garantizado un producto final con calidad para los clientes y por ende para la misma empresa. Por lo tanto, generará beneficios indicados en el levantamiento de la productividad y optimización de la empresa mediante el seguimiento y evaluación de los procesos necesarios dentro de las áreas en estudio.

V. MARCO TEORICO

5.1 Norma técnica

En el diccionario especializado en línea de la Universidad de Alcalá, se define una norma técnica como:

“Un documento aprobado por un organismo reconocido que establece especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico, que hay que cumplir en determinados productos, procesos o servicios. Las normas resultan fundamentales para programar los procesos de producción. Se crean con el consenso de todas las partes interesadas e involucradas en una actividad (fabricantes, administración, consumidores, laboratorios, centros de investigación) Deben aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido”.
(http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/normas_tcnicas.html).

Por ende, una norma técnica de obligación es un documento realizado por diferentes entes reguladores, donde se reúnen todas las leyes de la legislación nicaragüense que rigen el manejo del producto, exponiendo todos los criterios que se deben de cumplir para la ejecución de las actividades de producción.

5.2 Norma técnica NTON 05 032-10

En esta norma se define como una norma técnica obligatoria nicaragüense en donde se establecen:

“los criterios técnicos y ambientales para la regulación y control de las actividades de generación, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, procesamiento, tratamiento, reúso y disposición final de los aceites

lubricantes usados derivados de los procesos industriales, comerciales y domésticos (vehículos particulares), así como los lodos derivados de su uso, con la finalidad de prevenir la contaminación del medio ambiente”.

5.3 Procesos

Según el diccionario de la Real Academia Española, un proceso es un “conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”.

En el sitio web sobre significado, un proceso se define como “un conjunto o encadenamiento de fenómenos, asociados al ser humano o a la naturaleza, que se desarrollan en un periodo de tiempo finito o infinito y cuyas fases sucesivas suelen conducir hacia un fin específico” (<http://www.significados.com/proceso/>).

Por otro lado, la definición más objetiva, es la que se encuentra en la norma ISO 9001, en donde define un proceso como un “conjunto de actividades relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (ISO 9001 (2015) — Requisitos para los Sistemas de Gestión de la Calidad).

Por ende, un proceso podría precisarse como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que, al interactuar juntas, simultánea o sucesivamente en los elementos de entrada los convierten en productos o resultados.

5.4 Manual de procedimientos

Este documento contiene los pasos a seguir para realizar una o más funciones, basado en la explicación que da Diamond Susan (1983):

“El manual de procedimientos es un medio escrito que sirve para registrar y dar información clara respecto a una actividad específica en una organización; coordina de forma ordenada las actividades a seguir para

lograr los objetivos específicos, mostrando claramente los lineamientos e instrucciones necesarios para la mejora del desempeño (pág. 14)”.

Para Rodríguez, Valencia, un manual de procedimientos es:

“Un recurso para ayudar a la orientación de los empleados en la ejecución de sus tareas. Es una gran ayuda para el personal que las instrucciones sean definidas, para aclarar funciones y responsabilidades, definir procedimientos, fijar políticas, proporcionar soluciones rápidas a los malentendidos y mostrar el modo en que puede contribuir el personal en el logro de los objetivos organizacionales, así como sus relaciones con otros empleados, (Pág.61)”.

Por ende, un manual de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya a los colaboradores y el quehacer cotidiano de las diferentes áreas de una empresa.

5.5 Bizagi Modeler

Bizagi Modeler es un ambiente que “permite a los expertos en negocios diseñar, documentar y evolucionar su modelo de proceso con total confianza” (<http://www.bizagi.com/es/productos>), es decir es una plataforma freeware con el fin de diagramar, documentar y simular procesos para realizar una buena gestión de procesos productivos que le permite a la industria ejecutar flujos de trabajos.

5.6 Minitab

Minitab es un programa en donde se pueden analizar procesos y generar datos estadísticos para comprender de mejor manera su comportamiento a lo largo de un periodo de tiempo de manera confiable. Es decir que es un software diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos.

5.7 Plan de mejora

“Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento, el rendimiento educativo en nuestro caso. Pueden ser de muchos tipos: organizativas, curriculares, etc.” definido en el sitio web de Educación Navarra (https://www.educacion.navarra.es/documents/57308/57761/Que%20es_un_plan_de_mejora.pdf/c300e8bc-1606-40c0-8a20-22ce1895bc04.)

Las medidas de mejora deben ser sistemáticas, no improvisadas ni aleatorias. Deben planificarse cuidadosamente, llevarse a la práctica y constatar sus efectos.

El plan de mejoras se constituye en objetivos del procedimiento que se desea llevar para una mejora continua, y, por tanto, en una de las principales fases a desarrollar dentro del mismo. La elaboración de este plan requiere de la ayuda y la implicación de todos los responsables de las diferentes tareas llevadas en la planta de tratamientos de la empresa.

Integrando decisiones estratégicas sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los procedimientos en estudio, para que sean traducidos en un mejor proceso percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctivas ante posibles contingencias no previstas.

5.8 Control estadístico interno de calidad.

Es un control en los procesos que permite verificar si cada una de las partes del proceso cumplen con determinadas exigencias y ayuda a cumplirlas

basado en una metodología que abarque una serie de teorías que se tomarán como referencia para el desarrollo de este proyecto investigativo con el fin de documentar, mejorar y estandarizar los procesos.

Según el contenido del Open Course Ware de la Universidad de Salamanca (2010-11), “definimos el ‘Control Estadístico de la Calidad’ como la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad ‘la aptitud del producto y/o servicio para su uso’”.

Adicionalmente exponen que “la aplicación de técnicas estadísticas al control está basada en el estudio y evaluación de la variabilidad existente en cualquier tipo de proceso” (Universidad de Salamanca, 2010-11).

5.9 Variabilidad de un proceso.

Cuando se fabrican dos productos de una misma referencia, éstos nunca serán idénticos entre si y existirán diferencias entre ellos. Estas variabilidades pueden ocasionar que se generen productos no conformes y que no cumplan con las especificaciones del mercado, por lo cual deben ser llevadas al mínimo posible para que se presente una variabilidad menor de la que los clientes están dispuestos a aceptar. (Gisbert Soler, 2017).

5.10 Herramientas de control de calidad

A continuación, se definirán las herramientas de control de calidad que se utilizarán en este estudio.

5.10.1 Diagrama de caja

Es una herramienta la cual especialmente útil para representar de manera gráfica la variabilidad de los datos de la muestra y además permite poder identificar los datos atípicos que podría haber en la muestra. El borde inferior es el primer cuartil que es donde tenemos acumulado el 25% de la muestra. El borde superior quiere decir el 3er cuartil acumulando el 75%. La mediana es el valor donde tenemos acumulado la mitad de los datos 50%.

5.10.2 Histograma

Es una gráfica de barras que representa la variabilidad de un proceso por medio de datos continuos que despliega la variabilidad dentro de un proceso y su distribución. Los patrones inusuales o sospechosos pueden indicar que un proceso necesita investigación para determinar su grado de estabilidad. Así mismo de manera empírica, observar si los datos del proceso siguen una distribución normal.

5.10.3 Distribución normal

En la sección de soporte del software Minitab, la distribución normal se define como *“una distribución con forma de campana donde las desviaciones estándar sucesivas con respecto a la media establecen valores de referencia para estimar el porcentaje de observaciones de los datos”* (<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/what-is-the-normal-distribution/>).

Es decir que la distribución de una variable normal está completamente determinada por su media y su desviación estándar. Es una distribución de la

probabilidad, en donde la gráfica tiene forma de campana simétrica y sirve para evaluar variables aleatorias que tendrán un comportamiento normal o aproximadamente normal en donde el 95% de los datos de la variable estarían cerca de su media estadística.

5.10.4 Pruebas de normalidad

Son pruebas que se utilizan para comprobar que los conjuntos de datos obtenidos de las observaciones diarias de los procesos siguen una distribución de probabilidad continua, específicamente una distribución normal y trabajan con hipótesis y estadísticos de prueba.

En el sitio de soporte de Minitab nos explica que:

“Los resultados de la prueba indican si usted debe rechazar o no puede rechazar la hipótesis nula de que los datos provienen de una población distribuida normalmente. Puede realizar una prueba de normalidad y producir una gráfica de probabilidad normal en el mismo análisis. La prueba de normalidad y la gráfica de probabilidad suelen ser las mejores herramientas para evaluar la normalidad”

(<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/test-for-normality/>).

También que:

“Las pruebas de Anderson-Darling y Kolmogorov-Smirnov se basan en la función de distribución empírica. La prueba de Shapiro-Wilk se basa en regresión y correlación. Las tres pruebas tienden a ser adecuadas para identificar una distribución no normal cuando la distribución es asimétrica. Las tres pruebas distinguen menos cuando la distribución subyacente es una distribución t y la no normalidad se debe a la curtosis. Por lo general, entre las pruebas que se basan en la función de distribución empírica, la prueba de Anderson-Darling tiende a ser más efectiva para detectar desviaciones en las colas de la distribución. Generalmente, si la desviación de la normalidad en

las colas es el problema principal, muchos profesionales de la estadística usarían una prueba de Anderson-Darling como primera opción”.

5.10.5 Serie de tiempo.

Una serie de tiempo está dado por un conjunto de observaciones que están ordenadas en el tiempo, y que estas pueden representar el cambio de una variable a lo largo de ese período. Son de mucha ayuda para obtener conocimientos de su patrón de comportamiento, para así poder prever su evolución en el futuro cercano, suponiendo por supuesto que las condiciones no variarán significativamente. Los pronósticos que se puedan realizar en base al análisis de este tipo de datos servirán para el desarrollo de nuevos planes.

5.10.6 Cartas de control

Son la herramienta más poderosa para analizar la variación en la mayoría de los procesos basadas en la metodología de seis sigmas y enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes.

Minitab las define como:

“Las gráficas de control de variables grafican datos de procesos de medición continua, tales como longitud o presión, en una secuencia ordenada por tiempo. En contraste, las gráficas de control de atributos grafican datos de conteo, tales como el número de defectos o unidades defectuosas. Las gráficas de control de variables, las gráficas de variables, como todas las gráficas de control, ayudan a identificar las causas de variación que se deben investigar, de manera que usted pueda ajustar su proceso sin controlarlo exageradamente” (<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting->

[topics/understanding-variables-control-charts/variables-control-charts-in-minitab/](https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/how-to/variables-charts-for-individuals/i-mr-chart/before-you-start/overview/)).

5.10.6.1 Grafica I-MR

Ya que solo se obtiene un dato u observación por cada día productivo, se utilizará este tipo de cartas de control estadísticas. En el sitio de soporte de Minitab se establece que estas graficas se utilizan para:

“Monitorear la media y la variación del proceso cuando tenga datos continuos que sean observaciones individuales que no están en subgrupos. Utilice esta gráfica de control para monitorear la estabilidad del proceso en el tiempo, de manera que pueda identificar y corregir las inestabilidades en un proceso”
(<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/how-to/variables-charts-for-individuals/i-mr-chart/before-you-start/overview/>)

5.10.7 Diagrama Causa-Efecto

Es una de las herramientas esenciales para la gestión de la calidad que permite determinar un conjunto de causas probables que delimitan el campo de actuación o revisión para comprender los orígenes del aspecto estudiado.

5.10.8 Diagrama de Pareto

Es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores con el objetivo de identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome, se aplique dónde produzca un mayor beneficio al catalogar los factores por orden de importancia facilitando una correcta toma de decisiones bajo la regla 80-20.

5.11 Proceso inestable

Se trata de un proceso cuya gráfica en una carta de control presenta uno o varios puntos fuera de los límites o si los puntos no siguen un patrón definido después de que un proceso ha sido sometido a un control estadístico de calidad, en donde se debe de analizar minuciosamente las razones de esta variabilidad.

5.12 Sustancias tóxicas y peligrosas

La NTON 05 032-10 define los residuos peligrosos como:

“Aquellos residuos que, en cualquier estado físico, contengan cantidades significativas de sustancias que pueden presentar peligro para la vida y salud de los organismos vivos cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente debido a su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes, cancerígenas o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de vida, los recursos ambientales o el equilibrio ecológico”.

5.12.1 Hidrocarburos

Son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno.

5.12.2 Aceites lubricantes usados.

Según la NTON 05 032-10 el aceite lubricante es un *“producto derivado del petróleo o sintéticos que tienen la propiedad principal de reducir la fricción y el desgaste entre las partes metálicas en movimiento, por el contacto entre ellas”*. Por lo tanto, define un aceite lubricante usado como *“Cualquier aceite lubricante que ya se ha utilizado y como resultado de tal uso, se contaminó con impurezas químicas o físicas, volviéndose inadecuado para el uso asignado inicialmente”* además de adquirir metales pesados por los procesos donde fueron utilizados.

Así mismo en esta norma se define que los derivados de hidrocarburos son compuestos orgánicos puros o mezclados que se obtienen del procesamiento del petróleo o mezclas de los mismos por cualquier medio o proceso químico que comprende, pero no está limitado a los siguientes:

- Aceites lubricantes ordinarios refinados o purificados
- Asfaltos, carbón de petróleo y otros residuos.
- Benceno, benzol o bencina.
- Bunker para motores de combustión o para calderas.
- Gases comerciales de butano, etano, metano, propano y otros similares o mezcla de estos gases.
- Gasolinas o naftas.
- Gasóleo o aceite diésel.
- Kerosén y aceites similares para combustión.
- Turbo fuel o combustible para motores a propulsión.

5.12.3 Sludge de bunker.

También conocidos como lodos derivados de los procesos industriales y comerciales del petróleo. La NTON 05 032-10 los define como *“Residuos provenientes de los procesos industriales de las refinerías, plantas termoeléctricas, trampas de grasa de las estaciones de servicio y de otras actividades que generen este tipo de desecho”*.

5.12.4 Aguas oleosas

Son aguas que han sido contaminadas con hidrocarburos, aguas que son inyectadas en pozos de perforación para desplazar el aceite lubricante o que se utilizan como lubricante en procesos de mecanizado, utilizado para reducir el desgaste de las piezas metálicas y de enjuague en procesos galvánicos y de tratamiento de superficies.

Según la norma NTON 05 032-10 no pueden verterse:

“Sobre el suelo, cuerpos de aguas superficiales, aguas subterráneas, mar territorial, sistemas de alcantarillado público y privado, sistema de drenaje de aguas pluviales y sistemas de evacuación y/o sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, áreas protegidas, lechos de ríos o quebradas aun estando estos sin escorrentía superficial, cauces naturales y de evacuación de aguas pluviales construidos por las municipalidades u otros.

5.13 Tratamiento

En la NTON 05 032-10 se entiende que *“para fines de la presente norma se entiende por tratamiento al proceso cuya finalidad es reducir o anular la*

toxicidad y demás características peligrosas del aceite lubricante usado". Es decir, todo proceso que esté diseñado para la reducción del impacto ambiental de estos elementos altamente tóxico para el medio ambiente.

5.14 Incineración

Es la combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas, usadas en el tratamiento de basuras: residuos sólidos urbanos, industriales peligrosos y hospitalarios, entre otros. Tratamiento de basuras a altas temperaturas llamados "tratamiento térmico".

La NTON 05 032-10 define la incineración como *"el procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante oxidación química en exceso de oxígeno"*. La incineración utiliza altas temperaturas, una atmósfera oxidante y en ocasiones agitación para destruir los residuos. Este proceso es utilizado para el tratamiento de residuos sólidos urbanos, residuos industriales peligrosos en la planta de tratamiento de SERTRASA. Los productos finales son básicamente gases de combustión y cenizas (residuos no combustibles).

5.14.1 Materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos.

Son residuos sólidos peligrosos como envases de lubricantes y de solventes y filtros usados, mangueras hidráulicas, textiles y materiales absorbentes contaminados; lodos provenientes de los sistemas de tratamiento y de la limpieza de tanques de almacenamiento de aceite usado.

5.14.2 Inertización de cenizas.

Las cenizas obtenidas del Incinerador, son inertizadas con cemento, tal y como lo dispone la Autorización para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de Residuos peligrosos MTDRP No. 018-2011. Inertización con cemento. La inertización por cemento es la mezcla de las cenizas en

conjunto con piedrín, arena, agua y cemento. Este tipo de inertización se adapta mejor a residuos inorgánicos especialmente aquellos que contienen metales pesados. Como resultado del elevado pH del cemento (en su formación se genera hidróxido de calcio) los metales son retenidos como hidróxidos insolubles o carbonatos en la estructura endurecida.

5.15 Seguridad e Higiene Ocupacional

Es uno de los aspectos importantes que se deben de tenerse en cuenta en el desarrollo del tiempo laboral de la planta y es imprescindible para mejorar las condiciones de trabajo. Debe de tener un gran interés por parte de los como de los mandos responsables de las empresas ya que de ellos se exige lograr la máxima productividad sin que ello ponga en peligro vidas humanas o pérdidas en materiales y equipos.

5.15.1 Componentes Fundamentales.

Se creó esta sección para aquellos términos que se definieron en base a las teorías mencionadas para fundamentar de carácter in situ el proyecto de estudio. Además, la importancia que presentan los indicadores involucrados en los procedimientos de la planta de tratamiento, con el objetivo de clarificar al lector las mediciones del cuerpo de la tesis.

- ✓ Higiene Industrial: “Es una técnica no médica dedicada a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores ambientales o tensiones emanadas (ruido, iluminación, temperatura, contaminantes químicos y contaminantes biológicos) o provocadas por el lugar de trabajo que pueden ocasionar enfermedades o alteración de la salud de los trabajadores.” LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO LEY No. 618, Aprobada el 19 de abril del 2007 Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007.

- ✓ Seguridad del Trabajo: “Es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como objetivo principal la prevención y protección contra los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.”
LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO LEY No. 618, Aprobada el 19 de abril del 2007 Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007.

VI. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS OPERATIVOS INTERNOS ACTUALES DENTRO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS

6.1 PRESENTACION DE LA EMPRESA

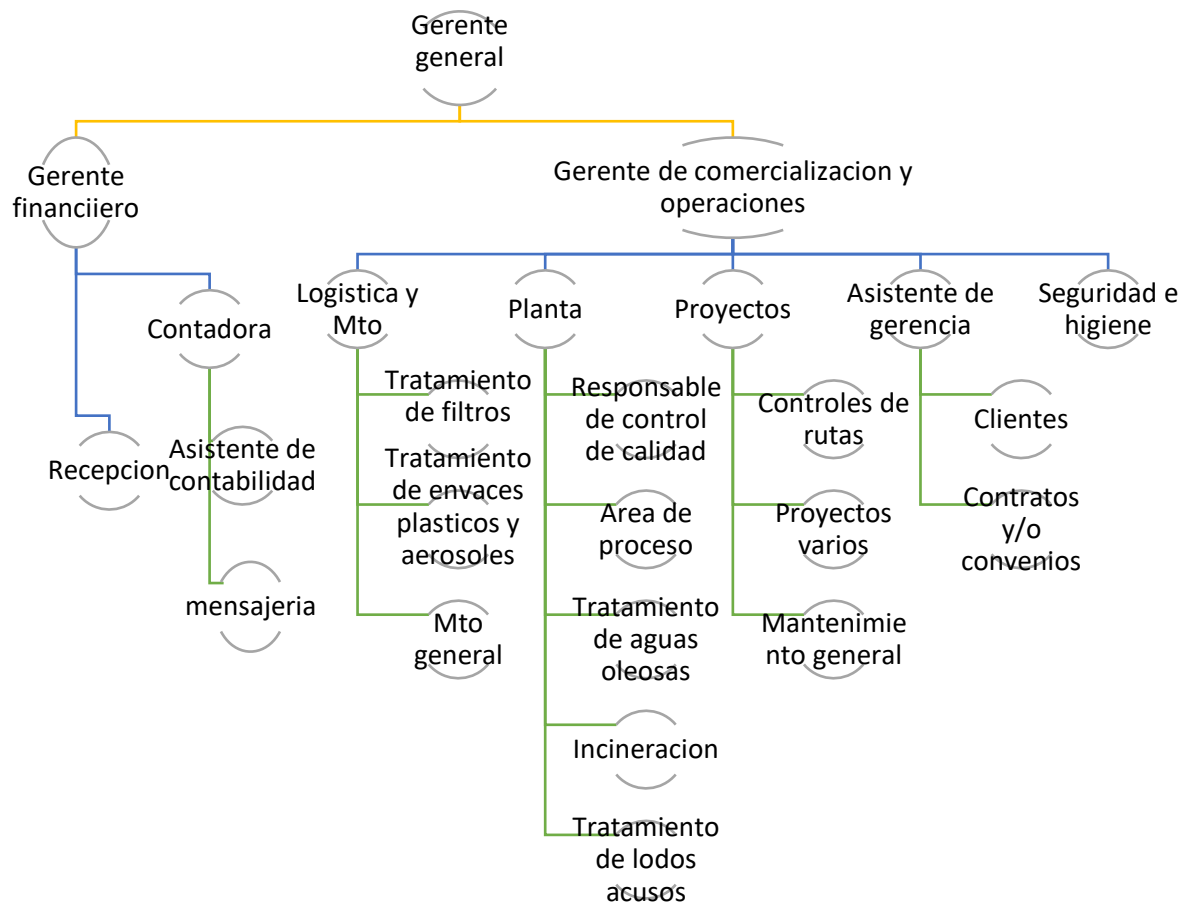
6.1.1 Misión

Ofrecer una gama de servicios alternativos en manejo de residuos de hidrocarburos involucrando empresas certificadas, pymes y personas naturales generadores de desechos; evitando la contaminación ambiental cumpliendo los procedimientos adecuados a disposición final.

6.1.2 Visión.

Ser una empresa precursora de alternativas en los manejos de los desechos de hidrocarburos con presencia nacional e internacional, mediante una infraestructura, equipos, personal debidamente capacitados y procesos diseñados; apoyados de políticas certificadas por MARENA, MEM, INE, DGTA, MTI, MINSA, y alcaldías municipales, impulsándonos a un mejoramiento continuo para alcanzar las normas más exigentes de calidad que favorezcan al medio ambiente y la satisfacción de los requerimientos de nuestros clientes.

6.1.3 Organigrama funcional.



6.2 Procesos operativos actuales internos de la planta de tratamientos

La siguiente información sobre los procesos ha sido brindada por la empresa en estudio y se presenta sin modificaciones. SERTRASA, es una empresa certificada por el Gobierno de Nicaragua para recolectar, tratar y disponer aceites usados, lodos de bunker, aguas oleosas, envases impactados con aceites de automotor, hilazas y filtros usados y todo desecho o residuo con hidrocarburos contribuyendo con el medio ambiente dando soluciones integrales.

Estos tipos de desechos y residuos son recolectados de empresas industriales como estaciones de servicios, refinerías, gasolineras, mineras, y todas aquellas empresas certificadas a nivel nacional, que generan residuos industriales (Como estaciones UNO, PUMA, HEMCO, GRUPO SANTA FE, GRUPO Q, CARGILL, DRAXMAIER, etc) quienes tienen un compromiso con el medio ambiente de carácter legal y social; así como también algunas pequeñas y medianas empresas que se comprometen quizás no legal en cuanto a estar actualmente certificadas, pero integralmente con su cuerpo laboral y el medio ambiente

Los camiones destinados para tal fin tienen una programación por ruta para recolectar, SERTRASA hace un recorrido por los puntos de interés. Cada unidad es examinada con anticipación para velar por el buen funcionamiento del vehículo, haciendo una programación para cada unidad y que las mismas sean llevadas a mantenimiento cuando sea necesario.

En la empresa se utilizan cuatro tipos de equipos para la recolección de los residuos, estos equipos son de carga trasera y forma de carga manual; y son trasladados a la planta de tratamientos Sabana Grande.

El proceso de producción de combustible alternativo consiste en reciclar los aceites lubricantes usados con el fin de poder utilizar su poder calorífico en

combustión dentro de calderas de altas temperaturas y producir un aceite de segunda mano bajo los requerimientos de los clientes, dentro de los cuales se encuentra CEMEX e INCASA.

Para dar disposición final a las aguas contaminadas con hidrocarburos, se hace un proceso de remediación por medio de filtración y control. Una vez que el agua presenta los parámetros permisibles, el agua es enviada a la empresa EPC en donde se utiliza para sus tratamientos internos; esta misma disposición final se da a las tierras y lodos acuosos pre tratados en la planta de SERTRASA.

Los procesos que generan residuos metálicos, como el proceso de incineración, corte de filtros y mangueras hidráulicas y despresurización de aerosoles, dan disposición final a sus residuos mediante el reciclaje en charraterías.

El incinerador es un sistema cerrado por donde no hay emanaciones de gases que puedan contaminar el entorno en el cual se queman los residuos a una temperatura comprendida entre 600°C y 700°C. El residuo (Las cenizas y escorias) que queda de la combustión se recoge por la parte inferior del recipiente, mientras que los gases generados son conducidos a una chimenea de donde salen hacia el exterior y se colocará un filtro con carbón activado para evitar contaminación de aire. De aquí salen los gases y a baja temperatura hacia la atmósfera por la chimenea y las cenizas solidas que se han formado, son almacenadas temporalmente para luego proceder a la disposición final de las mismas.

6.2.1 Proceso de incineración

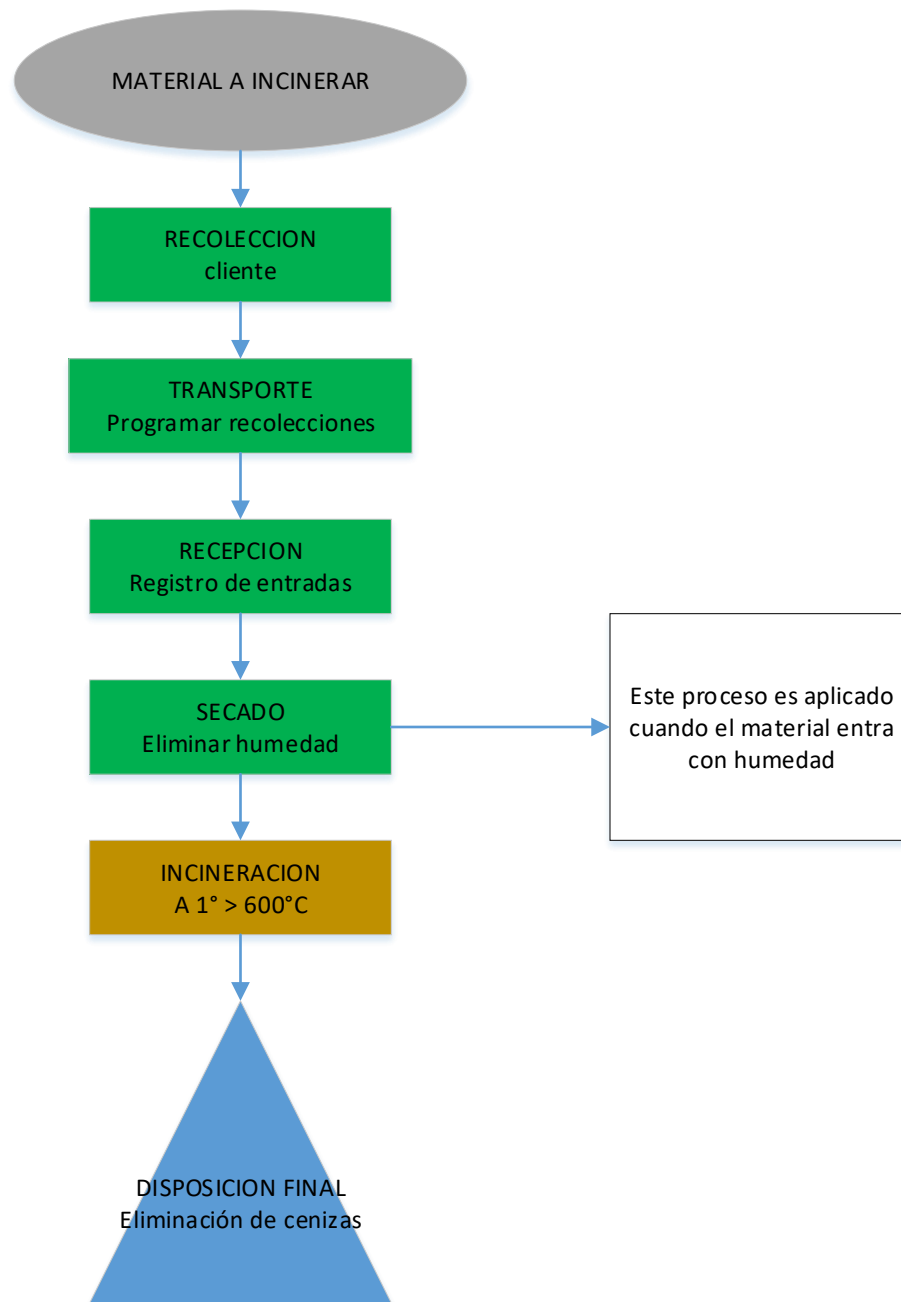


Diagrama 1. Proceso de incineración

1. Recolección

Los clientes acopian el material a incinerar e informan a la empresa con anticipación; para que el camión recolector pase a retirar el material.

2. Transporte

Los camiones destinados para tal fin tienen una programación por ruta para recolectar el material, SERTRASA hace su recorrido por los puntos de interés.

Cada unidad es examinada con anticipación para velar por el buen funcionamiento del vehículo, haciendo una programación para cada unidad y que las mismas sean llevadas a mantenimiento cuando sea necesario. En la empresa se utilizan cuatro tipos de equipos para la recolección de los residuos, estos equipos son de carga trasera y forma de carga manual.

3. Recepción

El material es recibido en el plantel y es ubicado en la zona dispuesta para la operación, aquí se llenan formatos de entrada del material con descripciones exactas de cantidades de producto que se recepcionó.

4. Secado

Se seleccionan las cantidades y el tipo de material por cada lote que será incinerado. Esto se hace con el fin de mezclar los diferentes tipos de materiales a incinerar con el fin de agilizar el proceso de incinerado.

5. Incineración

El material seco será trasladado hacia el incinerador, esto hará por cada 50 libras de material, en donde se quema hasta eliminarse completamente. El incinerador es un sistema cerrado por donde no hay emanaciones de gases que puedan contaminar el entorno en el cual se queman los residuos a una temperatura comprendida entre los 600°C y 700°C. De aquí salen los gases a baja temperatura hacia la atmosfera por la chimenea y las cenizas solidas que se han formado.

6. Disposición final

Las cenizas generadas en el proceso de incineración son neutralizadas con cemento y utilizadas en construcciones dentro de planta SERTRASA, tal y como lo dispone la autorización No. 018-2011 brindada por MARENA.

6.2.2 Proceso de tratamiento de filtros usados

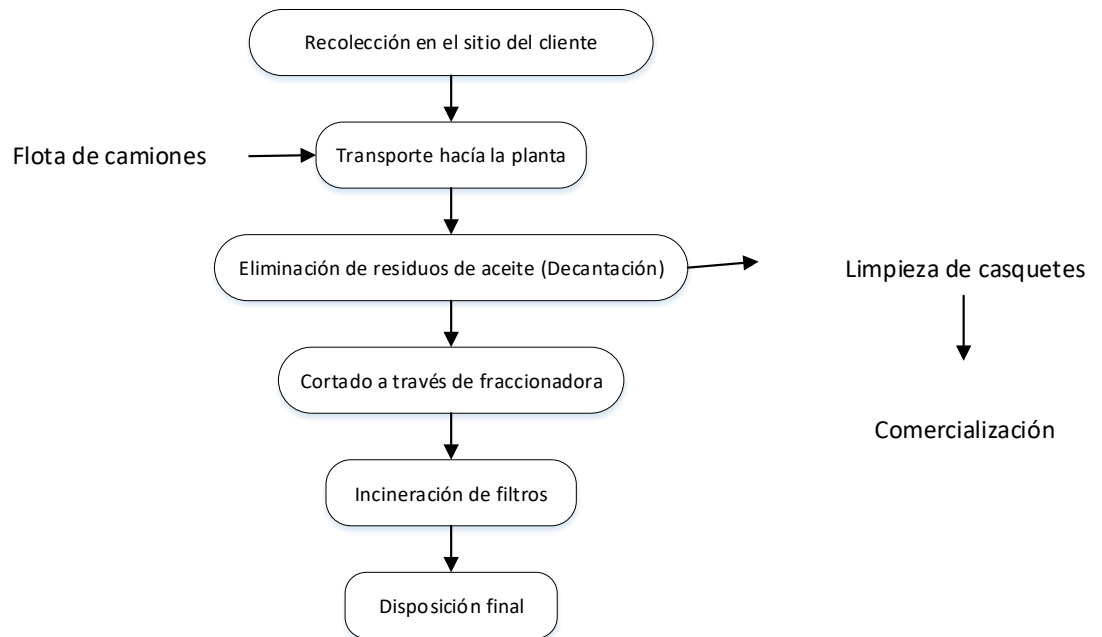


Diagrama 2. Proceso de corte de filtros

1. Recolección en el sitio del cliente

Los clientes acopian el material a incinerar e informan a la empresa con anticipación; para que el camión recolector pase a retirar el material.

2. Transporte hacia la planta

Los camiones destinados para tal fin tienen una programación por ruta para recolectar el material, SERTRASA hace su recorrido por los puntos de interés.

Cada unidad es examinada con anticipación para velar por el buen funcionamiento del vehículo, haciendo una programación para cada unidad y que las mismas sean llevadas a mantenimiento cuando sea necesario. En la empresa se utilizan cuatro tipos de equipos para la recolección de los residuos, estos equipos son de carga trasera y forma de carga manual.

3. Eliminación de residuos con aceite

Los filtros ya en la zona de operación son clasificados por un operario según el tamaño y luego se procede con la siguiente operación: Se colocan los envases en pilas de recolección (Canoas) con el fin de que estos permitan el drenado del aceite remanente.

4. Cortado a través de fraccionadora

El filtro es cortado con una maquina cortadora Superteck a determinado nivel para retirar del mismo, los elementos que no son necesarios, solamente dejar el casco metálico.

5. Incineración de filtros

El material filtrante pasa al proceso de incineración.

6. Disposición final

Los cascos metálicos del filtro descontaminados se entregan o son vendidos a empresas recolectoras de chatarra para que sean nuevamente reciclados.

6.2.3 Proceso de pre tratamiento de lodos acuosos

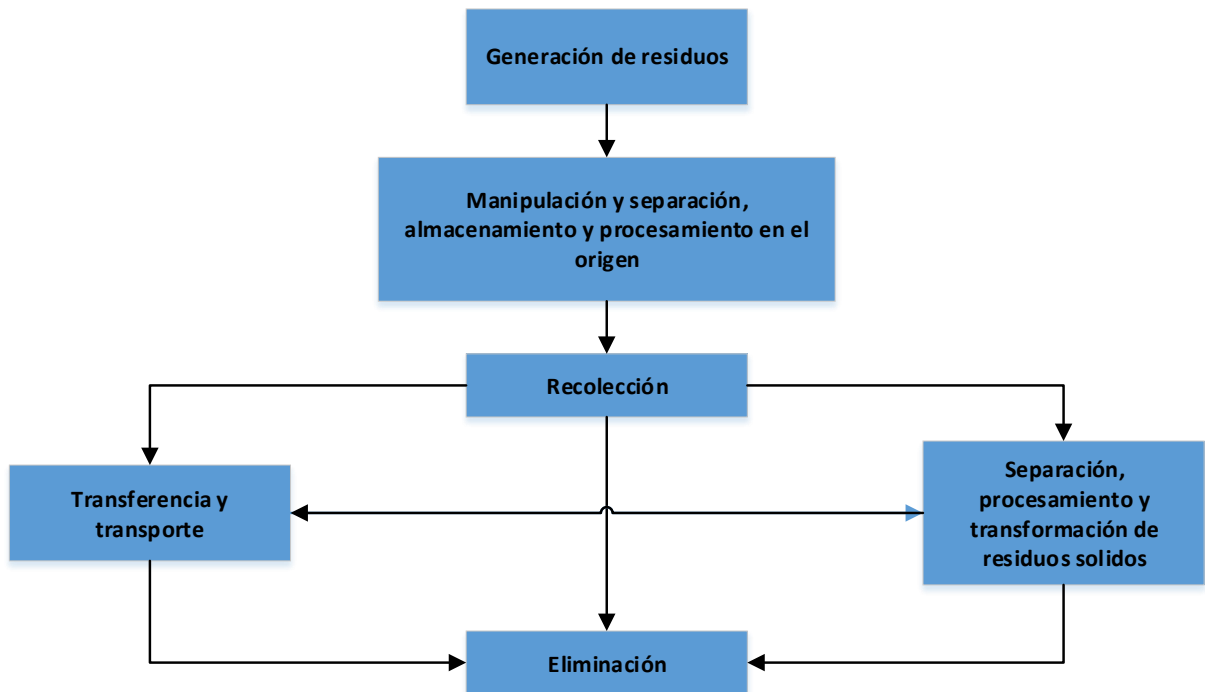


Diagrama 3. Proceso de pre tratamiento de lodos acuosos

1. Generación de residuos

En esta etapa del ciclo de vida corresponde a la cantidad generada de lodos acuosos en el sitio donde se está realizando la limpieza de trampas o tanques,

2. Manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en el origen

Para esta etapa solamente serán manipulados los lodos por los operarios de SERTRASA quienes cuentan con la experiencia requerida y equipos de protección reglamentario, los lodos serán dispuestos en contenedores herméticos (Barriles con capacidad de 55 galones).

3. Recolección

Luego que los lodos son almacenados temporalmente, son recolectados y transportados hacia la planta SERTRASA. Para transportar los lodos del sitio de generación, se llevará documentación de orden de recepción de producto.

4. Separación, procesamiento y transformación de residuos solidos

En esta fase los residuos una vez trasladados a la planta, son depositados en celdas de deshidratación, donde son secados de forma natural mediante la acción de la luz solar. Son removidos cada dos días o más, según el porcentaje de humedad que poseen los lodos, a la vez que se separan de impurezas y materiales solidos presentes en ellos. Una vez deshidratados y que estos han alcanzado su nivel permisible de humedad de tratamiento son enviados a EPC-Plaza San Benito utilizando los mismos equipos de transporte, donde se les termina el proceso de descontaminación mediante la utilización de bacterias remediadoras.

5. Eliminación

La disposición final está a cargo de EPC una vez que se determina que el sueño está apto para disponerse. Como residuos resultantes del proceso, se obtiene un material solido que a veces está mezclado con lodo, el cual una vez separado será tratado como material incinerable. El lixiviado del proceso, es captado en trampas y posteriormente incorporado en el proceso de tratamiento de aguas oleosas.

6.2.4 Proceso de tratamiento de aguas oleosas

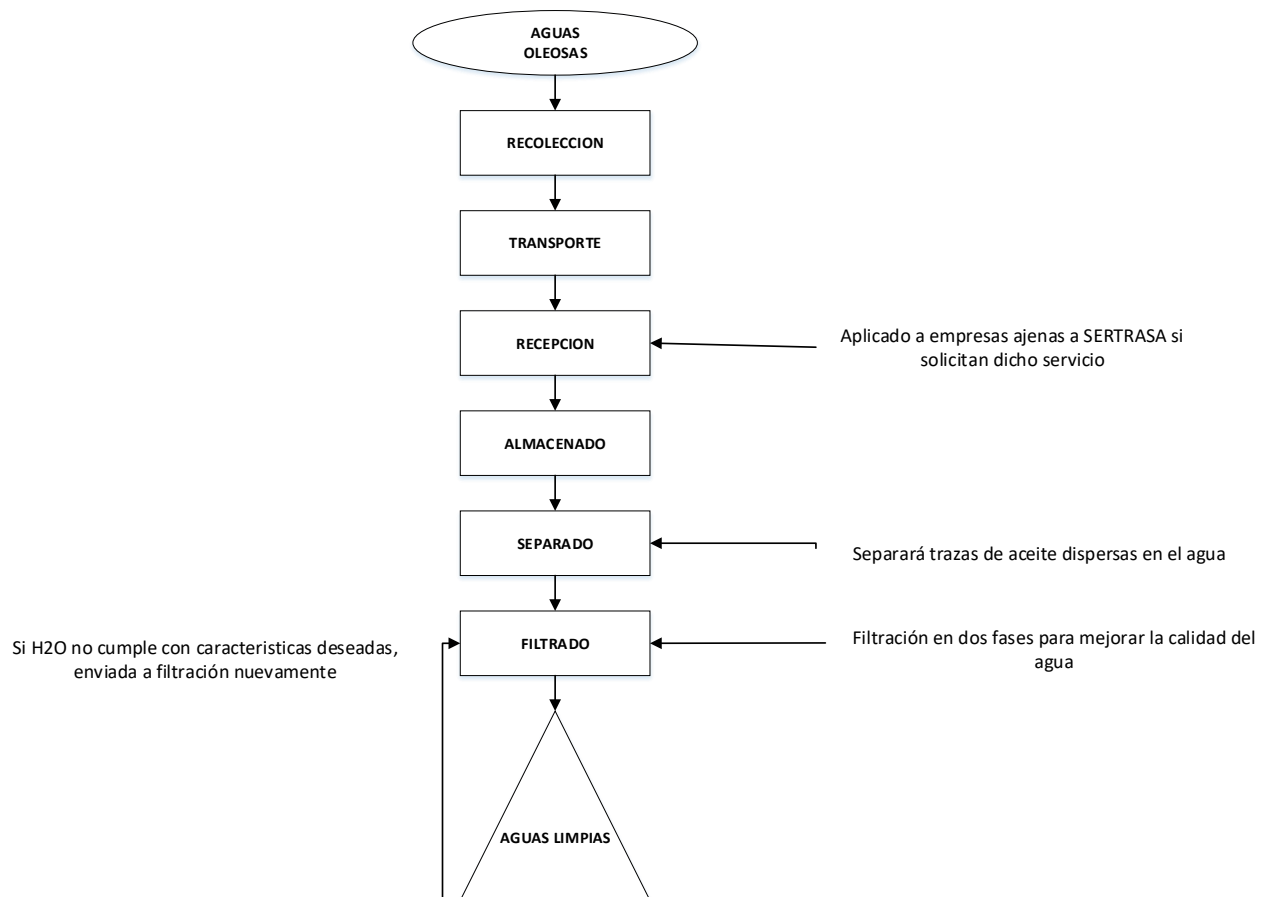


Diagrama 4. Proceso de tratamiento de aguas oleosas

1. Recolección

Los clientes que solicitan el servicio de tratamiento de sus aguas residuales deberán comunicarse con las oficinas administrativas de SERTRASA para acordar el momento y la forma en que será recolectada el agua que será tratada en la planta.

2. Transporte

Los camiones destinados para tal fin tendrán una programación por cada solicitud, SERTRASA se encargará de retirar las aguas a determinada empresa. SERTRASA entregara un comprobante de recolección al cliente. Los camiones deberán de reunir los parámetros permisibles para realizar la operación.

3. Recepción

Las aguas provenientes ya sea del procesamiento de aceites y sludge o de otras empresas que soliciten el servicio, se reciben en la planta. Por parte de SERTRASA se llevará un control de las cantidades de aguas que entran y deberán ser entregadas al responsable los documentos que acompañen o soporten dicha entrega para luego ser descargadas en los tanques dispuestos para almacenamiento.

4. Almacenado

Esta operación consiste en trasladar las aguas desde los tanques cisternas o pipas por medio de bombas hacia el tanque de almacenamiento, con capacidad para un total de 30,000 galones.

5. Sedimentado

Para esta etapa el sistema cuenta con dos tanques de sedimentación con tubería separada. En estas unidades las aguas estarán en reposo durante tres días, para que se dé el proceso de sedimentación y separar los sólidos digeridos, ambos tanques tienen una válvula para retirar sólidos, para que posteriormente se dé inicio al proceso de separación. El primer tanque de sedimentación tiene una capacidad de almacenaje de 3,500 galones y el segundo tanque de 1,800 galones.

6. Separado

En esta etapa las aguas pasan de los tanques donde se almacenaron las aguas previamente, hacia el sistema separador OIL SEP. Las aguas

previamente depuradas por el tanque sedimentador fluyen en un tubo sumergido al separador de aceite. Aquí ocurre la separación de las partículas oleaginosas del agua por gravedad.

7. Filtrado

Luego de pasar por el separador; las aguas serán llevadas a un tanque filtro. La filtración se produce en un lecho de capas de materiales granular (Hormigón, arena, piedra pómez, carbón natural). En el lecho filtrante el líquido circula de forma ascendente hasta la superficie, en esta etapa actúan bacterias aerobias adheridas en el techo, eliminando residuos sólidos, olor y color característicos.

Luego de pasar por este tanque filtro, el producto resultante es enviado por medio de bombeo pasando antes por unas válvulas, que tienen como funcionamiento evitar la acumulación de material que puede arrastrarse y filtrarse hacia la bomba; el líquido pasa por dos filtros de piscina dispuestos en el lugar ubicados en serie.

El primer filtro está compuesto de arenilla sílica donde será filtrado previamente para obtener un producto de mejor apariencia removiendo trazas de aceite. El segundo filtro está compuesto de arena con óxidos ferrosos donde será filtrado nuevamente para obtener un producto libre de olor, color e iridiscencia.

8. Disposición final

Las aguas que se obtengan del proceso de filtrado serán recolectadas en una pila donde un operario se encargará de evaluar las condiciones de la misma, tomando en cuenta el color o turbiedad del agua, olor y apariencia de la misma para tener un control del agua dispuestas en planta San Benito de EPC. La pila de almacenamiento de aguas tratadas antes de su disposición final, tienen un sistema de aeración natural integrado con el propósito de oxigenar el agua y mejorar la calidad de la misma.

6.2.5 Proceso de tratamiento de aceites usados.

Para este proceso no existe ningún flujograma de procesos; únicamente la descripción del mismo, presentado a continuación.

1. Generación de residuos

Esta etapa del ciclo de vida corresponde a la cantidad generada de residuos de aceites lubricantes usados, para ser sometidos a tratamiento.

2. Recolección y transporte

El aceite lubricante usado es recolectado en el sitio de generación y transportado hacia la planta de SERTRASA.

3. Separación, procesamiento y transformación de residuos de aceite usado

En esta fase los residuos una vez trasladados a la planta, son almacenados temporalmente en tanques de almacenamiento decantadores. Se procede a desnatarse y se traslada al tanque de proceso con capacidad de 5,000 galones en el cual el producto es deshidratado por calentamiento para extraer mayor contenido de humedad del mismo. Una vez deshidratados, el producto se pasa por una serie de filtros con el objetivo de retener cualquier impureza existente en el mismo. Posteriormente, se depositan en un tanque de almacenamiento para despachos, el cual tiene como disposición final la utilización como combustible alterno en hornos de altas temperaturas ($>1,100^{\circ}\text{C}$) utilizados en fábricas industriales, tal y como lo solicita la NTON 05-03210 (Norma técnica para el manejo ambiental de aceites lubricantes usados).

VII. CAUSAS QUE HAN PRODUCIDO INESTABILIDAD EN LOS PROCESOS OPERATIVOS EXISTENTES

Se exponen los resultados y conclusiones alcanzadas derivadas del conocimiento profesional para la realización del control estadístico interno de calidad de los procesos que se llevan a cabo dentro de la planta de tratamiento de SERTRASA OIL RECYCLING durante el segundo semestre de 2018, ya que las bitácoras de trabajo están completas durante este periodo.

Basado en los datos obtenidos diariamente de todos los procesos, se han estudiado cada uno de estos bajo la misma metodología:

Primero se analizará un histograma, que es una gráfica de barras que representa la variabilidad de un proceso por medio de datos continuos que despliega la variabilidad dentro de un proceso y su distribución. Los patrones inusuales o sospechosos pueden indicar que un proceso necesita investigación para determinar su grado de estabilidad. Así mismo de manera empírica, observar si los datos del proceso siguen una distribución normal.

Se realizarán pruebas de normalidad para comprobar que los conjuntos de datos obtenidos de las observaciones diarias de los procesos siguen una distribución de probabilidad continua, específicamente una distribución normal.

Las pruebas trabajan con hipótesis y estadísticos de prueba; y éstas son:

- Prueba Anderson-Darling, la cual mide qué tan bien siguen los datos una distribución en particular. Por lo general, mientras mejor se ajuste

la distribución a los datos, menor será el estadístico AD. Es la prueba mayormente utilizada.

- Para asegurar el resultado anterior se realiza la prueba Kolmogorov-Smirnov y prueba de Shapiro-Wilk, de acuerdo al número de datos que se presenten.

Se elaborarán graficas de series de tiempo de los procesos en estudio. Una serie de tiempo está dado por un conjunto de observaciones que están ordenadas en el tiempo, y que estas pueden representar el cambio de una variable a lo largo de ese período. Se obtendrán conocimientos de su patrón de comportamiento, para así poder prever su evolución en el futuro cercano, suponiendo por supuesto que las condiciones no variarán significativamente. Los pronósticos que se puedan realizar en base al análisis de este tipo de datos servirán para el desarrollo de nuevos planes.

Las cartas de control son la herramienta más poderosa para analizar la variación en la mayoría de los procesos basadas en la metodología de seis sigmas y enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes. Ya que solo se obtiene un dato u observación por cada día productivo, se elaborarán cartas de control estadísticas con la gráfica I-MR (Grafica de observaciones individuales y rangos móviles).

Si el proceso es inestable y está fuera de control, se proseguirá a analizar las razones que provocan este descontrol. Para esto se tomaron las posibles causas en una lluvia de ideas para luego realizar un diagrama de Ishikawa también llamado diagrama de causa y efecto, la cual es una de las herramientas esenciales para la gestión de la calidad que permite determinar un conjunto de causas probables que delimitan el campo de actuación o revisión para comprender los orígenes del aspecto estudiado.

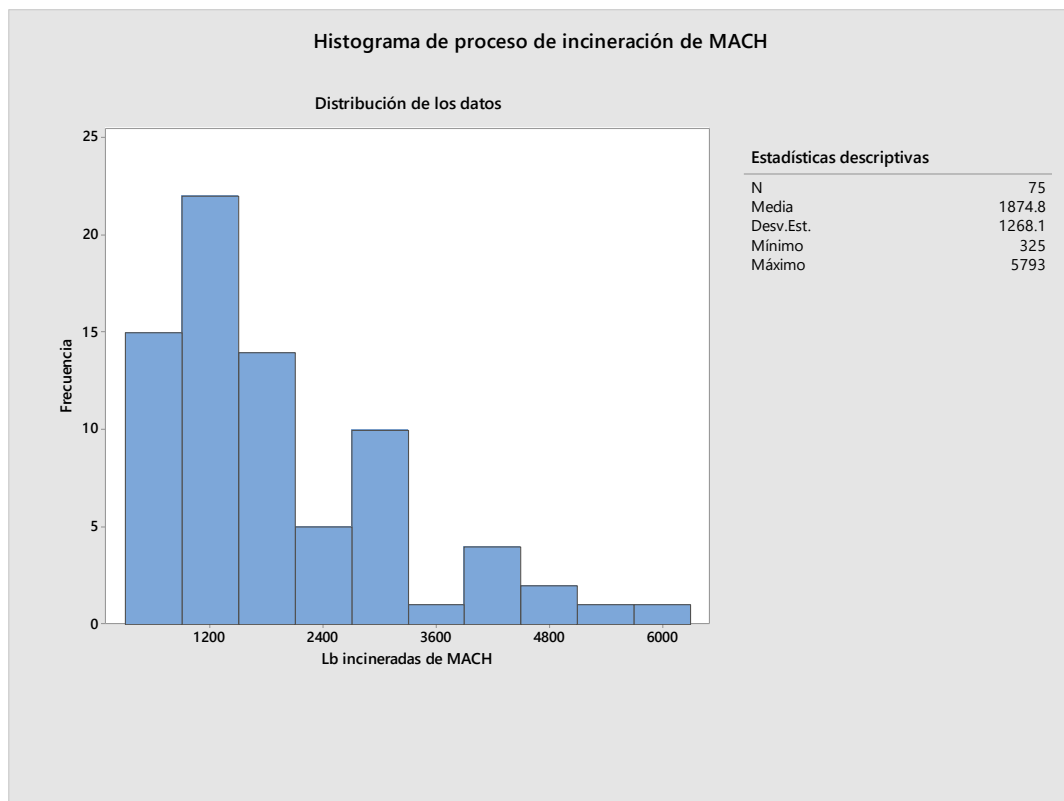
Teniendo esto, se continuará con un diagrama de Pareto. Es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores con el objetivo de identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome, se aplique dónde produzca un mayor beneficio al catalogar los factores por orden de importancia facilitando una correcta toma de decisiones bajo la regla 80-20. Por la poca cantidad de datos generados, no se realizarán análisis de capacidad en los procesos.

Para implantar un sistema de mejora continua se ha trabajado bajo el ciclo PDCA. El control de la calidad lleva a cabo un conjunto de operaciones para mantener la estabilidad y evitar cambios adversos. Tomando en cuenta las conclusiones que este informe generará, se podrá mejorar aquellos desperfectos que generen problemas en el desarrollo de los procesos.

El contenido del presente estudio tiene una doble proyección. En primer lugar, presentar los resultados y conclusiones derivados de la realización del control estadístico interno de calidad de los procesos de la planta de tratamiento Sabana Grande de SERTRASA OIL RECYCLING. Un segundo aspecto, es el de contribuir en la mejora del desarrollo de los procesos. Toma en cuenta el proyecto de investigación y desarrollo en el tratamiento de aguas oleosas y su control.

7.1 Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos

Para el análisis de los datos recolectados con el proceso de incineración de materiales contaminados con hidrocarburos (Con un total de 182 días; de los cuales solo 75 días fueron productivos VER ANEXO 1). A modo de exploración se elaboró el siguiente histograma y poder observar la variabilidad dentro del mismo.

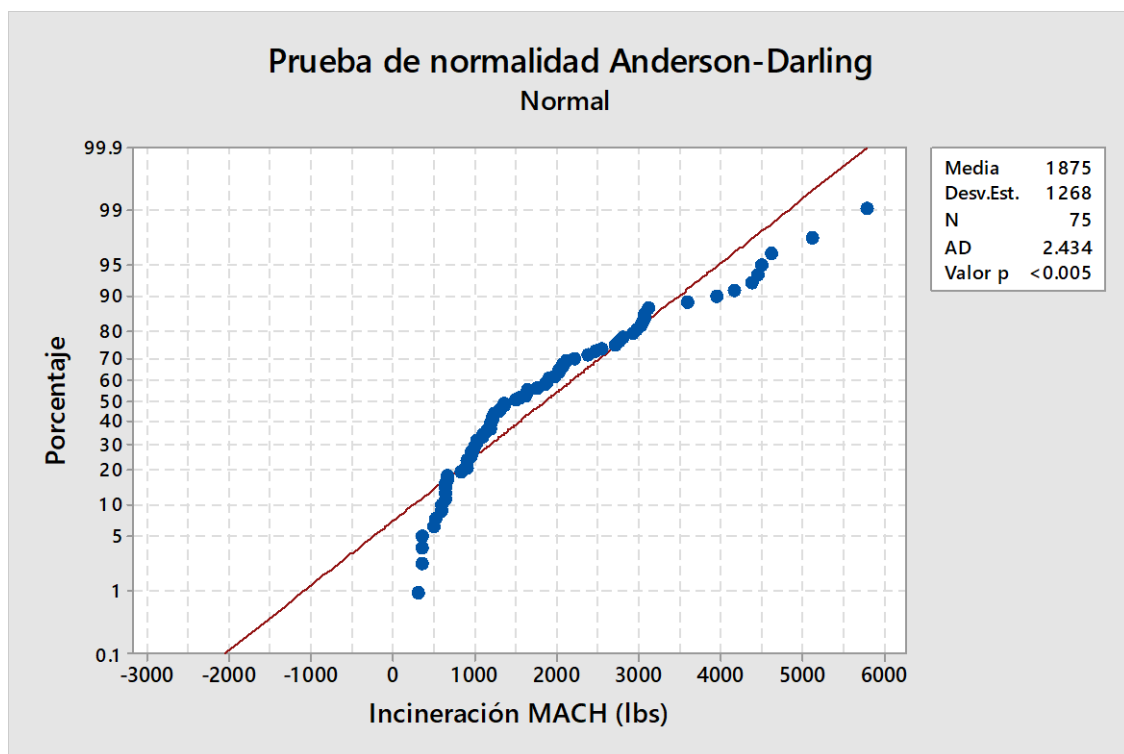


Observando la forma del histograma, se demuestra empíricamente que presenta una asimetría severa hacia la derecha y una inestabilidad en el proceso. Así mismo, en la segunda barra se encuentra casi el 30% de los días productivos que incineraron en un rango de 900 a 1500 lb de MACH en relación con la mediana de los datos presentados.

Para comprobar estadísticamente que los datos generados en el proceso no siguen una distribución normal, se han realizado las siguientes pruebas con hipótesis. Se han tomado las siguientes hipótesis:

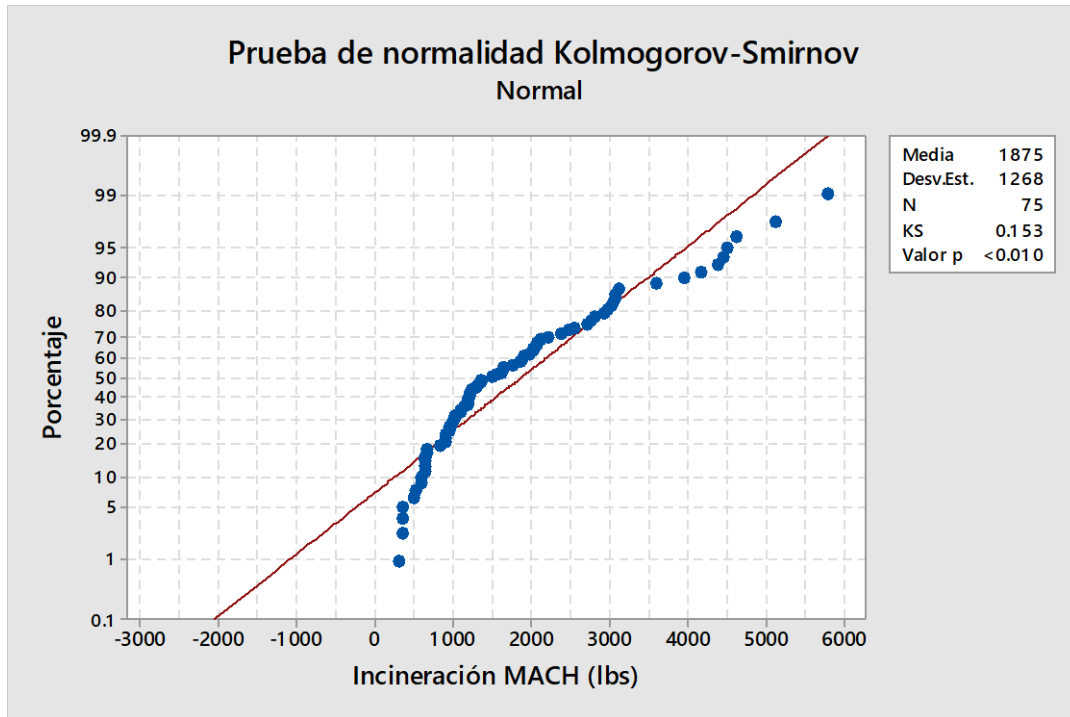
- Hipótesis nula: Las variables siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa: Las variables no siguen una distribución normal.

La primera prueba se hace mediante el método Anderson-Darling.



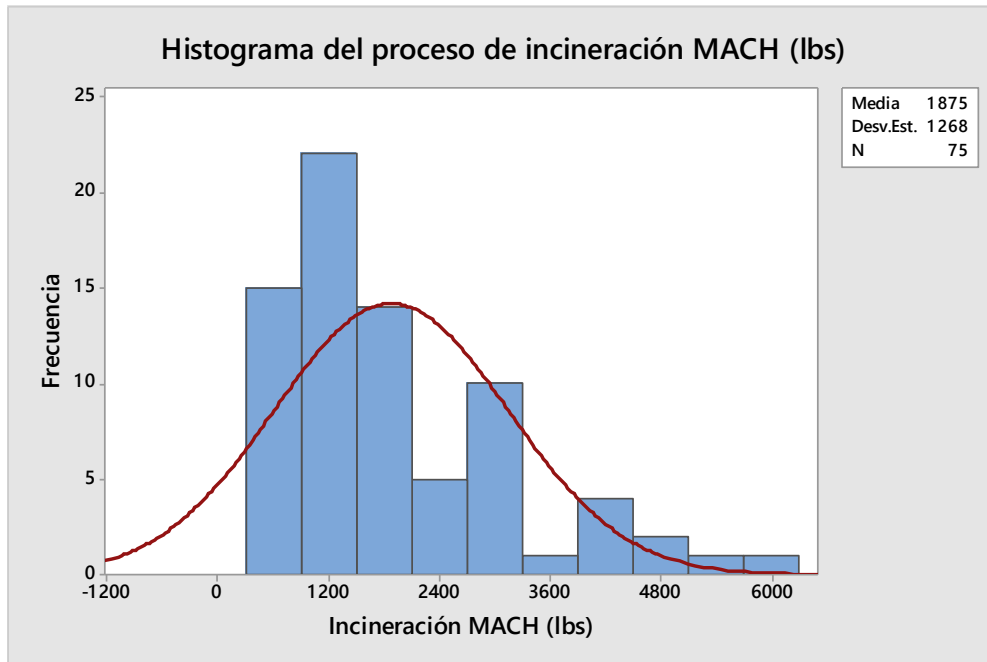
Se obtiene que el coeficiente de Anderson es de 2.43 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal. Además, que el valor probabilístico obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia (0.05).

La segunda prueba se realiza por el método Kolmogorov-Smirnov.

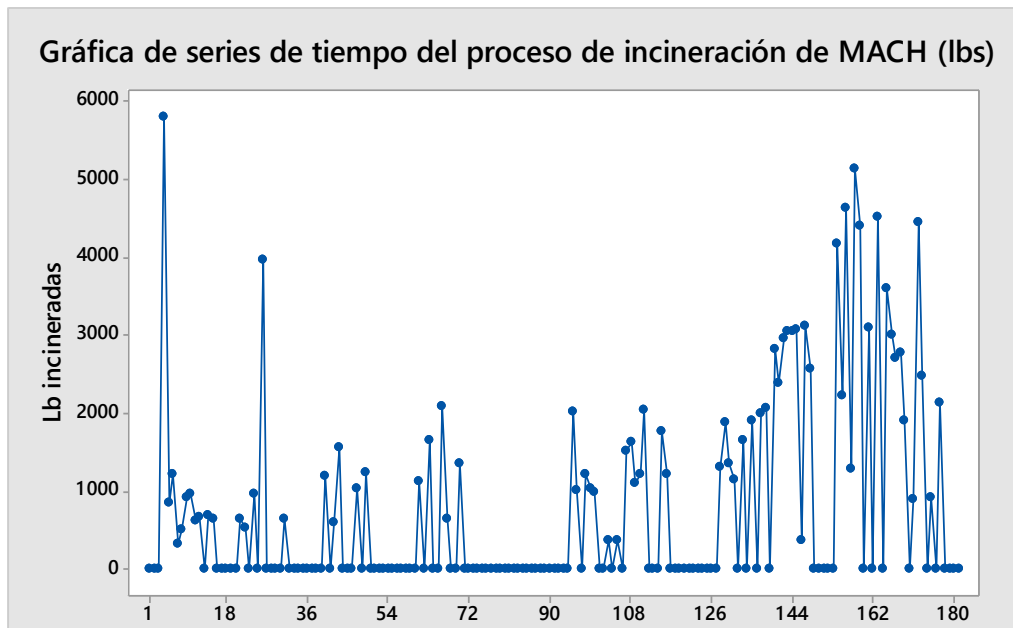


El estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov resulta ser de 0.153. Bajo los parámetros anteriores, al ser diferente de cero se rechaza la hipótesis nula. Ya que el valor de probabilístico es menor que el nivel de significancia establecido en la prueba (1%).

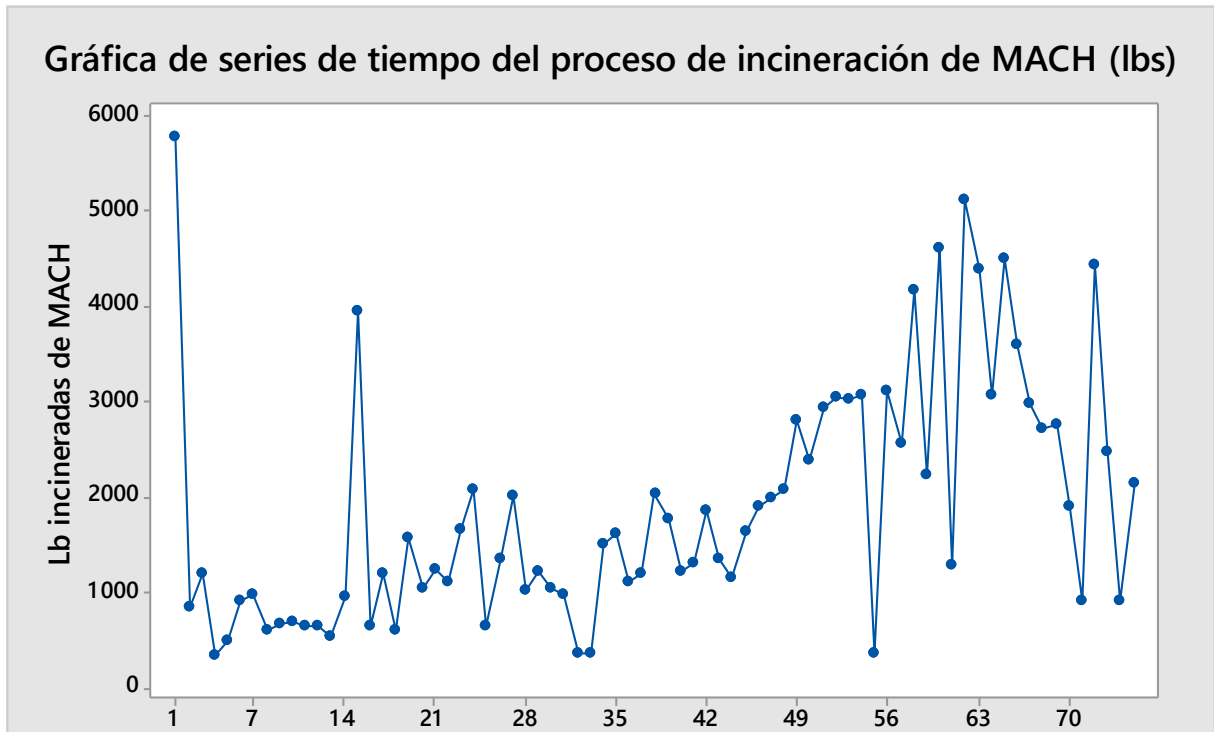
Se ha comprobado que el proceso de incineración no presenta una distribución normal con los datos recolectados y procesados como se mira en la siguiente gráfica.



Se observará el comportamiento del proceso a lo largo del semestre con la siguiente gráfica:

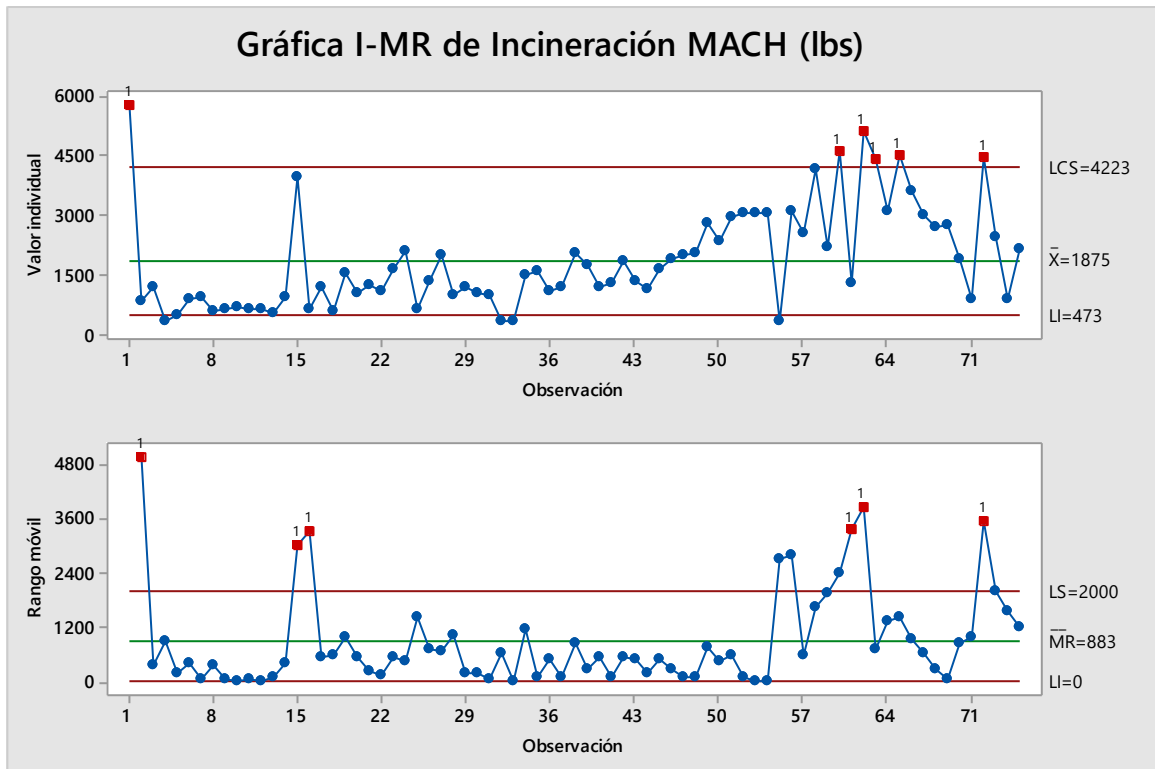


Se puede ver que el proceso presenta muchos paros de trabajo a lo largo del semestre (Tomando en cuenta el total de días del semestre). Para analizar este comportamiento de mejor manera solo se tomarán en cuenta los días productivos (75 días).



Si bien con todo lo anterior expuesto se puede concluir que es un proceso totalmente inestable; sin embargo, por la naturaleza del mismo aún puede ser analizado estadísticamente y comprender su comportamiento ya que es un proceso esporádico ya que solo se genera un dato por cada día trabajado.

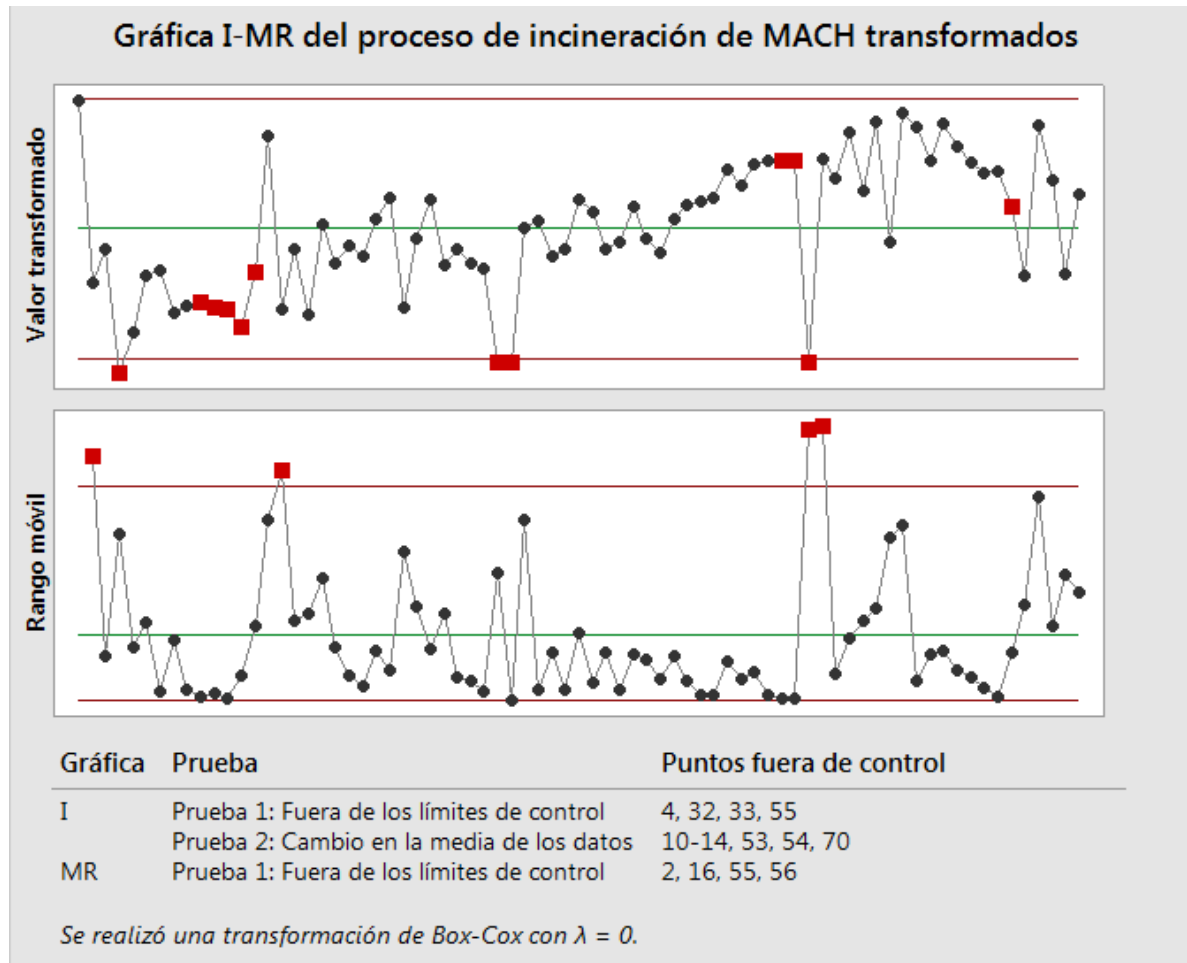
Para este análisis se ha utilizado una carta de control (IMR) de observaciones individuales (gráfica I) y rangos móviles (gráfica MR) a lo largo del tiempo para los datos de variable en cuestión. Dichas gráficas se presentan a continuación:



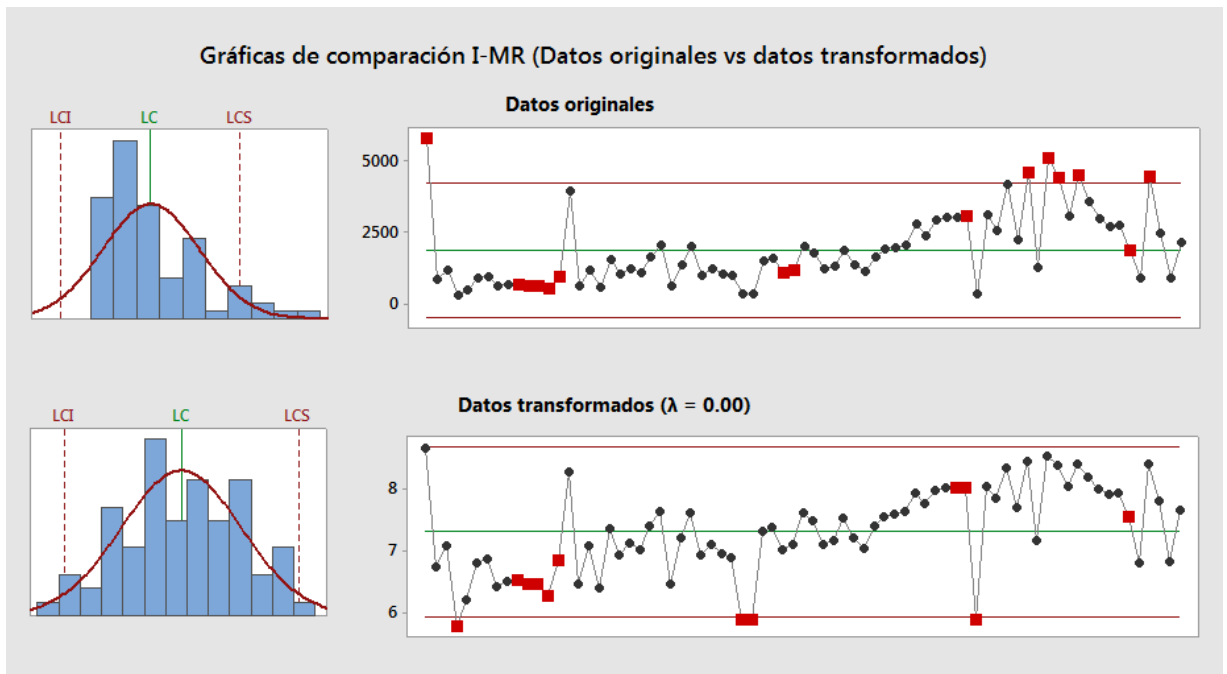
Los datos originales son asimétricos a la derecha, como resultado, la gráfica I tiene un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior. La media y la variación del proceso pudieran no ser estables. Diez puntos (13.3%) están fuera de control en la gráfica de valor individual (Gráfica I). Seis puntos (8.1%) están fuera de control en la gráfica MR, lo cual podría afectar la validez de los límites de control en la gráfica I. Se puede ver que estos puntos están fuera de control en la gráfica I y fuera de control en la gráfica MR en virtud de las probabilidades, aunque el proceso sea estable.

Como los datos no han pasado las pruebas de normalidad, se puede tener un número mayor de falsas alarmas. Con el fin de tener una visión más clara, se han investigado los puntos fuera de control y omitir aquellos con causas especiales de los cálculos.

Ya que el proceso produce naturalmente datos no normales, se volvió a crear la gráfica IMR con una transformación para corregir la no normalidad. Dicho gráfico se muestra a continuación:



Como se observa, aún con pruebas de transformación de datos se encuentran puntos fuera de control sin embargo se disminuyeron. Comparando ambos resultados, podemos observar en la siguiente imagen el histograma y carta de control individual para datos originales y los datos transformados.



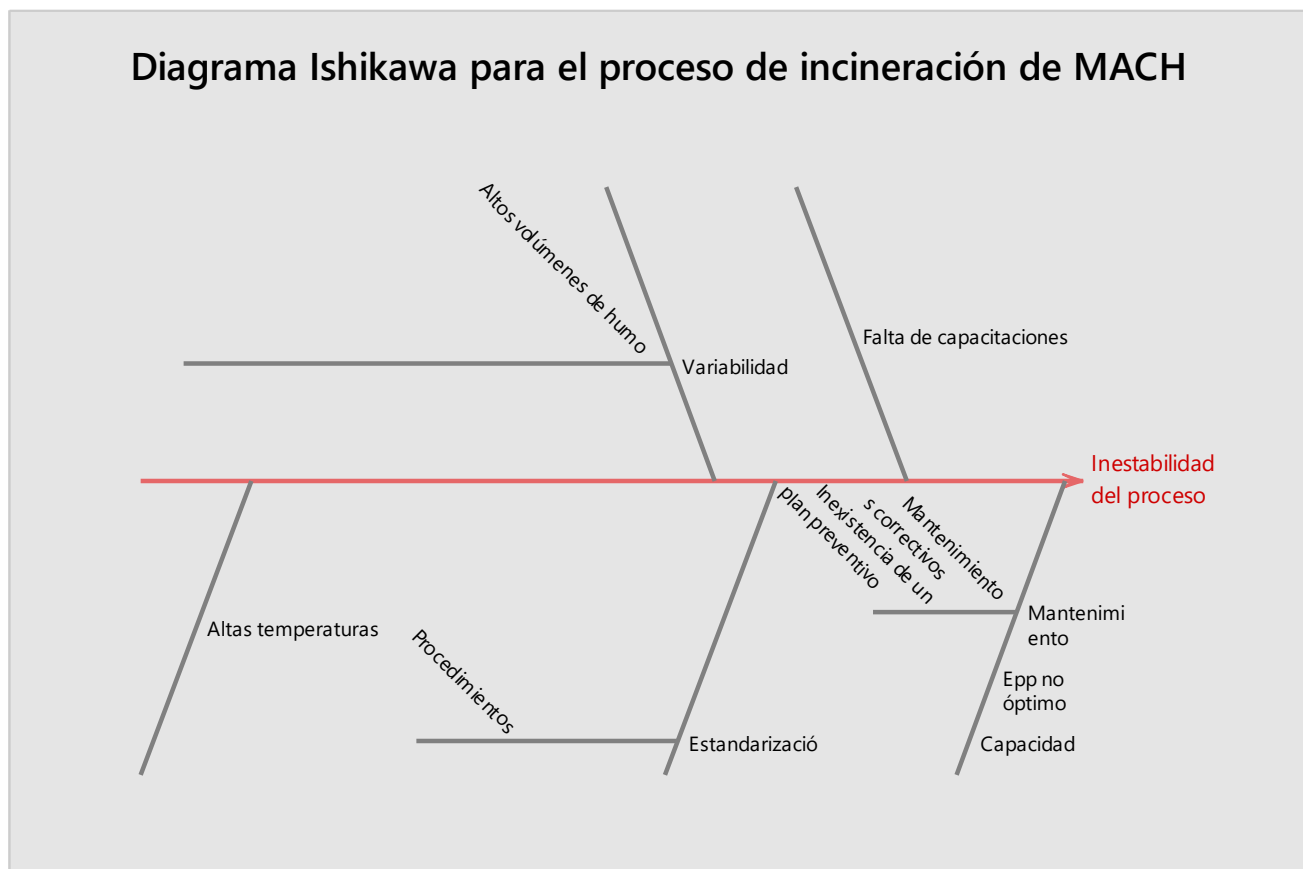
Los datos originales son asimétricos a la derecha por ende la gráfica I tiene un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior. No presenta un comportamiento normal de los datos de la variable en estudio; sin embargo, se observa en la gráfica individual una tendencia de aumento en el valor de los datos y muchos puntos fuera de control.

Los datos transformados son un poco más simétricos y más centrados entre los límites de control. Aun así, se presentan datos fuera de control, debido al comportamiento del proceso. Tiene un comportamiento más hacia la distribución normal, por lo tanto, en la gráfica individual se observa una tendencia de aumento más definido sin embargo presenta puntos fuera de control. Sin embargo, es un proceso inestable.

Sabiendo que es un proceso inestable, se procedió a realizar un diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto) con el fin de explorar todas las posibles causas que afectan al proceso. Comenzando con una lluvia de ideas a como sigue:

Posibles Causas	Efecto
Falta de capacitación del personal.	
Estandarización del proceso.	
Responsabilidades y procedimientos de trabajos no establecidos	
Capacidad productiva.	
Equipos de protección personal no óptimos para la tarea.	
No hay planes de mantenimientos preventivos.	
Mayor número de mantenimientos correctivos	
Variabilidad de producto.	
Generación de altos volúmenes de humo.	
Altas temperaturas en el área de incineración	

Dicho diagrama de causa-efecto se muestra a continuación:

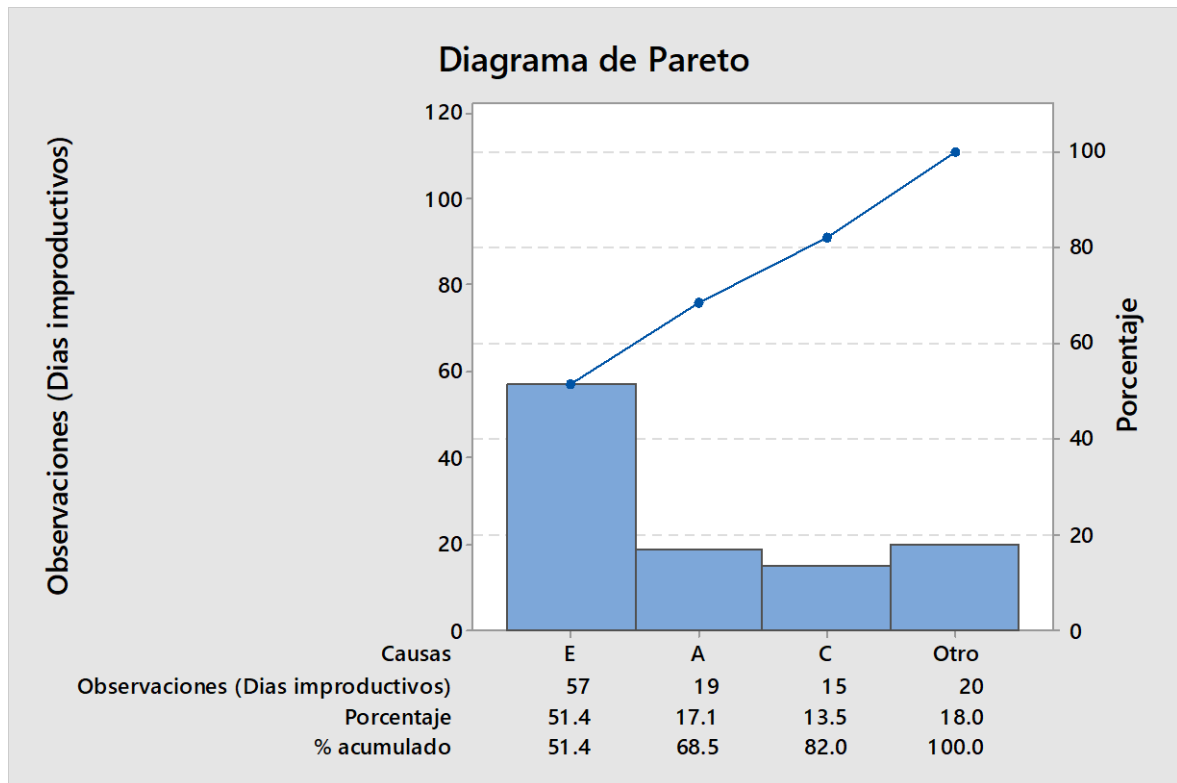


Una vez habiendo detectado las posibles causas, y tomando en cuenta los días improductivos del semestre (Días de paro de trabajo), se procederá a realizar un análisis grafico por medio del diagrama de Pareto. Se elaboró la siguiente tabla para proceder con el análisis.

Letra	Causas	Observaciones (Días improductivos)
A	Capacidad	19
B	Estandarización	9
C	Variabilidad	15
D	Falta de capacitación	6
E	Mantenimiento	57
F	Epp no óptimo	5

De donde el desconocimiento de la capacidad real del proceso es una de las causas de la inestabilidad del mismo por lo que no hay un control de cuanta cantidad de desechos se puede generar en una hora de trabajo; por otro lado, implica que es un proceso sin estandarización generando variabilidad en cada día operativo por falta de conocimiento del funcionamiento del mismo ya que es un horno artesanal. Sin embargo, la falta de capacitación requerido para los operarios del área impacta en la ejecución del proceso. Todos estos aspectos generan muchas causas de desperfectos en el proceso aumentando los días de paro operativo por mantenimientos. Un aspecto muy importante son los equipos de protección requeridos en este proceso en especifico ya que se trabaja a temperaturas demasiadas altas.

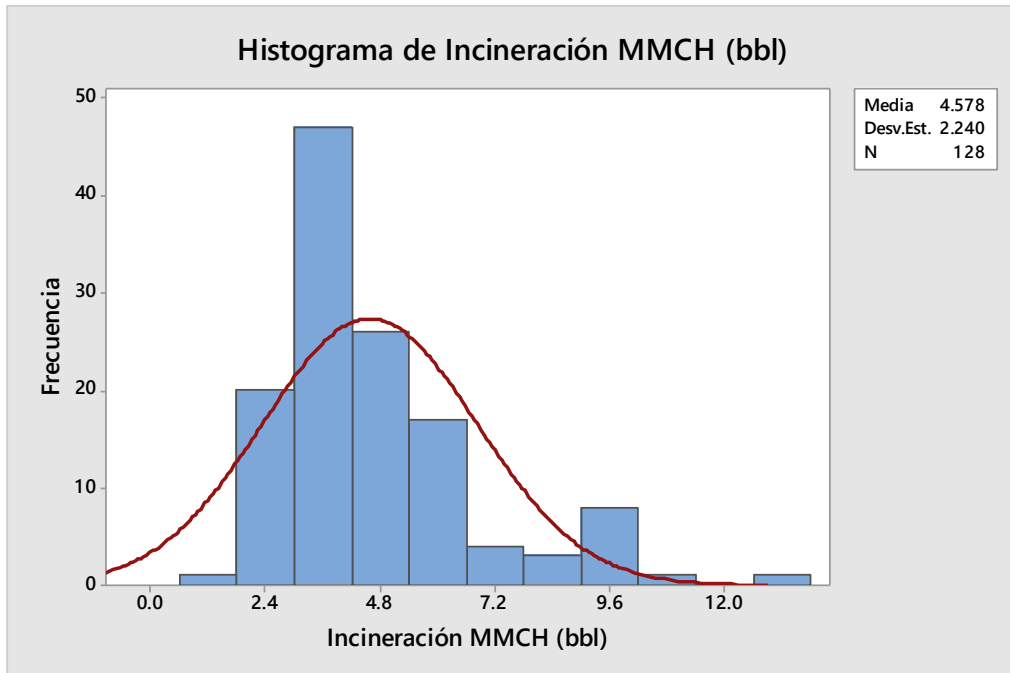
Habiendo procesado los datos, se obtiene el siguiente diagrama:



Aplicando el principio 80-20 y analizando el diagrama tenemos que la causa E genera el 80% de la inestabilidad en el proceso de incineración de MACH. En donde prioritariamente la atención se debe enfocar en los problemas generados por los mantenimientos. Si bien es la mayor causa de la inestabilidad del proceso (Donde ocurre en el mayor número de días improductivos), por la falta de un plan de mantenimiento preventivo por lo que se generan fallas en el funcionamiento del horno incinerador y por lo tanto aplicar mantenimientos correctivos causando muchos días de paro en el proceso.

7.2 Proceso de incineración de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos

Analizando los datos generados en el primer semestre con el proceso de incineración de materiales metálicos con hidrocarburos (Filtros de aceite y mangueras hidráulicas, con un total de 181 días; de los cuales 128 días fueron productivos VER ANEXO 2). Haciendo seguimiento al desempeño actual del proceso durante el primer semestre del corriente a modo de exploración se elaboró el siguiente histograma con una curva de distribución normal y poder observar la variabilidad dentro del mismo.

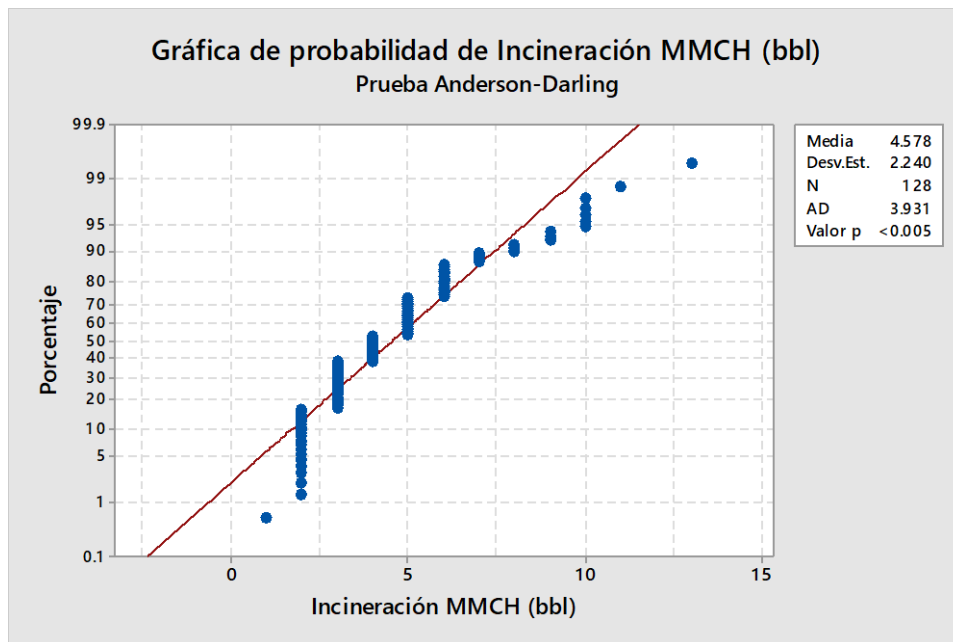


Observando la forma del histograma, se demuestra empíricamente que presenta una asimetría severa hacia la derecha y una inestabilidad en el proceso. Así mismo, en la tercera barra se encuentra casi el 37% de los días productivos que incineraron en un rango de tres a cuatro barriles de MMCH en relación con la mediana de los datos presentados.

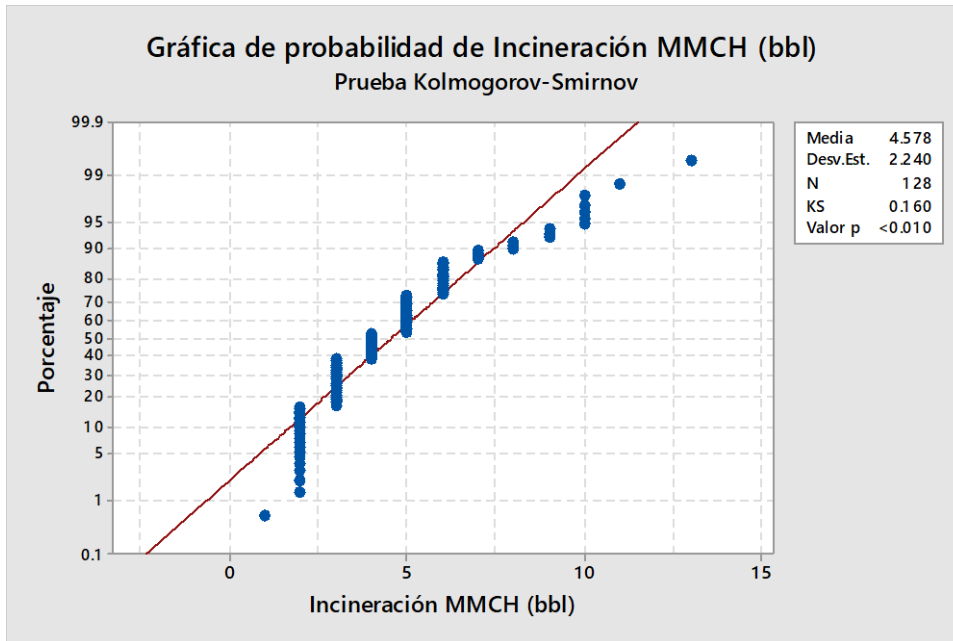
Para comprobar estadísticamente que los datos generados en el proceso no siguen una distribución normal, se han realizado las siguientes pruebas con hipótesis. Se han tomado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula: Las variables siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa: Las variables no siguen una distribución normal.

La primera prueba se hace mediante el método Anderson-Darling.

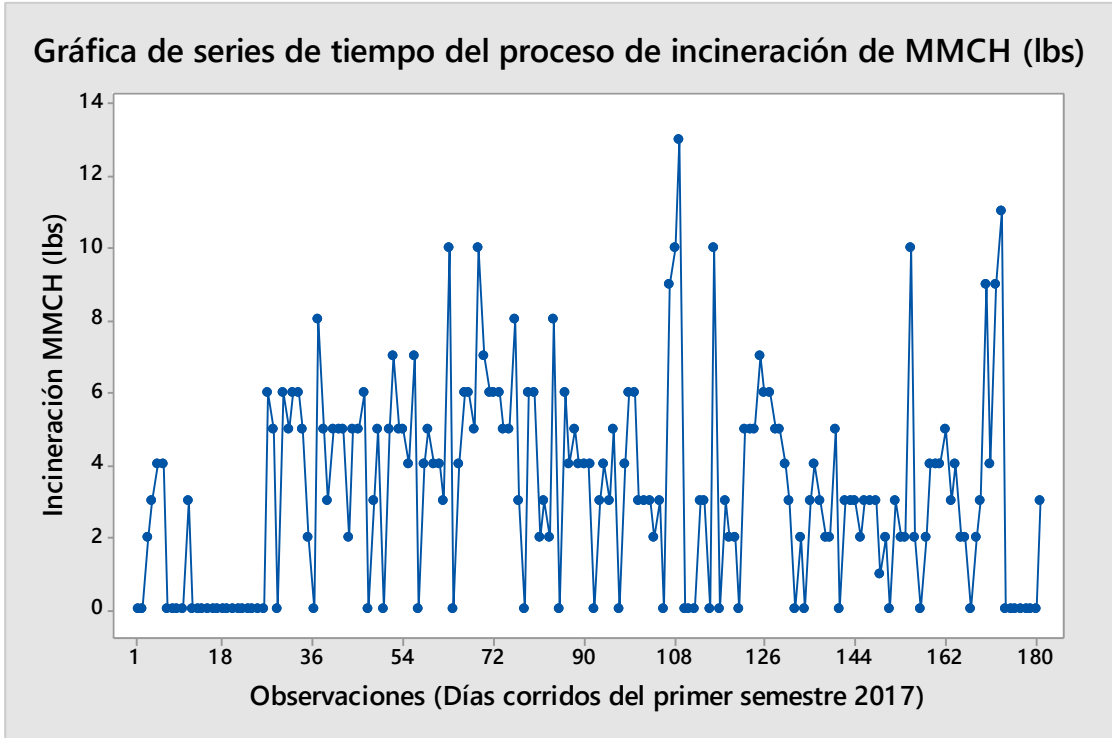


Se obtiene que el coeficiente de Anderson es de 3.93 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal. Además, que el valor probabilístico obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia (0.05). La segunda prueba se realiza por el método Kolmogorov-Smirnov.

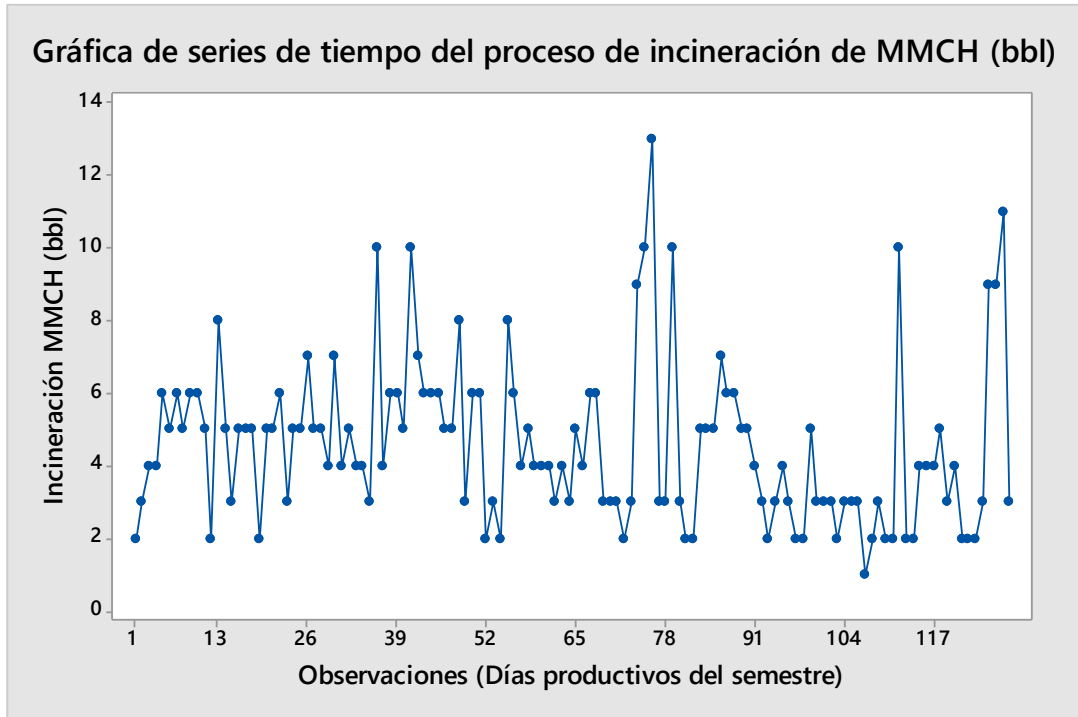


El estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov resulta ser de 0.160. Bajo los parámetros anteriores, al ser diferente de cero se rechaza la hipótesis nula. Ya que el valor de probabilístico es menor que el nivel de significancia establecido en la prueba (1%).

Se ha comprobado que el proceso de incineración de MMCH no presenta una distribución normal con los datos recolectados y procesados. Se observará el comportamiento del proceso a lo largo del semestre con la siguiente gráfica.

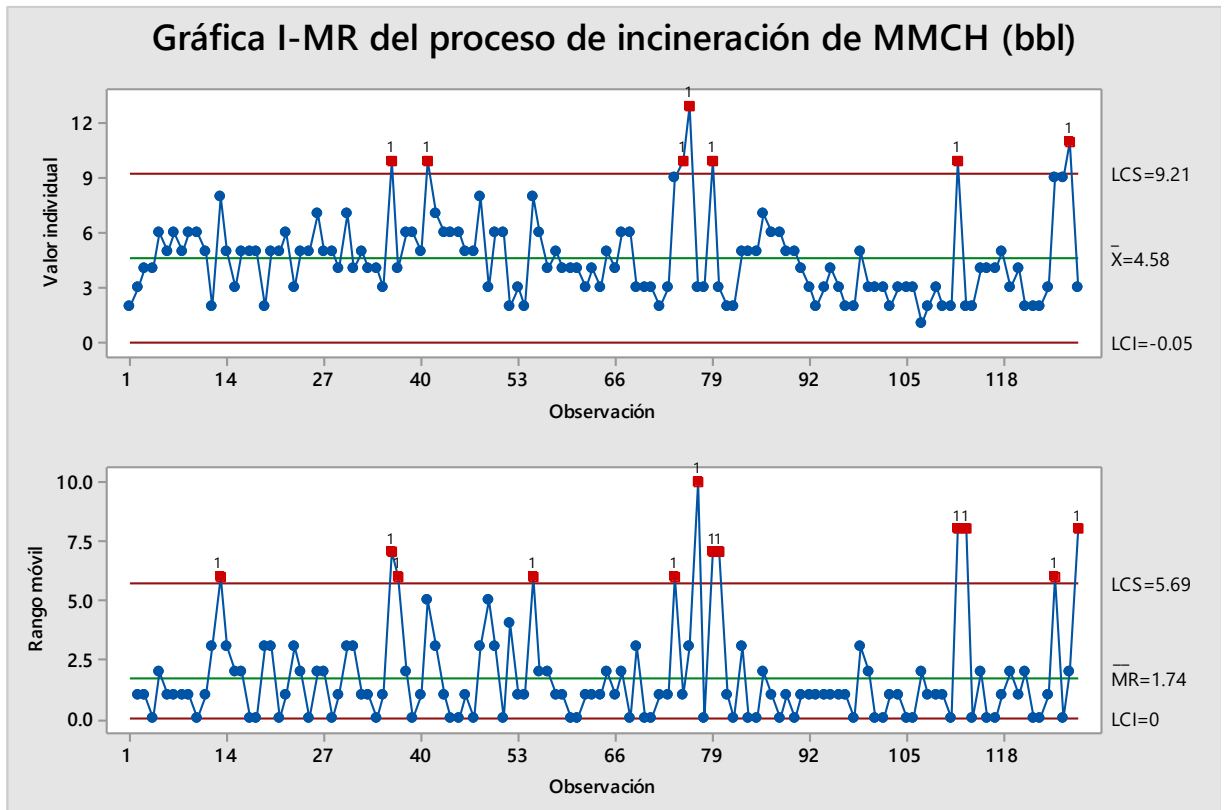


Podemos ver los paros de trabajo a lo largo del semestre ubicados en el punto cero de la coordenada de barriles incinerados de MMCH. Sin embargo, para analizar este comportamiento de mejor manera solo se tomarán en cuenta los días productivos (128 días).



Si bien con todo lo anterior expuesto se puede concluir que es un proceso totalmente inestable; sin embargo, por la naturaleza del mismo aún puede ser analizado estadísticamente y comprender su comportamiento ya que es un proceso esporádico ya que solo se genera un dato por cada día trabajado.

Para este análisis se ha utilizado una carta de control (IMR) de observaciones individuales (gráfica I) y rangos móviles (gráfica MR) a lo largo del tiempo para los datos de variable en cuestión. Dichas gráficas se presentan a continuación:



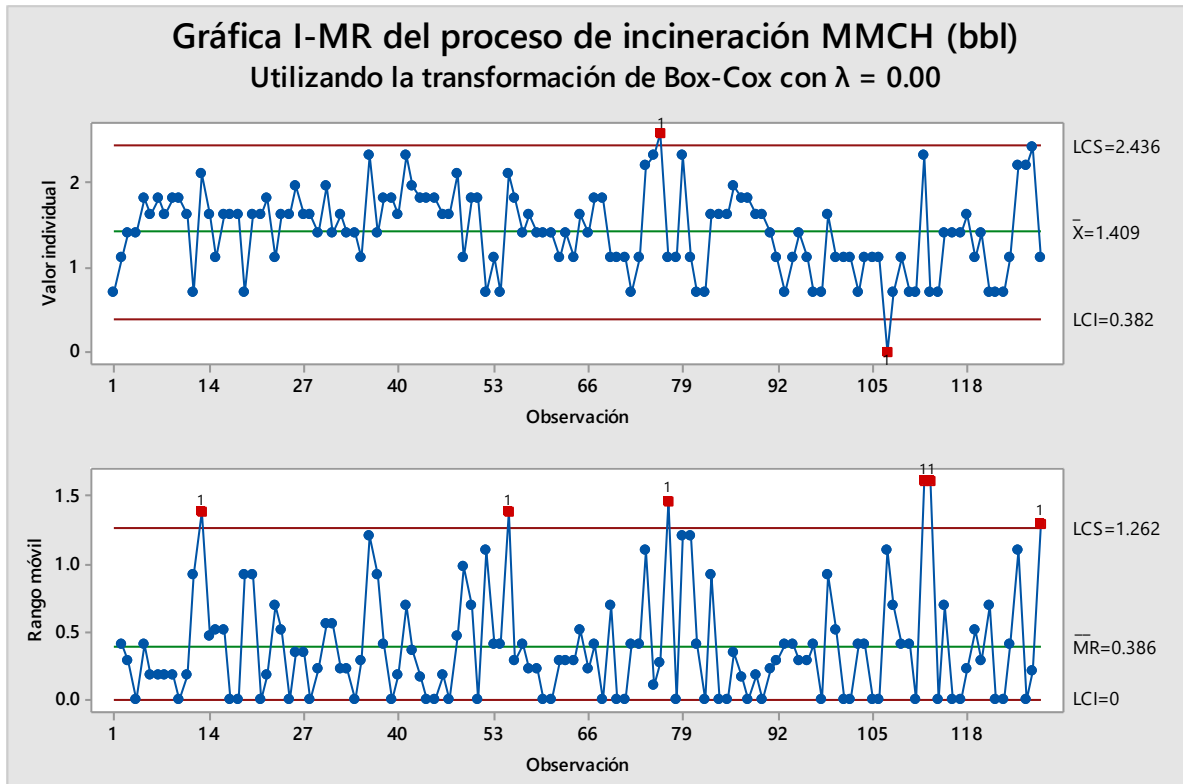
Los datos de las observaciones son asimétricos a la derecha, como resultado, la gráfica I tiene un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior.

La media y la variación del proceso no son estables. Siete puntos (5.46%) están fuera de control en la gráfica de valor individual (Gráfica I). Doce puntos (9.36%) están fuera de control en la gráfica MR, lo cual podría afectar la validez de los límites de control en la gráfica I, e indican una gran variación de un dato a otro.

Se puede ver que estos puntos están fuera de control en la gráfica I y fuera de control en la gráfica MR en virtud de las probabilidades, aunque el proceso sea considerado estable. Como los datos no han pasado las pruebas de normalidad, se puede tener un número mayor de falsas alarmas.

Con el fin de tener una visión más clara, se han investigado los puntos fuera de control y omitir aquellos con causas especiales de los cálculos.

Ya que el proceso produce datos no normales, se volvió a crear la gráfica IMR con una transformación para corregir la no normalidad utilizando el método de transformación de Box-Cox con una lambda para los logaritmos naturales de los datos. Dicho gráfico se muestra a continuación:

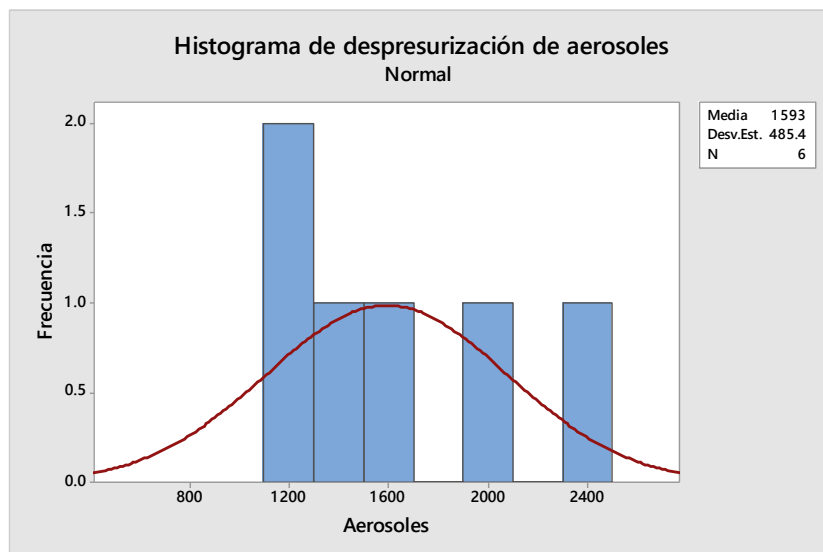


Aun aplicando este método de transformación podemos encontrar ciertos puntos fuera de control; sin embargo, el proceso parece ser más estable. Por la tendencia que presenta la gráfica I se observa un cambio significativo en la media de la variable en cuestión y vemos mucha variabilidad en los datos como se observa en la gráfica MR.

Por dichos puntos atípicos, la gráfica tiene tendencia hacia los cambios rápidos dentro del proceso, por lo tanto, es inestable. La mayor parte de los días en paro de este proceso se debe por los desperfectos que presenta el proceso de incineración de MACH.

7.3 Proceso de despresurización de aerosoles

Para el análisis con los datos recolectados en el primer semestre con el proceso de incineración de materiales contaminados con hidrocarburos (Con un total de 182 días; de los cuales solo 6 días fueron productivos VER ANEXO 3). Haciendo seguimiento al desempeño actual del proceso durante el primer semestre del corriente a modo de exploración se elaboró el siguiente histograma y poder observar la variabilidad dentro del mismo.

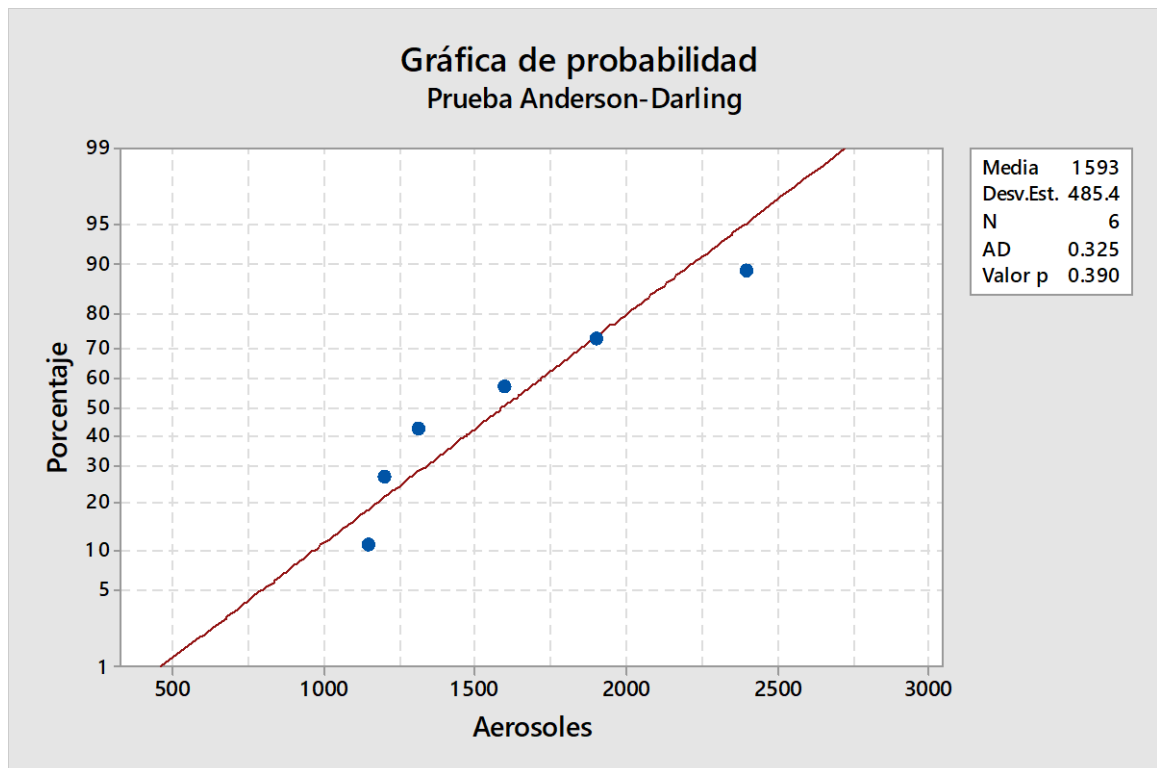


Observando la forma del histograma, se demuestra que presenta una asimetría severa y una inestabilidad en el proceso. Así mismo, en la primera barra se encuentra casi el 34% de los días productivos que se despresurizaron aerosoles en un rango de 1100 a 1300 unidades en relación con la mediana de los datos presentados.

Para comprobar estadísticamente que los datos generados en el proceso no siguen una distribución normal, se han realizado las siguientes pruebas con hipótesis. Se han tomado las siguientes hipótesis:

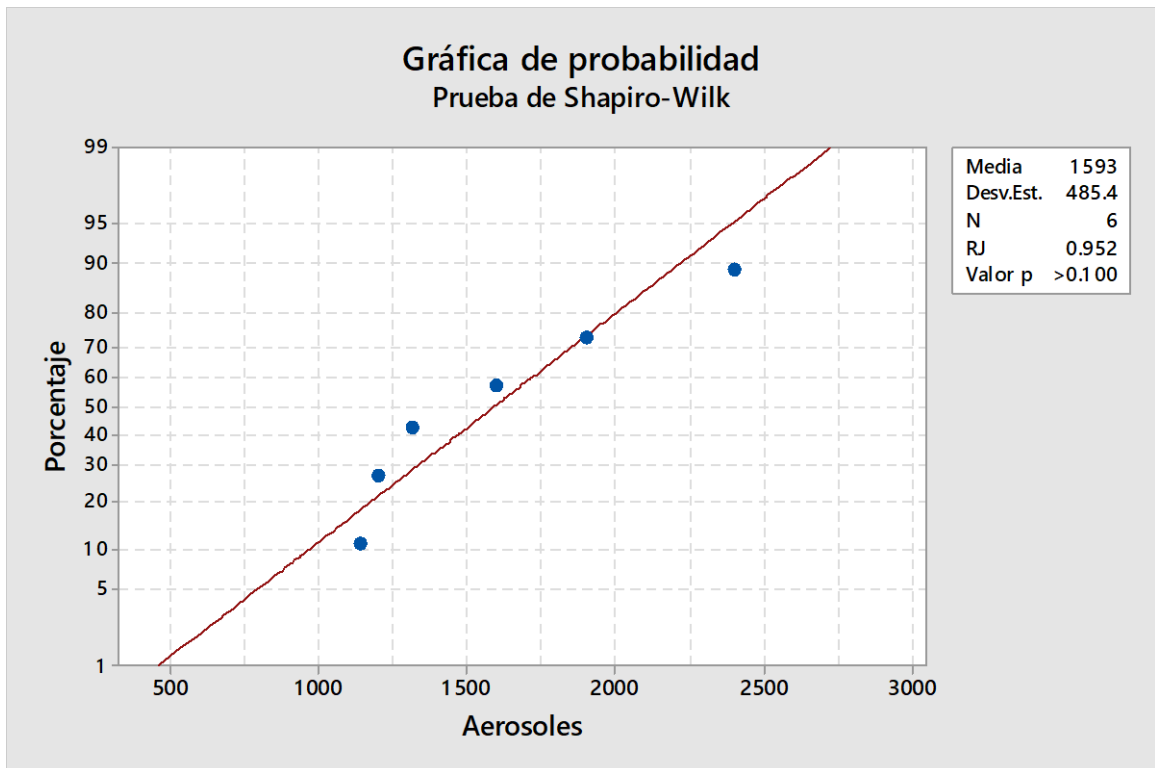
- Hipótesis nula: Las variables siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa: Las variables no siguen una distribución normal.

La primera prueba se hace mediante el método Anderson-Darling.



Se obtiene que el coeficiente de Anderson-Darling es de 0.32 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal. Además, que el valor probabilístico obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia (0.05). Sin embargo, ambos factores no presentan un valor muy alejado del objetivo, por lo que el proceso es levemente anormal.

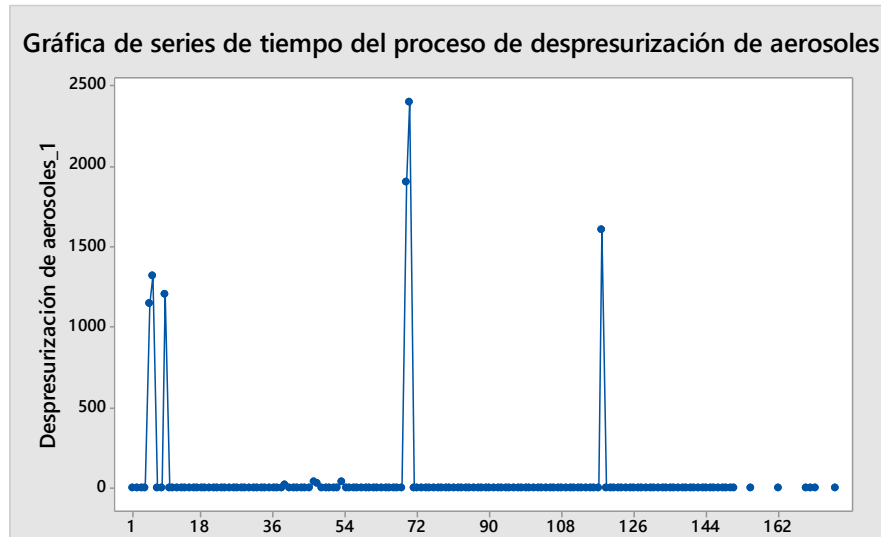
La segunda prueba se realiza por el método Shapiro-Wilk.



El estadístico de prueba Shapiro-Wilk resulta ser de 0.95. Bajo los parámetros anteriores, al ser mayor de cero se rechazaría la hipótesis nula sin embargo, ya que el valor de probabilístico es menor que el nivel de significancia establecido en la prueba (1%) se podría aceptar la probabilidad de que los datos si siguen una distribución normal.

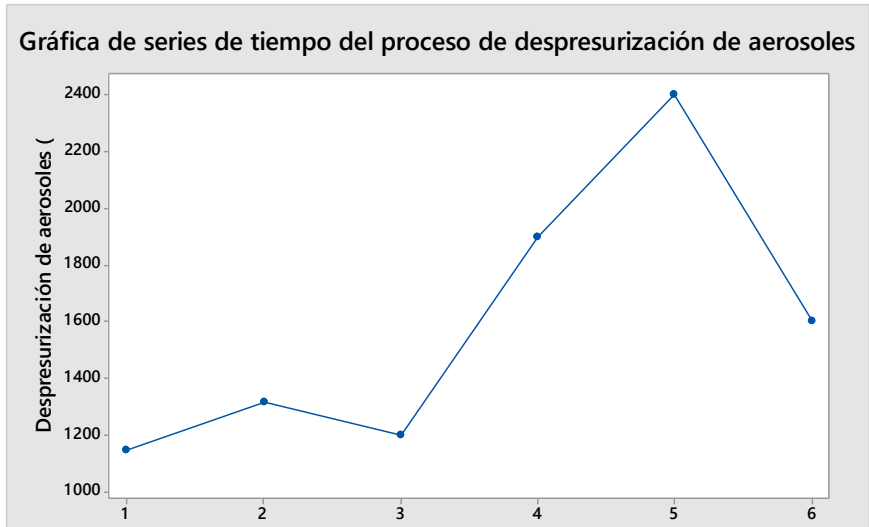
Se ha comprobado que el proceso de despresurización de aerosoles tiene una propensión mínima a la no normalidad en relación a una distribución normal con los datos recolectados y procesados como se mira en el histograma anterior.

Se observará el comportamiento del proceso a lo largo del semestre con la siguiente gráfica:

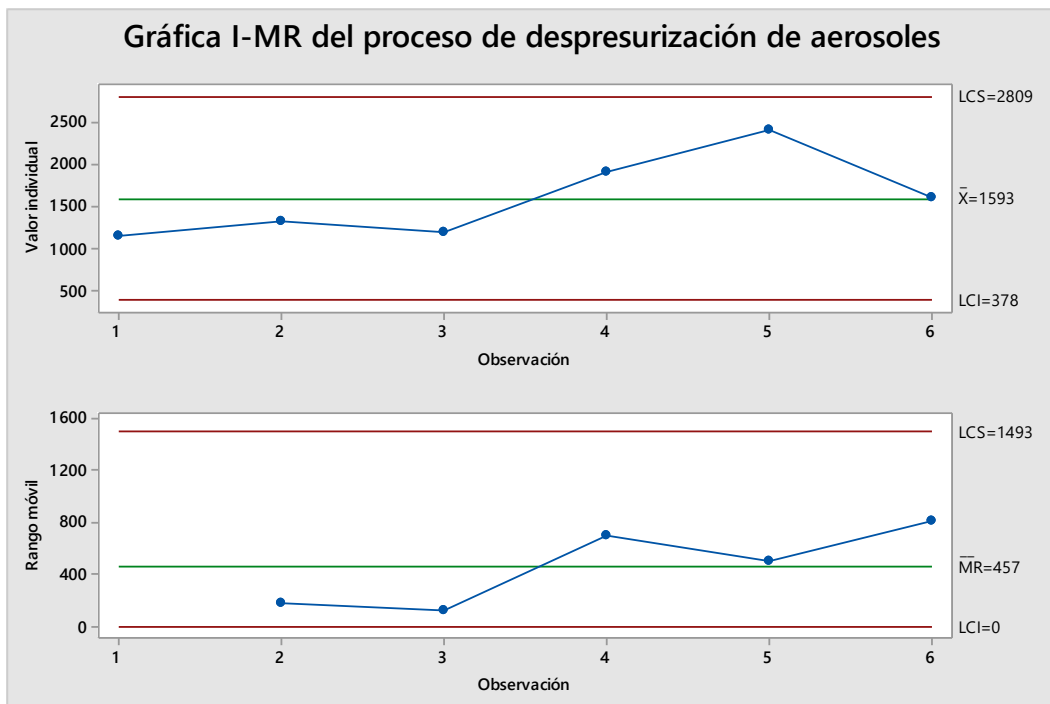


Han sido pocos los días que se han despresurizados aerosoles pues la recepción en planta de este producto es poca; es decir que es un proceso muy esporádico.

Para el análisis estadístico del mismo se han excluido cuatro días productivos; por lo que esos días se despresurización muy pocos aerosoles lo cual alteraría los valores estadísticos del proceso.



Para analizar estadísticamente el proceso se ha utilizado una carta de control (IMR) de observaciones individuales (gráfica I) y rangos móviles (gráfica MR) a lo largo del tiempo para los datos de variable en cuestión. Dichas gráficas se presentan a continuación:



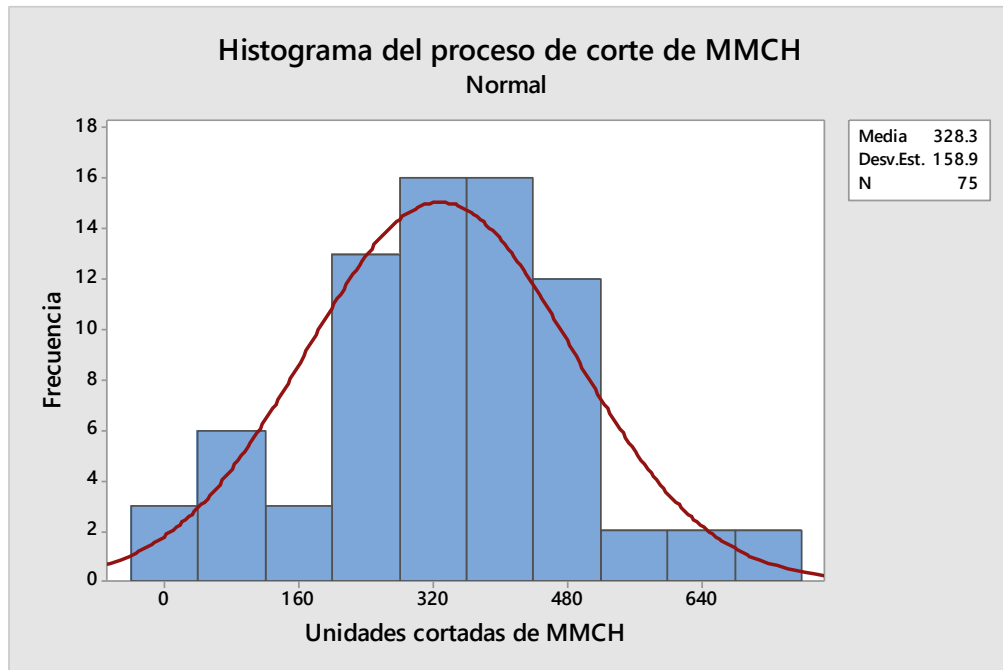
Los datos de la variable del proceso son asimétricos levemente hacia la derecha, como resultado, la gráfica I tiende a tener un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior.

El proceso tiene una tendencia global, es decir, tiene un movimiento bastante consistente en todo el rango de los datos con una tendencia ascendente. No tiene puntos fuera de control y en virtud de las probabilidades, se puede decir que el proceso es estable.

7.4 Proceso de corte de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos.

Para el análisis de los datos recolectados en el primer semestre con el proceso de incineración de materiales metálicos contaminados con hidrocarburos (Con un total de 182 días; de los cuales solo 75 días fueron productivos VER ANEXO 4).

Haciendo seguimiento al desempeño actual del proceso durante el primer semestre del corriente a modo de exploración se elaboró el siguiente histograma y poder observar la variabilidad dentro del mismo.

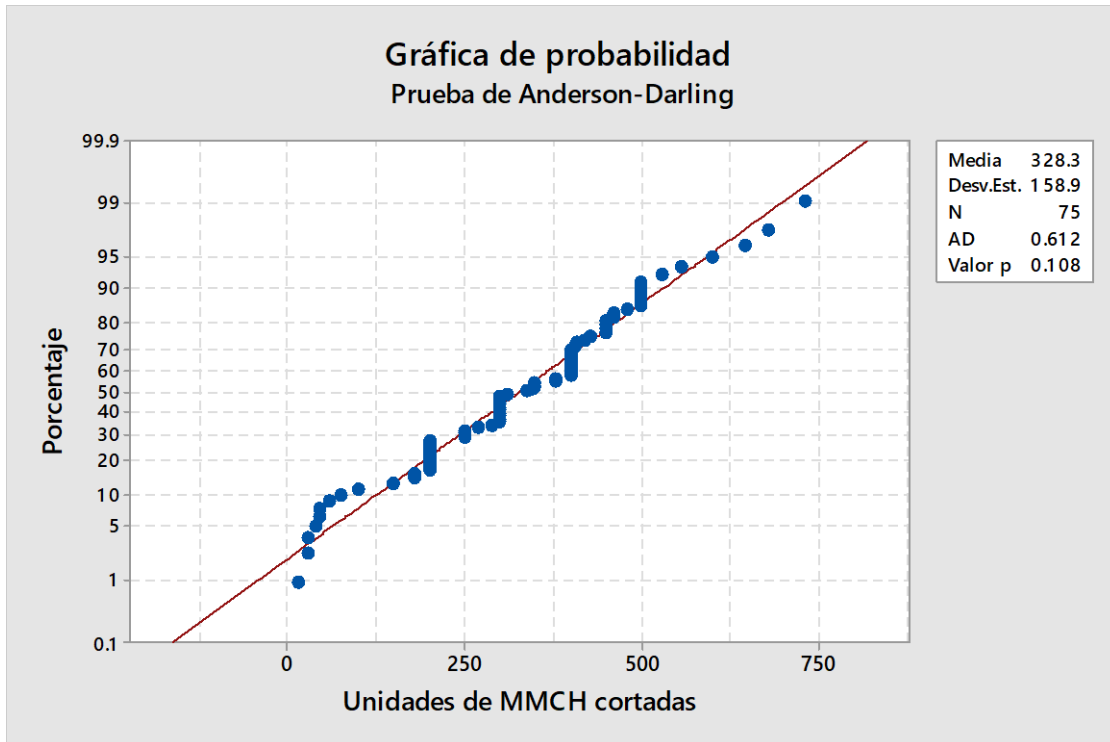


Observando la forma del histograma, se demuestra que presenta una asimetría leve hacia la derecha y una inestabilidad en el proceso. Así mismo, cerca de la media se encuentra aproximadamente un 76% de los días productivos donde se cortaron MMCH en un rango de 200 a 520 unidades.

Para comprobar estadísticamente que los datos generados en el proceso no siguen una distribución normal, se han realizado las siguientes pruebas con hipótesis. Se han tomado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula: Las variables siguen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa: Las variables no siguen una distribución normal.

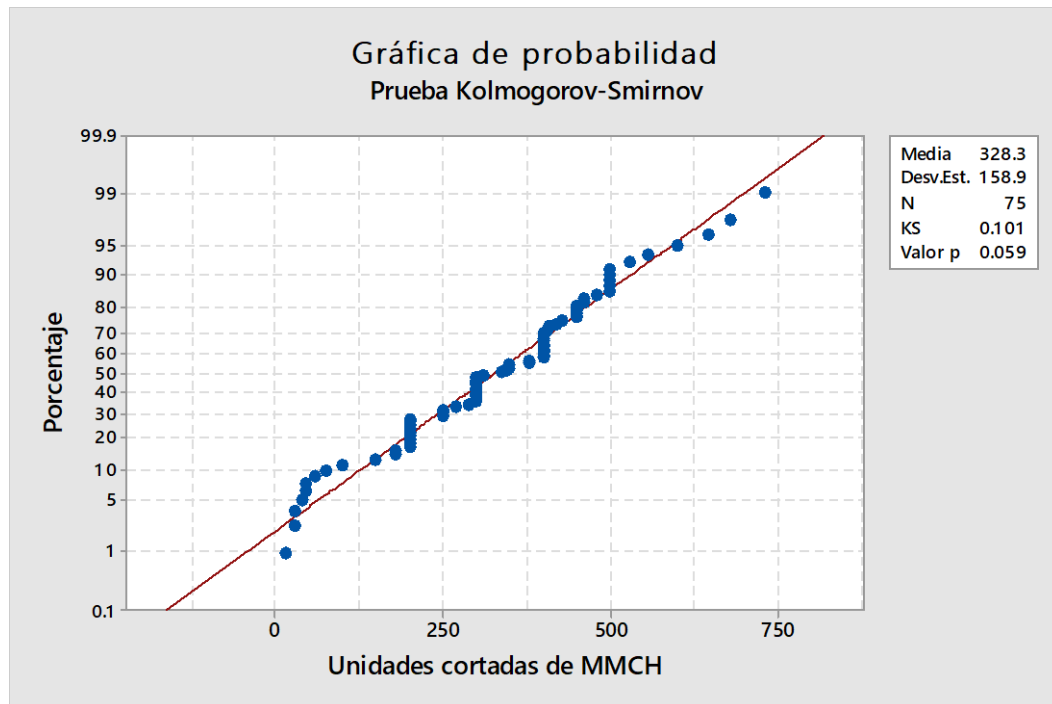
La primera prueba se hace mediante el método Anderson-Darling.



Se obtiene que el coeficiente de Anderson-Darling es de 0.61 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal. Además, que el valor probabilístico obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia (0.05).

Sin embargo, ambos factores no presentan un valor muy alejado del objetivo, por lo que el proceso es levemente anormal. En la gráfica se observan el acercamiento de los datos sobre la línea de una distribución normal.

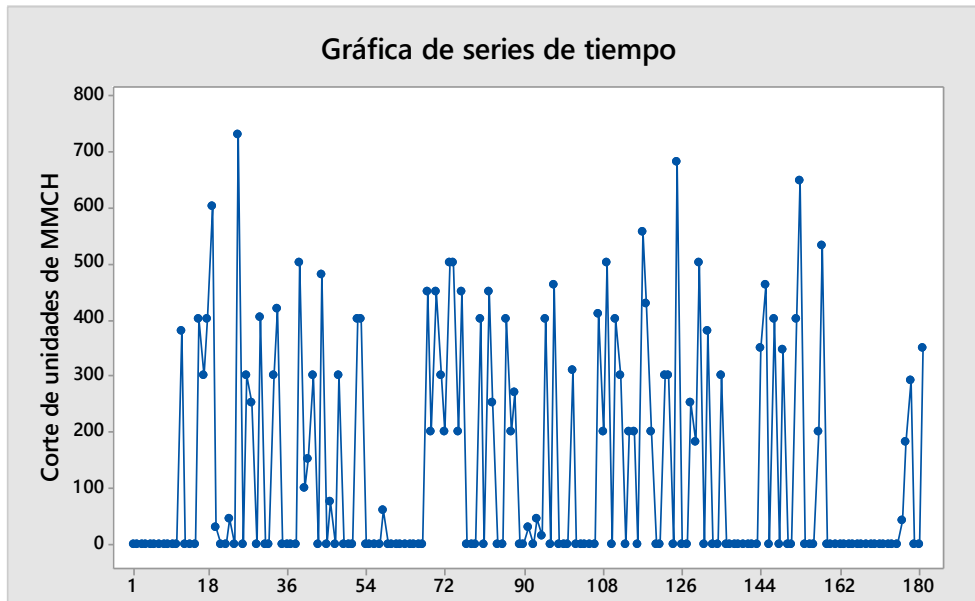
La segunda prueba se realiza por el método Kolmogorov-Smirnov.



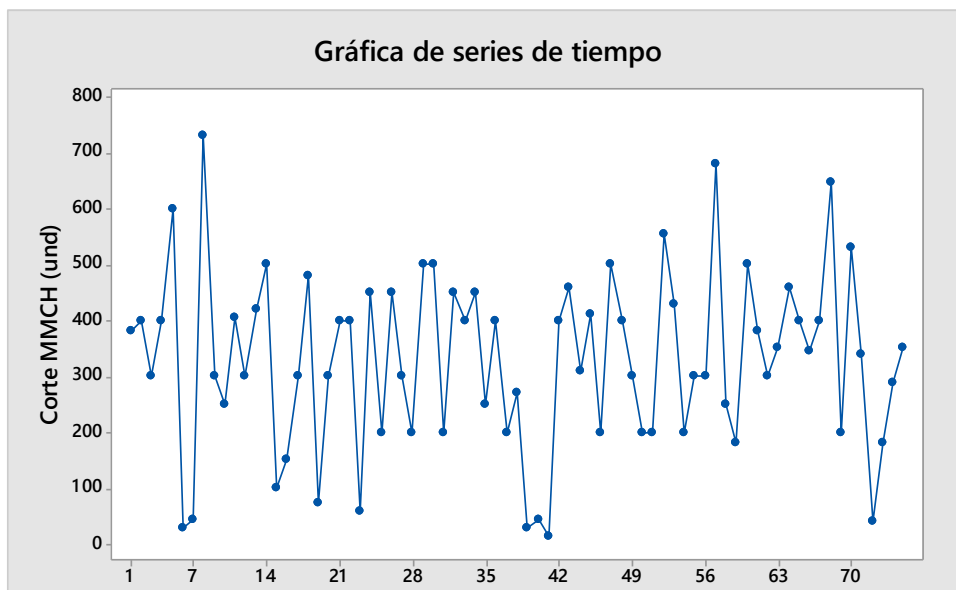
El estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov resulta ser de 0.1. Bajo los parámetros anteriores, al ser mayor de cero se rechazaría la hipótesis nula, sin embargo, ya que el valor de probabilístico es menor que el nivel de significancia establecido en la prueba (1%) pero se podría aceptar la probabilidad de que los datos si siguen una distribución normal.

Se ha comprobado que el proceso de corte de MMCH tiene una propensión mínima a la no normalidad en relación a una distribución normal con los datos recolectados y procesados como se mira en el histograma anterior.

Se observará el comportamiento del proceso a lo largo del semestre con la siguiente gráfica:



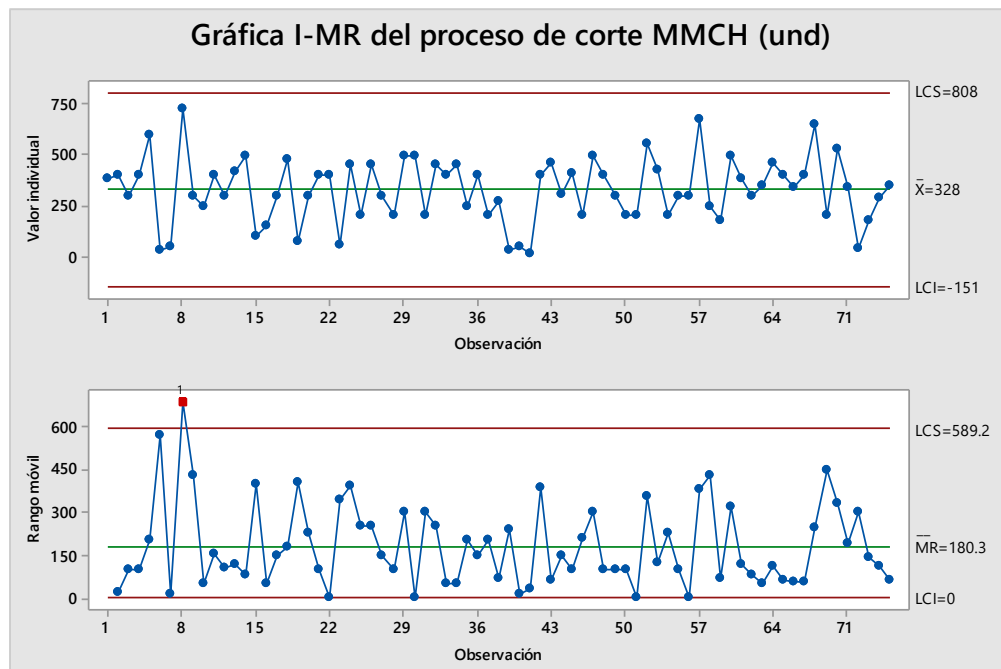
Se puede ver que el proceso presenta muchos paros de trabajo a lo largo del semestre (Tomando en cuenta el total de días del semestre). Para analizar este comportamiento de mejor manera solo se tomarán en cuenta los días productivos (75 días).



Si bien con todo lo anterior expuesto se puede concluir que es un proceso un poco inestable con una gran probabilidad a la normalidad; sin embargo, por la naturaleza del mismo aún puede ser analizado estadísticamente y

comprender su comportamiento ya que es un proceso esporádico ya que solo se genera un dato u observación por cada día trabajado.

Para este análisis se ha utilizado una carta de control (IMR) de observaciones individuales (gráfica I) y rangos móviles (gráfica MR) a lo largo del tiempo para los datos de variable en cuestión. Dichas gráficas se presentan a continuación:



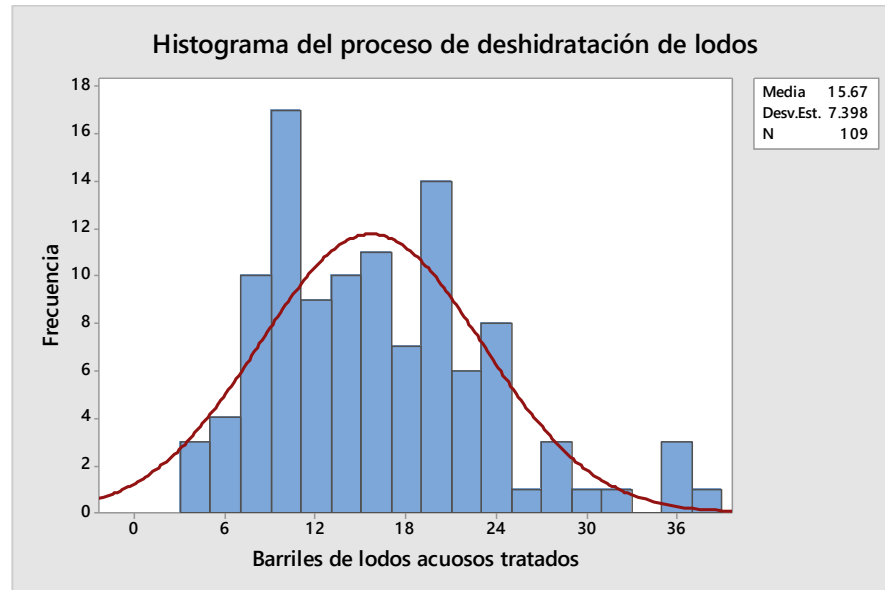
Los datos de la variable del proceso son asimétricos levemente hacia la derecha, como resultado, la gráfica I tiende a tener un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior.

El proceso tiene una tendencia global, es decir, tiene un movimiento bastante consistente en todo el rango de los datos con una tendencia constante y poca variabilidad de un dato a otro. Un punto fuera más allá de 3 desviaciones estándar de la línea central en la gráfica MR, sin embargo, no

es tan significativo. No tiene puntos fuera de control y en virtud de las probabilidades, se puede decir que el proceso es estable.

7.5 Proceso de deshidratación de lodos acuosos

Para el análisis de los datos recolectados en el primer semestre con el proceso de deshidratación de lodos acuosos (Con un total de 182 días; de los cuales 115 días fueron productivos VER ANEXO 5); Haciendo seguimiento al desempeño actual del proceso durante el primer semestre del corriente a modo de exploración se elaboró el siguiente histograma y poder observar la variabilidad dentro del mismo.



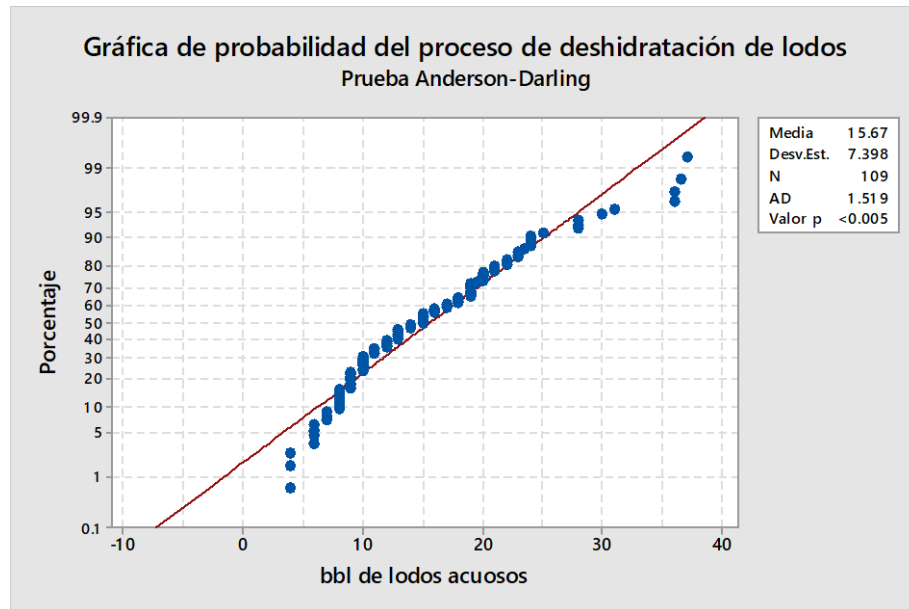
Observando la forma del histograma, se demuestra que presenta una asimetría leve hacia la derecha y una inestabilidad en el proceso. La media del proceso es de 16 barriles tratados por día.

Para comprobar estadísticamente que los datos generados en el proceso no siguen una distribución normal, se han realizado las siguientes pruebas con hipótesis. Se han tomado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula: Las variables siguen una distribución normal.

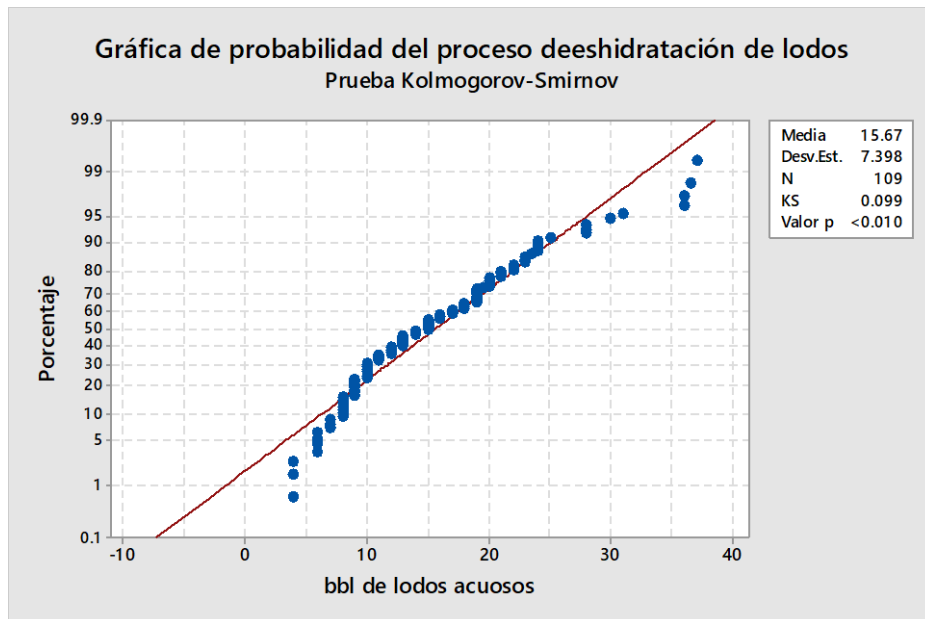
- Hipótesis alternativa: Las variables no siguen una distribución normal.

La primera prueba se hace mediante el método Anderson-Darling.



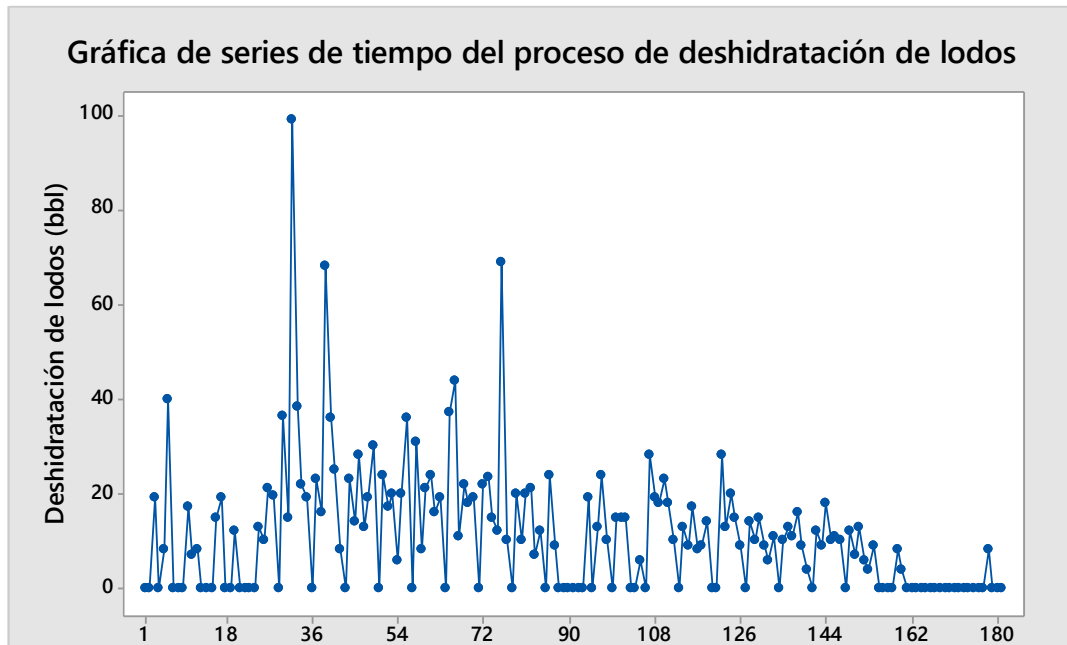
Se obtiene que el coeficiente de Anderson es de 1.5 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos no siguen una distribución normal. Además que el valor probabilístico obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia (0.05).

La segunda prueba se realiza por el método Kolmogorov-Smirnov.



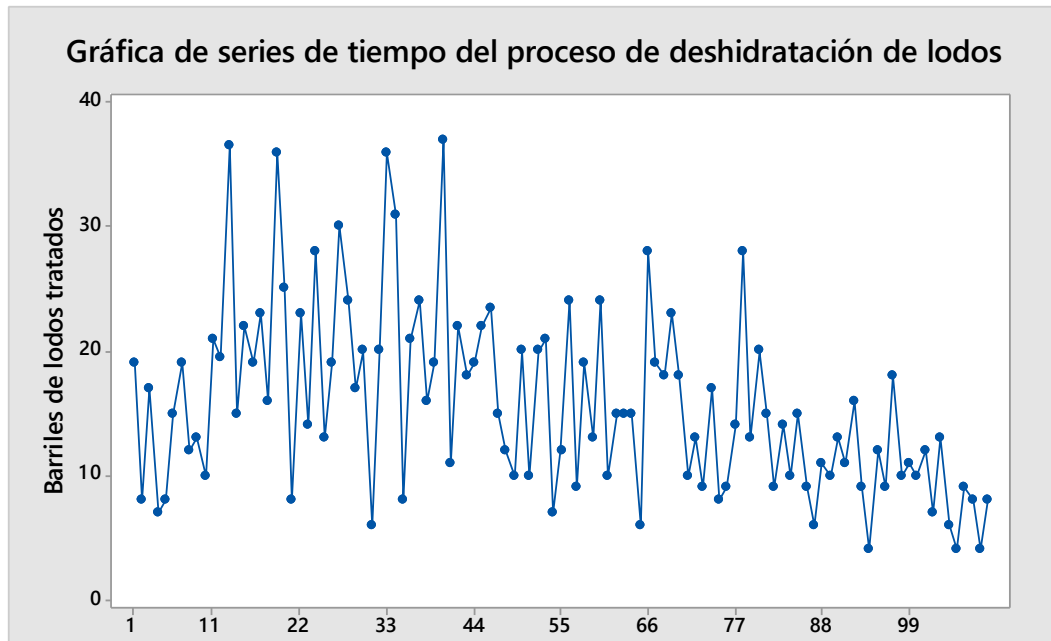
El estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov resulta ser de 0.099. Bajo los parámetros anteriores, al ser mayor de cero se rechaza la hipótesis nula. Ya que el valor de probabilidad es menor que el nivel de significancia establecido en la prueba (1%).

Se ha comprobado que el proceso de incineración no presenta una distribución normal con los datos recolectados y procesados como se mira en la siguiente gráfica.



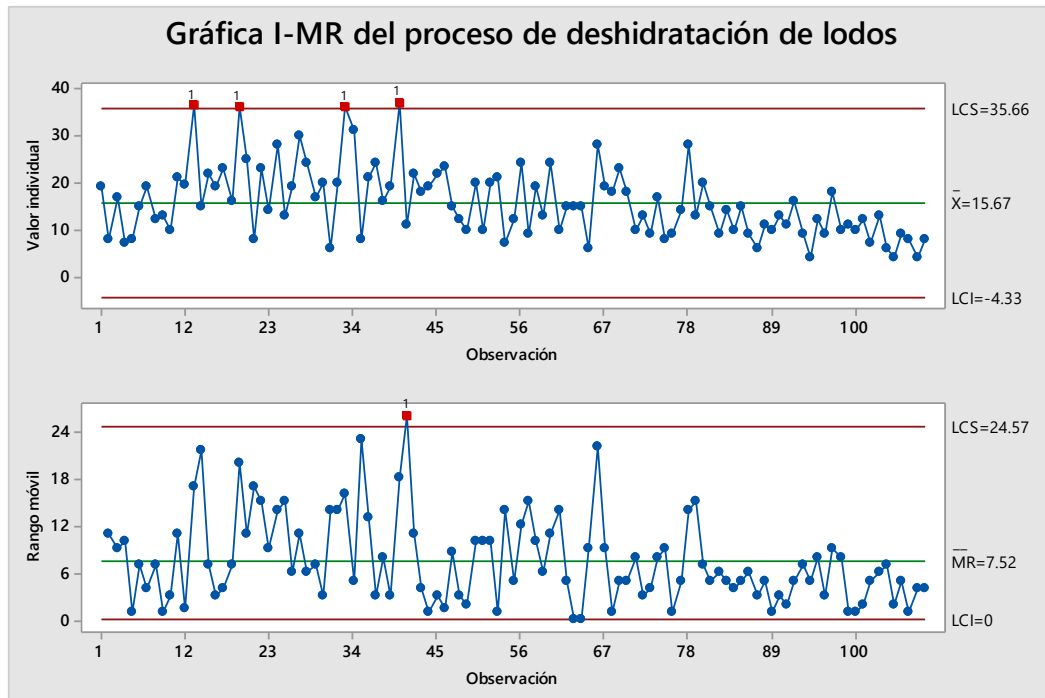
Se puede ver que el proceso presenta varios paros de trabajo a lo largo del semestre (Tomando en cuenta el total de días del semestre), aún más en los últimos días. Esto debido al cambio de estaciones climáticas del país (De verano a invierno).

Para analizar este comportamiento de mejor manera solo se tomarán en cuenta los días productivos sin tomar en cuenta los días donde se presentan valores atípicos.



Si bien con todo lo anterior expuesto se puede concluir que es un proceso inestable; sin embargo por la naturaleza del mismo aún puede ser analizado estadísticamente y comprender su comportamiento ya que es un proceso esporádico ya que solo se genera un dato por cada día trabajado. Podemos observar en la gráfica la variabilidad del proceso y la tendencia de descendencia en el volumen de barriles tratados de lodos acuosos.

Para este análisis se ha utilizado una carta de control (IMR) de observaciones individuales (gráfica I) y rangos móviles (gráfica MR) a lo largo del tiempo para los datos de variable en cuestión. Dichas gráficas se presentan a continuación:



Los datos originales son asimétricos a la derecha, como resultado, la gráfica I tiene un mayor número de puntos por encima del límite de control superior y muy pocos puntos cerca del límite de control inferior. Cuatro puntos (3.7%) están fuera de control en la gráfica de valor individual (Gráfica I), dichos puntos se ubican en días altamente productivos por efectos de tiempo de verano. Un puntos (0.92%) están fuera de control en la gráfica MR. Se puede ver que estos puntos fuera de control en la gráfica I y fuera de control en la gráfica MR no están muy alejados de los límites de control superior en virtud de las probabilidades.

Con el fin de tener una visión más clara, se han investigado los puntos fuera de control y se han omitido aquellos con causas especiales de los cálculos para tener una mayor certeza del mismo. A pesar de esto, se puede concluir que el proceso está en control y que puede ser estable, donde se afecta el ritmo de trabajo debido a los cambios climáticos.

7.6 Proceso de tratamiento de aguas oleosas

El proceso de tratamiento de aguas oleosas es un tanto tardado por el tiempo que se toma para llevar a cabo la decantación, luego pasar por los filtros y su disposición final. Para dar una solución a este problema, se llevaron a cabo pruebas en el laboratorio de control de calidad. Estas pruebas se llevaron a cabo entre el jefe de procesos (ing. Fernando García) y el responsable de control de calidad (ing. Mario Lanuza).

Dichas pruebas consistieron en usar un dispersante para separar los sólidos en suspensión del agua a tratar, y por lo tanto crear un proceso más rápido. El dispersante que se utilizó es el tripolifosfato de sodio (TPP). Este tiene una acción secuestrante o quelante de los iones de calcio y magnesio, reduciendo la dureza del agua, y una acción defloculante, es decir, hace que las partículas de suciedad se mantengan en suspensión.

Cuando el tripolifosfato de sodio es disuelto en el agua, desprende iones de sodio. Este desprendimiento deja al anión tripolifosfato en solución. Esta solución del anión tripolifosfato en agua tiene capacidades limpiadoras, tales como las siguientes:

- Secuestrante de dureza. Cuando se ha formado la solución del anión tripolifosfato en agua tiene la capacidad de dar pie a iones solubles con todos los cationes metálicos. Esta capacidad es fundamental ya que secuestra la dureza presente en el agua y logra un aumento de efectividad de los agentes activos.
- Defloculante de partículas coloidales. Las superficies coloidales tienen amplias capacidades de absorber el anión tripolifosfato. Esto produce partículas coloidales que se repelen mutuamente para mantener la suspensión de las partículas. Esta acción, permite que las partículas de la suciedad que son desprendidas se mantengan en suspensión para poder desecharlas al enjuagar.

Los experimentos en un principio eran para ver la acción de componente en las aguas oleosas, y una vez confirmada tal acción, se procedió a configurar la dosificación en escala.

Se tomó una muestra directamente del tanque 5 de almacenamiento de aguas oleosas como se muestra en la imagen:



A esta muestra se le aplicó una cantidad de TPP y se mezcló. Luego de 35 minutos se obtuvo lo siguiente:



Se puede ver claramente la separación a como sigue: Hidrocarburo, agua y sólidos en la parte inferior.

Ya habiendo puesto en prueba el TPP, se procedió a hacer pruebas para tener una dosificación óptima (La muestra fue tomada del tanque 5 de almacenamiento de aguas oleosas, presentando un color totalmente negro y olor característico de los hidrocarburos), como podemos observar:



A la muestra de aguas oleosas se le agregó un gramo de TPP, y se homogenizo completamente.

Luego de 20 minutos se obtuvo lo siguiente:



Se observa una acción rápida. Al cabo de 45 minutos, se observó lo siguiente:



Se presta atención a una gran separación entre sólidos suspendidos y el agua. Se observa un agua más limpia, generando un poco porcentaje de sedimentos.

El usar este método en el proceso de tratamiento de aguas oleosas trae como consecuencia el aumento de mantenimientos correctivos en el tanque de filtro, en donde la arena sílica tendrá que ser cambiada más constantemente de lo normal.

Se puso en marcha el proyecto en el producto almacenado en los tanques 1 y 2 de aguas oleosas. Se tomó una muestra del agua tratada (Entrada al proceso y salida del mismo) y se llevaron a cabo exámenes en CIRA. Los resultados se compararon con la última prueba llevada a cabo en el primer semestre de 2018, y se obtuvo lo siguiente:

Parámetros	Parámetros establecidos	Unidad de medida	Entrada 1er semestre 2018	Entrada 2do semestre 2018	% de variación	Salida 1er semestre 2018	Salida 2do semestre 2018	% de variación
Temperatura	50	°C	31.7	31.6	0,32%	30	29.1	3%
pH	6-9	Unidades de pH	6.33	5.28	16,59%	7.96	8.39	-5,4%
Sólidos suspendidos totales	50 mg/l	mg/l	263.15	437.5	-66,25%	33.5	6.31	81,16%
Aceites y grasas	20 mg/l	mg/l	188.38	43.8	76,75%	8.61	1.6	81,42%
DBO	110 mg/l	mg/l	2054	5292	-157,64%	221.2	14.09	93,63%
DQO	200 mg/l	mg/l	3736.4	6823.33	-82,62%	407.18	35.29	91,33%
Nitrógeno amoniacal	10 mg/l	mg/l	244.04	88.04	63,92%	30.35	0.001	100%
Fósforo total	5 mg/l	mg/l	29.66	290.16	-878,29%	1	0.46	54%
Compuestos fenólicos	0.05 mg/l	mg/l	7.88	3.66	53,55%	0.077	0.05	35,06%
Sulfuro total	0.5 mg/l	mg/l	9.24	3.89	57,9%	1.57	2.24	-42,68%
Arsénico total	2 mg/l	µg/l-1	0.00108	0.000691	36,02%	0.00769	0.0135	-75,55%
Cadmio total	0.2 mg/l	µg/l-1	0.000029	0.00035	-1106,9%	0.00098	0.00015	84,69%
Zinc total	2 mg/l	µg/l-1	0.24175	0.7522	-211,15%	0.0801	0.1962	-144,94%
Cobre total	2 mg/l	µg/l-1	0.02538	0.05602	-120,72%	0.00439	0.0018	59%
Cromo total	1 mg/l	µg/l-1	0.01506	0.02749	-82,54%	0.00675	0.00046	93,19%
Mercurio total	0.002 mg/l	µg/l-1	0.00013	0.000095	26,92%	0.0009	0.0009	0%
Níquel total	2 mg/l	µg/l-1	0.03139	0.09991	-218,29%	0.0191	0.00028	98,53%
Plomo total	0.02 mg/l	µg/l-1	0.00359	0.000084	97,66%	0.0029	0.00109	62,41%
Selenio total	1 mg/l	µg/l-1	0.00443	0.00443	0%	0.00443	0.00443	0%

Los porcentajes de variación positivos significan una disminución en los resultados; y los negativos indican un aumento en estos. Si bien los resultados con aumentos de igual manera se encuentran dentro de los parámetros permisibles establecidos. El agua presenta resultados favorables, bajo control y con mejoras.

El proceso no lleva un control establecido de las cantidades tratadas de agua, y para tener un control de este se creó el siguiente formato:

CONTROL DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS OLEOSAS										
Fecha	Volumen de agua a tratar (gls)	Propiedades físicas iniciales		PH	Cantidad de lodos acuosos generados	Propiedades físicas finales		PH	Verificado	Supervisado
		Color	Olor			Color	Olor			

Este formato ya está en ejecución para obtener datos reales del proceso, y de esta manera poder estudiar el comportamiento del mismo.

7.7 Producción de combustible alternativo

SERTRASA Oil Recycling trabaja realizando un combustible alternativo para calderas de altas temperaturas, donde cada cliente tiene un producto de características diferentes. En la producción de este combustible alternativo incurren materias primas diferentes como el slugde bunker y aceites lubricantes usados; los cuales son recolectados a nivel nacional donde cada lote de estos productos entrantes a la planta debe ser muestreado por control de calidad para posteriormente ser clasificado.

Las especificaciones y requerimientos de calidad son planteados por los clientes y la empresa cumple con entregar el combustible alternativo cumpliendo con lo solicitado. Para cumplir con los requerimientos de cada cliente se

realiza un muestreo para determinar las especificaciones que debe cumplir el producto base para ser procesado y despachado al cliente.

Las características que conforman el control de calidad son los niveles de viscosidad, densidad y porcentaje de humedad de las sustancias. Los actuales clientes de este producto son CEMEX e INCASA principalmente.

Durante el segundo semestre de 2018, se despacharon las siguientes cantidades:

Despacho de combustible alterno durante el segundo semestre de 2018	
Mes	Cantidades (Galones)
Julio	41,000.0
Agosto	33,830.0
Septiembre	29,500.0
Octubre	56,055.0
Noviembre	36,055.0
Diciembre	22,000.0
Total	218,440.0

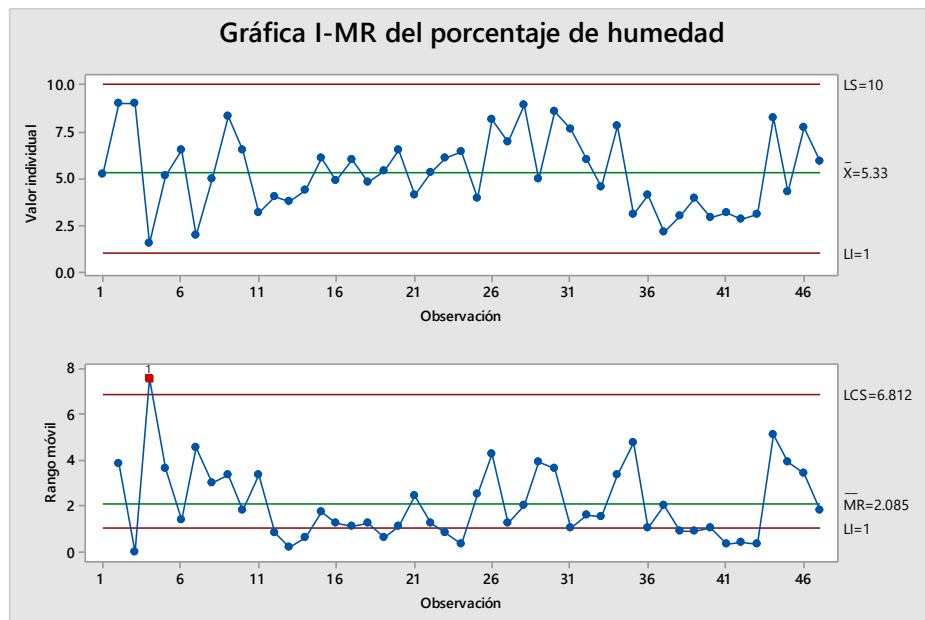
Para analizar estadísticamente el comportamiento de esta producción de combustible alterno, se ha tomado en cuenta únicamente los despachos de producto para la empresa CEMEX puesto que es actualmente el cliente con mayor demanda del mismo, así como los parámetros establecidos de control de calidad específicos para este cliente. Estos han sido 47 despachos a lo largo del primer semestre de 2017.

CEMEX demanda los siguientes parámetros permisibles en el producto:

- Un porcentaje de humedad entre el 1% al 10% como máximo.
- Una viscosidad entre 120 a 185 cst.
- Una densidad entre 0.79 a 0.90 g/cm³.

El parámetro de porcentaje de humedad es el más importante de los requerimientos del cliente, y el más variable. Por ello es que el análisis en la producción se ha centrado mayormente en este:

a. Porcentaje de humedad del producto.



Se realizó una prueba de normalidad con el método Anderson-Darling, para verificar la estabilidad en la producción del producto, concluyendo que sigue una distribución normal y es estable.

VIII. PROCESOS OPERATIVOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Entenderemos por procedimiento, la sucesión cronológica o secuencial de las actividades concatenadas, que precisan de manera sistemática la manera de realizar una función o aspecto de ella. Son las actividades que realizamos diariamente dentro de la organización en relación directa o indirecta con el cliente.

Realizado con información suministrada por el personal, en las diferentes áreas de procesos, almacenamiento, recepción y bodegas. La cual se logra mediante la recolección de datos relevantes en las diferentes áreas siendo asesorado por los colaboradores, quienes proporcionan las técnicas necesarias para el logro.

Posteriormente se realizará una descripción detallada de los diferentes procesos, utilizando las diferentes herramientas de diagnóstico. La elaboración de estos procedimientos, ayudarán a determinar las diferentes fallas existentes en dichos procedimientos para así poder proporcionar mejoras de una manera pronta y oportuna, antes de que se susciten problemas que puedan afectar la productividad de la planta. Así como también el control de todos los puntos críticos dentro de los procedimientos para la consecución de todas las normas establecidas en cumplimiento con la legislación rigente.

8.1 Proceso de producción de combustible alterno

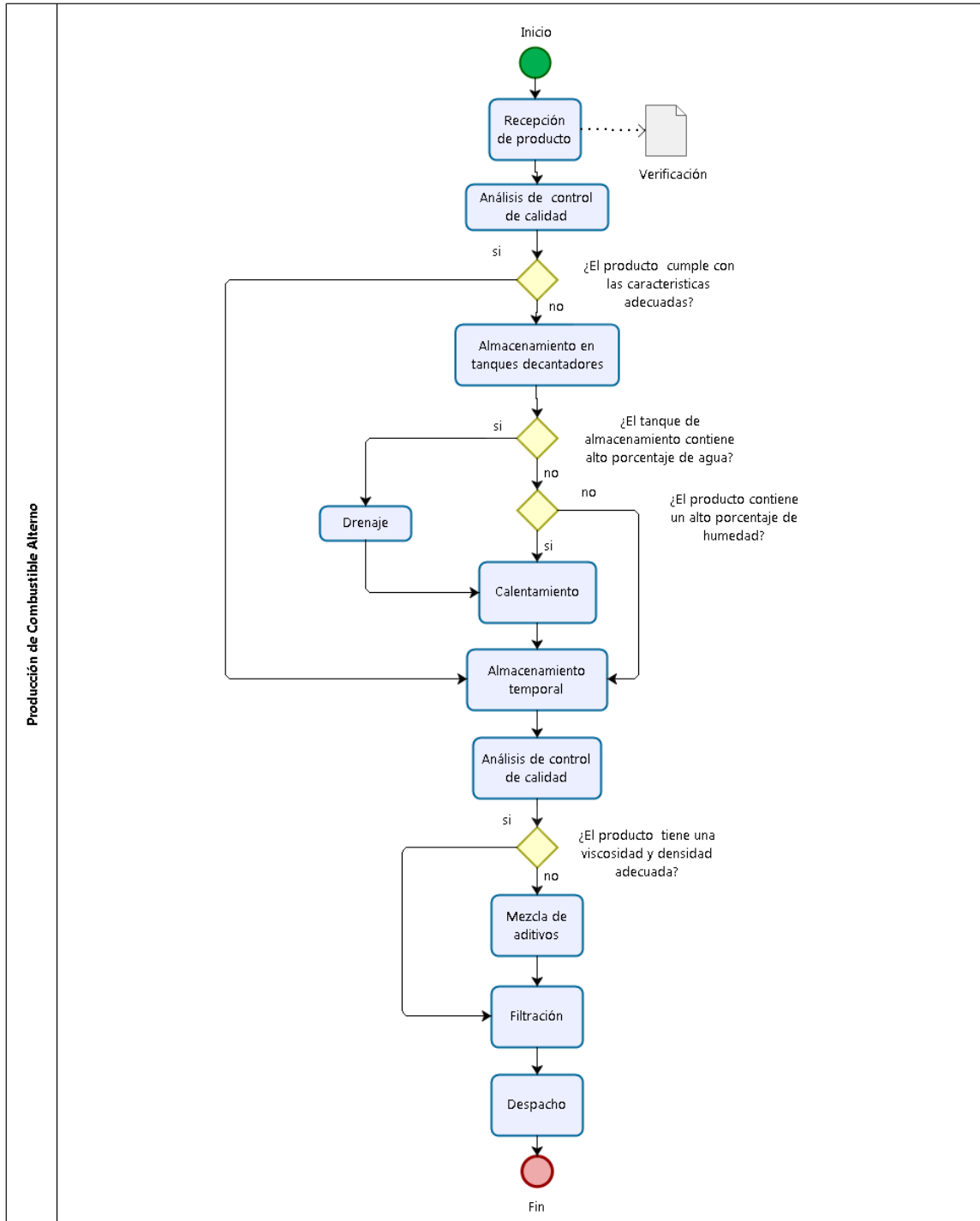


Diagrama 5. Proceso de producción de combustible alternativo
Descripción del proceso.

a. Recepción del producto

El producto recolectado es recibido en la planta de tratamiento en el área de carga/descarga, en espera mientras se verifica el producto y se decide el tanque de almacenamiento donde se va a trasegar el producto.

a.1 Verificación

El jefe de procesos con la Orden de Trabajo, verifica que las cantidades descritas en el documento sean iguales a las recibidas en planta. En caso de ser diferentes, se deberá dejar por escrito en el documento.

b. Análisis de control de calidad

El producto recibido es analizado por el jefe de procesos con ayuda del encargado de control de calidad de la planta. Se realiza un muestreo aleatorio y se realiza la prueba de porcentaje de humedad que contiene el producto.

c. ¿El producto cumple con las características adecuadas?

Una vez obtenido el resultado de las pruebas de control de calidad, se toma la decisión del lugar de almacenaje. Las características adecuadas que debe presentar el producto son las siguientes:

- Tener una viscosidad por encima de 200 cst.
- Tener una densidad menor de 0.90 gr/ml.
- Tener una humedad de 2 a 5 %.
- Color característico café oscuro.
- Libre de sedimentos materias extrañas

Si el producto cumple con las características adecuadas, este producto será almacenado directamente en la cisterna de almacenaje para producto terminado (Unidad UT-09) como lo describe el procedimiento i.

Si el producto no cumple con estas características, continuar con el siguiente procedimiento.

d. Almacenamiento en tanques decantadores

El producto es trasegado al tanque de acuerdo a su porcentaje de humedad (Tk 2, 3,4). Es almacenado temporalmente en estos tanques para ser decantados, con el fin de separar los sedimentos sólidos del producto.

Estos tanques tienen las siguientes capacidades de almacenamiento (Medidos en galones):

TK1:	5,000	(cinco mil).
TK2:	10,000	(diez mil).
TK3:	10,000	(diez mil).
TK4:	13,000	(trece mil).

e. ¿El tanque de almacenamiento contiene alto porcentaje de agua?

Si el tanque de almacenamiento decantador de donde se extraerá producto contiene un alto porcentaje de agua, se continuará con el procedimiento f. De lo contrario, seguir con el procedimiento g.

f. Drenaje

Para verificar que el agua se encuentra en la parte inferior del tanque de almacenamiento (Por su densidad mayor a la del aceite y que ha estado almacenado por más de 48 horas), se deberá hacer una prueba. Se colocará un barril vacío en la válvula de contención, se abrirá lentamente la válvula del tanque que se desea drenar y se verificará que es solamente agua contaminada lo que se extrae. Teniendo una respuesta positiva, se procederá a drenar.

g. ¿El producto contiene un alto porcentaje de humedad?

Si el producto tiene un alto porcentaje de humedad (>10%H), entonces se procederá con el procedimiento siguiente. De lo contrario, continuar con el procedimiento i.

h. Calentamiento

El producto se trasegará al tanque de calentamiento (Tk 1, con capacidad de 5,000 galones), en donde se calentará a una temperatura de 100 a 150 °C. Esto con el fin de disminuir su porcentaje de humedad. Luego de esto, el producto se deberá dejar enfriar por 24 horas para poder ser trasegado.

i. Almacenamiento temporal

Una vez listo el producto, se trasegará a la cisterna de almacenamiento temporal mientras se prepara su despacho (Unidad UT-09, con capacidad de 8,000 galones).

j. Análisis de control de calidad

El combustible alterno debe de ser controlado mediante los parámetros de porcentaje de humedad, nivel de viscosidad y densidad. El encargado de control de calidad realizará estas pruebas, y dará su resultado al jefe de procesos.

k. ¿El producto tiene una viscosidad y densidad adecuada?

El jefe de procesos con los resultados del laboratorio de control de calidad, comparará estos con las especificaciones demandadas por el cliente. Si el producto cumple con los parámetros indicados, se continuará con el procedimiento m. De lo contrario, se proseguirá con el siguiente procedimiento.

l. Mezcla de aditivos

La mezcla de aditivos se llevará a cabo en acuerdo con lo deseado:

- Disminuir la viscosidad y densidad del producto: Se agregará diésel contaminado, keroseno o aceite vegetal contaminado. La dosificación se deberá de consultar con el encargado de control de calidad.
- Aumentar la viscosidad y densidad del producto: Se agregará slugde de bunker. La dosificación se deberá de consultar con el encargado de control de calidad.

Se deberá realizar otra vez el análisis de control de calidad, hasta obtener los parámetros deseados.

m. Filtración

Se conectarán las dos mangueras hidráulicas al sistema de filtros, y ambas se instalarán dentro de la cisterna de despacho. Esto con el fin de recircular el producto homogenizándolo, y a su vez ser filtrado.

n. Despacho

Una vez listo el producto final, se deberá trasegar el combustible a la cisterna de despacho correspondiente. Se deberá de tomar una muestra, y llenar los formatos de despacho con el fin de asegurar al cliente la calidad del producto que está recibiendo.

8.2 Proceso de tratamiento de aguas oleosas

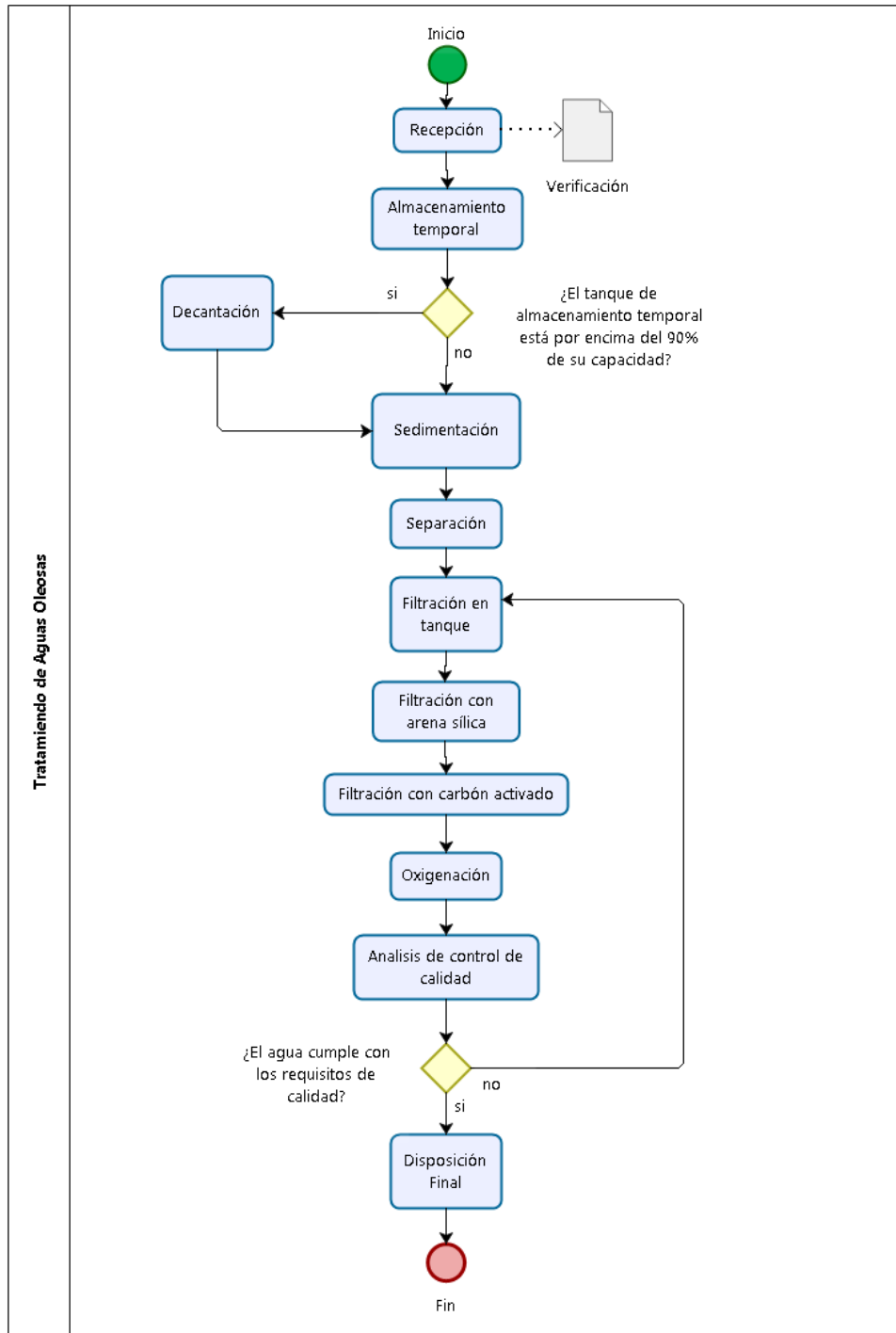


Diagrama 6. Proceso de tratamiento de aguas oleosas.

Descripción del proceso.

a. Recepción

El producto recolectado es recibido en la planta de tratamiento en el área de carga/descarga, en espera mientras se verifica el producto y se decide el tanque de almacenamiento donde se va a trasegar el producto.

a.1 Verificación

El jefe de procesos con la Orden de Trabajo, verifica que las cantidades descritas en el documento sean iguales a las recibidas en planta. En caso de ser diferentes, se deberá dejar por escrito en el documento.

b. Almacenamiento temporal

Las cantidades de aguas oleosas recibidas en la planta, serán almacenadas en el tanque 5 (Con una capacidad de 30,000 galones) para luego ser procesadas.

c. ¿El tanque de almacenamiento temporal está por encima del 90% de su capacidad?

Si el tanque de almacenamiento está por encima del 90% de su capacidad, este deberá de ser decantado (Proseguir con el siguiente procedimiento). De no ser así, se continuará con el procedimiento e.

d. Decantación

Estas aguas oleosas pueden contener aceite y/o slugde bunker. Dentro del tanque de almacenamiento por a su tiempo en reposo y por diferencia de densidad, el aceite y/o slugde se encontrará en la parte superior. Se deberá extraer por medio de bombas hacía un deposito temporal.

e. Sedimentación

Para este procedimiento se cuenta con dos tanques de sedimentación independientes. El agua se traspasa del tanque de almacenamiento (Tk 5), a estos dos tanques (Tk 1 y 2 para aguas oleosas, con capacidades de 3,500 y 1,600 galones respectivamente) hasta llegar a su capacidad máxima. Se mantendrán en reposo durante tres días, para que se dé el proceso de sedimentación y separar los sólidos. Ambos tanques tienen válvulas de contención para retirar estos sólidos para continuar con el siguiente procedimiento.

f. Separación

El agua de los tanques de sedimentación se traspasa hacia el sistema separador OIL SEP, en donde se da la separación de las partículas oleaginosas del agua por gravedad. El aceite es enviado a un recipiente recolector del material separado, mientras que el agua pasa a través de paquetes de lamelas de polipropileno. En donde se da una ulterior separación del aceite residuo y de los sólidos cuando impactan las superficies de las lamelas. Las partículas sólidas decantan al fondo mientras que las partículas oleaginosas suben al área de recolección.

La remoción del aceite separado se efectúa manualmente con descarga en un recipiente adecuado para esto; el cual una vez lleno es trasladado al área de producción de combustible alterno.

g. Filtración en tanque

Luego de pasar por el separador, el agua oleosa es trasegada al tanque filtro (Tk 3 de aguas oleosas).

La filtración lenta se produce en un tanque vertical con un sistema multicapa de lechos filtrantes de material granular:

- 3m³ de arena, el cual no permite pasar las partículas grandes.
- 2m³ de carbón natural, el cual detiene ácido sulfúrico y nítrico dar mejor color y olor en porción de 40/100.
- 2m³ de piedra pómez, la cual es de origen volcánica y su función es eliminar turbidez y absorbe ciertos elementos como lo son níquel, mercurio plomo, entre otros.
- 4m³ de hormigón, el cual absorbe trazas de aceites que se escapen en el resto de los lechos filtrantes y retiene materias extrañas que contenga el agua. En este lecho de materiales filtrantes el líquido circula de forma ascendente hasta la superficie. En esta etapa actúan bacterias aerobias adheridas en el lecho, eliminando residuos sólidos, olor y color característico.

h. Filtración con arena sílica

Luego, el agua es debe de ser traspasada por un filtro con arena sílica, eliminando las trazas de aceite que contenga el agua.

i. Filtración con carbón activado

Seguido a un segundo filtro de carbón activado granular, el cual ayuda a un mejoramiento en color, olor y elimina turbidez.

j. Oxigenación

Este proceso se realiza por tres objetivos:

- Introducción de oxígeno del aire en el agua.
- Liberación de gases disueltos (Como es el dióxido de carbono y ácido sulfhídrico).
- Eliminación de sustancias volátiles que causan el sabor y olor.

El agua después de su filtración es descargada por una tubería elevada que la lleva a una serie de artesas donde cae el agua a través de pequeños agujeros del fondo, derramándose así por los bordes de la tubería y recolectándose en las pilas de almacenamiento, en donde son recirculadas nuevamente para lograr una oxigenación eficaz.

k. Análisis de control de calidad

El encargado de control de calidad, tomará una muestra para analizar la calidad del agua en cuanto a sus características físico-químicas.

l. ¿El agua cumple con los requisitos de calidad?

Teniendo los resultados del análisis, el jefe de planta tomará la decisión: Si el agua cumple con los requisitos de calidad que debe de tener, el proseguirá con el siguiente procedimiento; de lo contrario, se deberá de volver a filtrar en el procedimiento g.

m. Disposición final.

Una vez terminado el proceso y teniendo un agua que cumple con los requisitos de calidad (Disminución de parámetros físico-químicos, establecidos en la autorización ambiental emitidos por el decreto 33-95) establecidos analizados en el laboratorio de control de calidad, se deberá trasladar a la planta de tratamientos de EPC, en San Benito.

8.3 Proceso de pre tratamiento de lodos acuosos

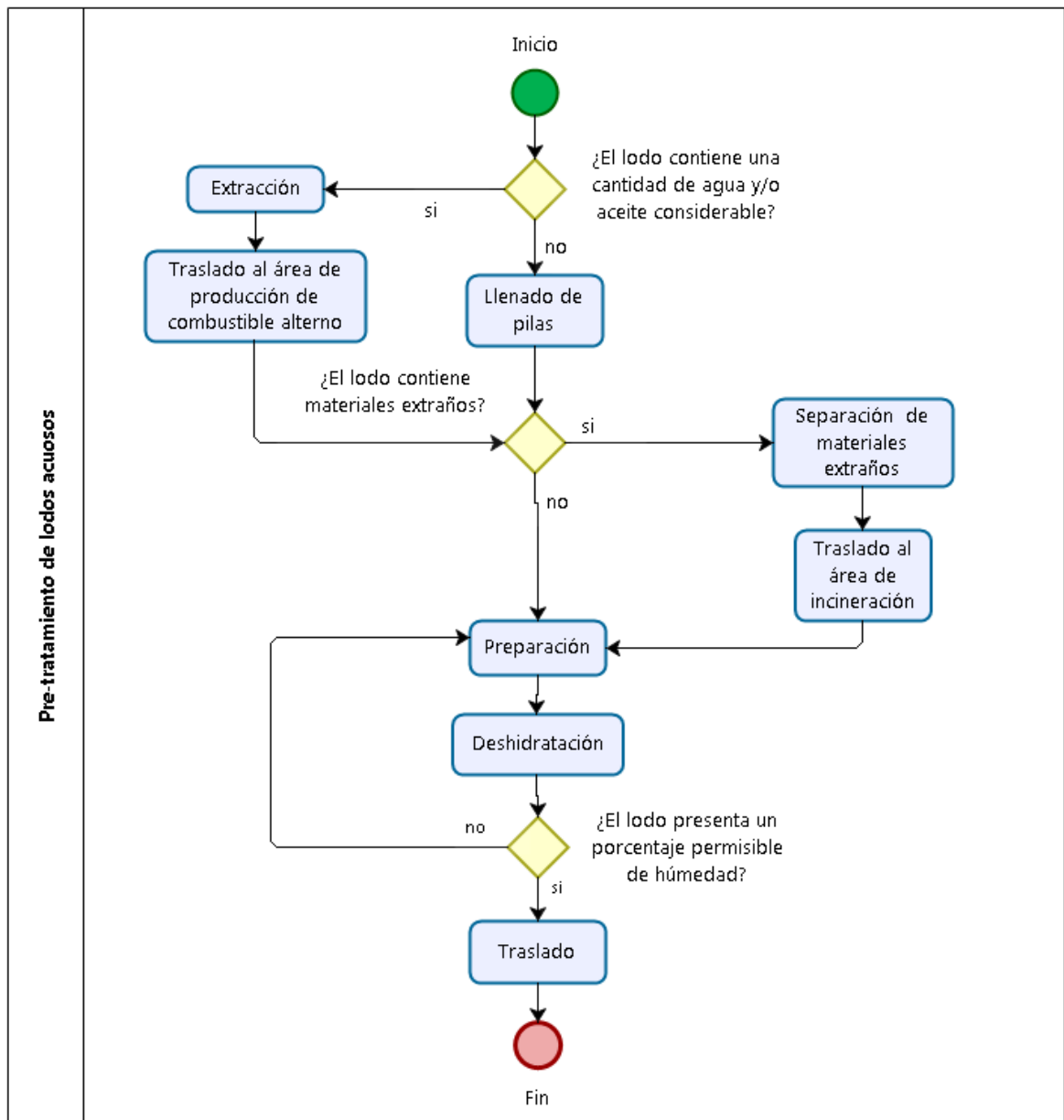


Diagrama 5. Proceso de pre tratamiento de lodos acuosos.

Descripción del proceso.

a. ¿El lodo contiene una cantidad de agua y/o aceite considerable?

Se verificará en el área de almacenamiento de estos lodos, que el producto no contenga un alto porcentaje de agua y/o aceite. Esto es posible ya que por reposo se ejecuta una decantación. De ser así, se continuará con el procedimiento d. De lo contrario, se proseguirá con el procedimiento b.

b. Extracción

Haciendo uso de un contenedor pequeño y un barril vacío, se extraerá el mayor porcentaje de agua y/o aceite del lodo que será dispuesto a tratar.

c. Traslado al área de producción de combustible alterno.

El agua y/o aceite recolectado de los depósitos de lodos, será trasladado al área de producción de combustible alterno, para continuar con su disposición ya sea como aguas oleosas o como aceite lubricante usado.

d. Llenado de pilas

El lodo será trasladado haciendo uso de una carretilla hacia la pila vacía seleccionada para el tratamiento. Se verterá en ella el producto necesario hasta que esté llena.

e. ¿El lodo contiene materiales extraños?

Si el lodo vertido contiene materiales extraños (Hilazas, cartones, basura común, balines, materiales varios), se proseguirá con el proceso f. De lo contrario, se continuará con el procedimiento h.

f. Separación de materiales extraños

El lodo se extenderá uniformemente sobre la pila. Haciendo uso de un tridente se irá extrayendo todo aquel material sólido que pueda contener. Este se irá acopiando en un barril vacío utilizado para esta operación.

g. Traslado al área de incineración

Una vez lleno el contenedor de materiales sólidos extraídos de la pila, será trasladado al área de incineración con fin de dar disposición final a estos con el proceso de incineración.

h. Preparación

El lodo es mezclado con cal reactiva para su acondicionamiento previo a la deshidratación. Se mezcla el lodo con cal de forma homogénea, con el objetivo de generar una reacción de hidratación de la misma y despedir el calor correspondiente en las condiciones de operación adecuada (Temperatura y tiempo). Además ayuda a eliminar el hedor de estos lodos.

i. Deshidratación

Los lodos son deshidratados de forma natural mediante la acción de la luz solar. Son removidos cada dos días o según el porcentaje de humedad que posean.

j. ¿El lodo presenta un porcentaje permisible de humedad?

Si el lodo se encuentra deshidratado (seco, de tacto sólido) se continuará con el siguiente procedimiento. De lo contrario, se deberá repetir el procedimiento h.

j. Traslado

Una vez deshidratados los lodos y que estos han alcanzado su nivel permisible de humedad, son enviados a la planta de tratamiento de EPC en San Benito, en donde se tratan con un proceso de descontaminación mediante el uso de bacterias remediadoras. La disposición final está a cargo de EPC una vez que se determina que el suelo está apto para disponerse.

8.4 Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos.

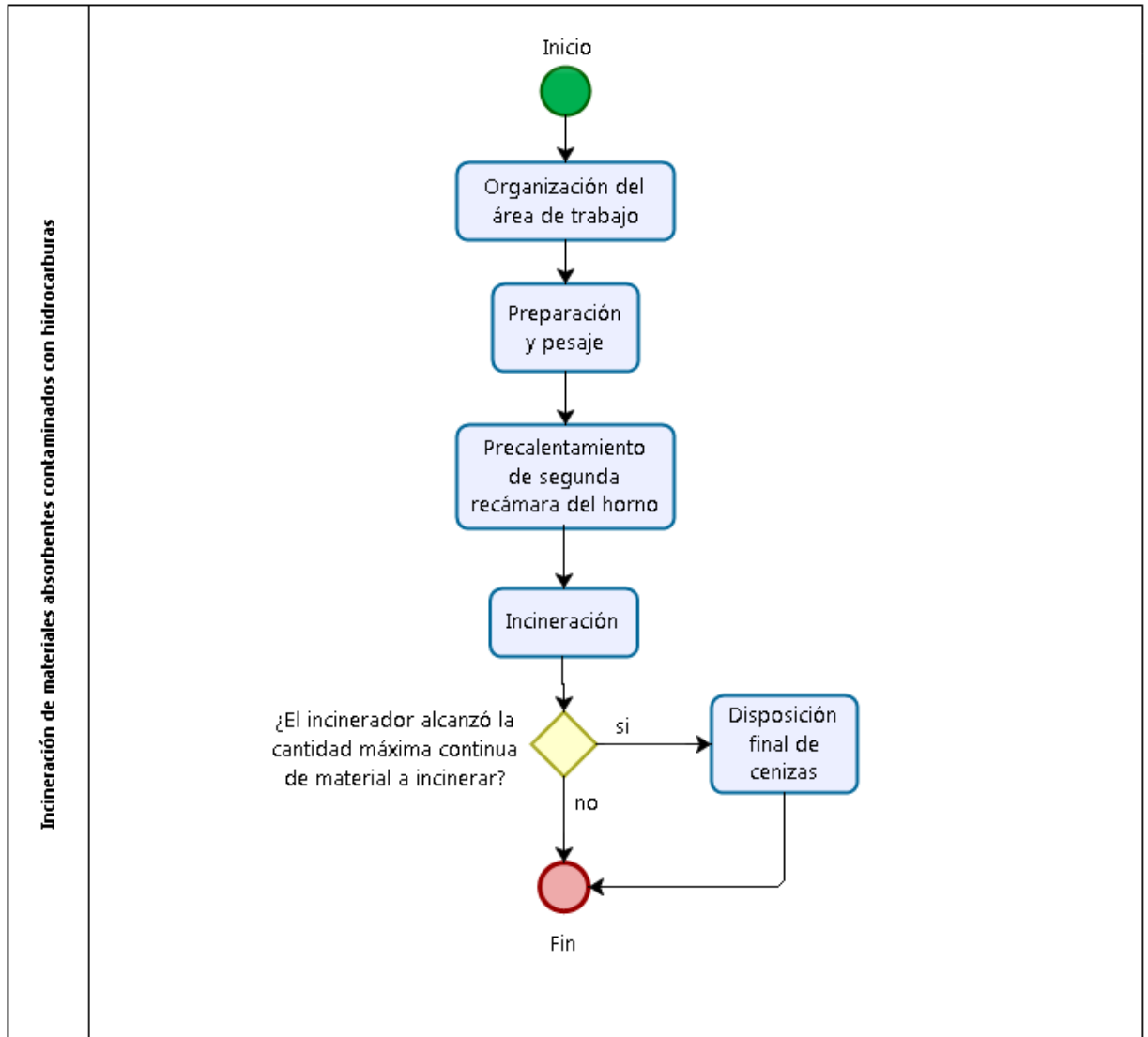


Diagrama 7. Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos.

Descripción del proceso:

a. Organización del área de trabajo

La limpieza total del área se deberá de realizar antes de empezar las operaciones. Verificar que las herramientas a manipular deban estar totalmente limpias en el área; en caso de estar sucios, se deberán de limpiar lo que sea necesario. Así mismo el ordenamiento de esta. Juntar los barriles con producto a incinerar en un solo lugar; retirar los barriles vacíos y cualquier objeto que retrase el proceso.

b. Preparación y pesaje

Los barriles listos con el producto preparado deberán de ser pesados haciendo uso de la báscula industrial de plataforma dentro del área. El peso debe de documentarse en la bitácora asignada al operador de este proceso.

c. Pre calentamiento de segunda recámara del horno

Previamente se introducirá material a incinerar en el horno y se activarán los fusiles de electricidad dentro del panel.

Con el panel de control, se encenderá el sistema automatizado. Se colocará en modo manual y se activará el botón de acción de la bomba de combustible, así como el botón del quemador número dos, y la electroválvula del quemador número dos, y se accionará el botón de ignición de esta cámara.

d. Incineración

Una vez que la segunda cámara del horno ha alcanzado la temperatura adecuada ($>1000^{\circ}\text{C}$) para poder quemar los gases generados en la primera cámara, se empezará a introducir cierto volumen de material por la compuerta de la primera cámara, y se cerrará en seguida.

Se esperará el tiempo debido (Hasta que cese el volumen de humo extraído por la chimenea), para seguir introduciendo más material. Se repetirá el procedimiento constantemente, manteniendo el horno en las temperaturas adecuadas.

e. ¿El incinerador alcanzó la cantidad máxima continua de material a incinerar?

Si aún no la ha alcanzado, se pondrá en enfriamiento el sistema (Con el fin de que el aire del blower baje la temperatura de las cámaras del horno) y luego se apagará al final de la jornada laboral. De lo contrario, continuar con el siguiente procedimiento.

f. Disposición final

Ya que el incinerador alcanzó la cantidad máxima de materiales incinerados, se deberán extraer las cenizas, abriendo la compuerta de la primera cámara del horno.

Estas cenizas obtenidas por el proceso de incineración se inertizan con cemento, tal como lo dispone la autorización para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos MTDRP NO. 018-2011. Este método consiste en mezclar las cenizas con pedrín, arena, agua y cemento (Relación cemento-arena-pedrín-agua-cenizas 2-1-2-1-1).

8.5 Proceso de incineración de materiales metálicos con hidrocarburos

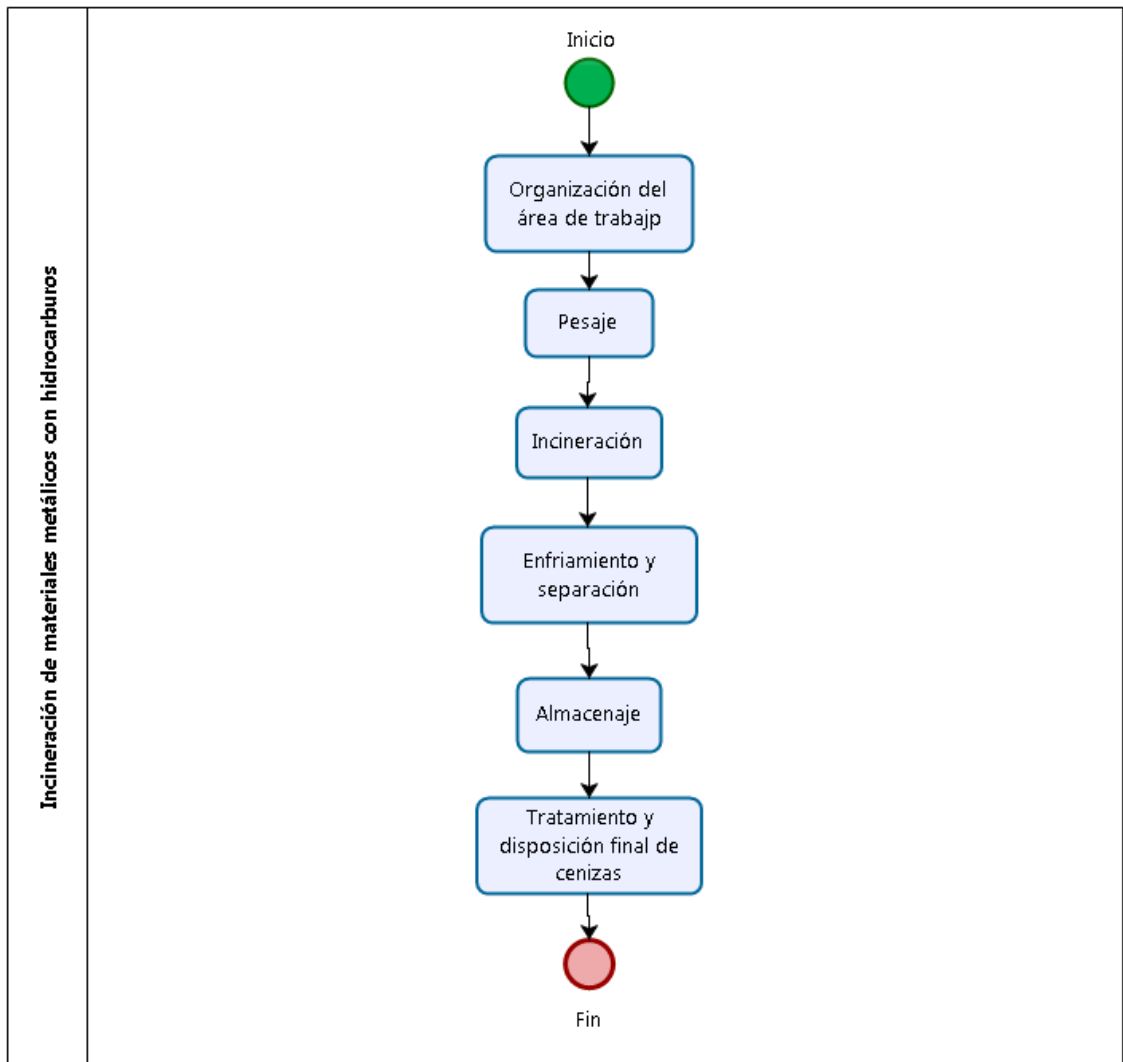


Diagrama 8. Proceso de incineración de materiales metálicos con hidrocarburos.

Descripción del proceso.

a. Organización del área de trabajo.

La limpieza total del área se deberá de realizar antes de empezar las operaciones. Verificar que las herramientas a manipular deban estar totalmente limpias en el área; en caso de estar sucios, se deberán de limpiar lo que sea necesario. Así mismo el ordenamiento de esta. Juntar los barriles con producto a incinerar en un solo lugar; retirar los barriles vacíos y cualquier objeto que retrase el proceso.

b. Pesaje

Los barriles listos con el producto preparado deberán de ser pesados haciendo uso de la báscula industrial de plataforma dentro del área. El peso debe de documentarse en la bitácora asignada al operador de este proceso.

c. Incineración

Inicialmente se colocará el barril en la carretilla del incinerador y haciendo uso de cerillos e hilazas, se encenderá manualmente fuego ya que estos materiales están contaminados con hidrocarburos (Productos volátiles, tóxicos e inflamables). Se colocará el barril bajo la chimenea, y se encenderá el blower para aumentar la llama interna del fuego. Luego, se cerrará el barril y se dispondrá a incinerar.

El incinerador es un sistema cerrado por donde no hay emanaciones de gases que puedan contaminar el entorno, donde se queman los residuos a una temperatura comprendida entre 600°C a 700°C.

d. Enfriamiento y separación

Una vez terminado el procedimiento de incineración, estos barriles serán ubicados en un área aislada del incinerador con el objetivo de enfriar el producto y continuar con el procedimiento.

Una vez los barriles fríos, se verterán en la canoa de almacenamiento temporal en donde se separarán los desechos metálicos (En un barril vacío) y las cenizas generadas por la incineración.

e. Almacenaje

Los barriles con desechos metálicos, serán empacados en sacos y cerrados. Serán almacenados en la bodega de chatarra, para luego ser enviados a empresas recolectoras de chatarra como destino final.

f. Tratamiento y disposición final de cenizas

Estas cenizas obtenidas por el proceso de incineración, se inertizan con cemento, tal como lo dispone la autorización para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos MTDRP NO. 018-2011. Este método consiste en mezclar las cenizas con pedrín, arena, agua y cemento (Relación cemento-arena-pedrín-agua-cenizas 2-1-2-1-1).

8.6 Proceso de corte de materiales metálicos con hidrocarburos.

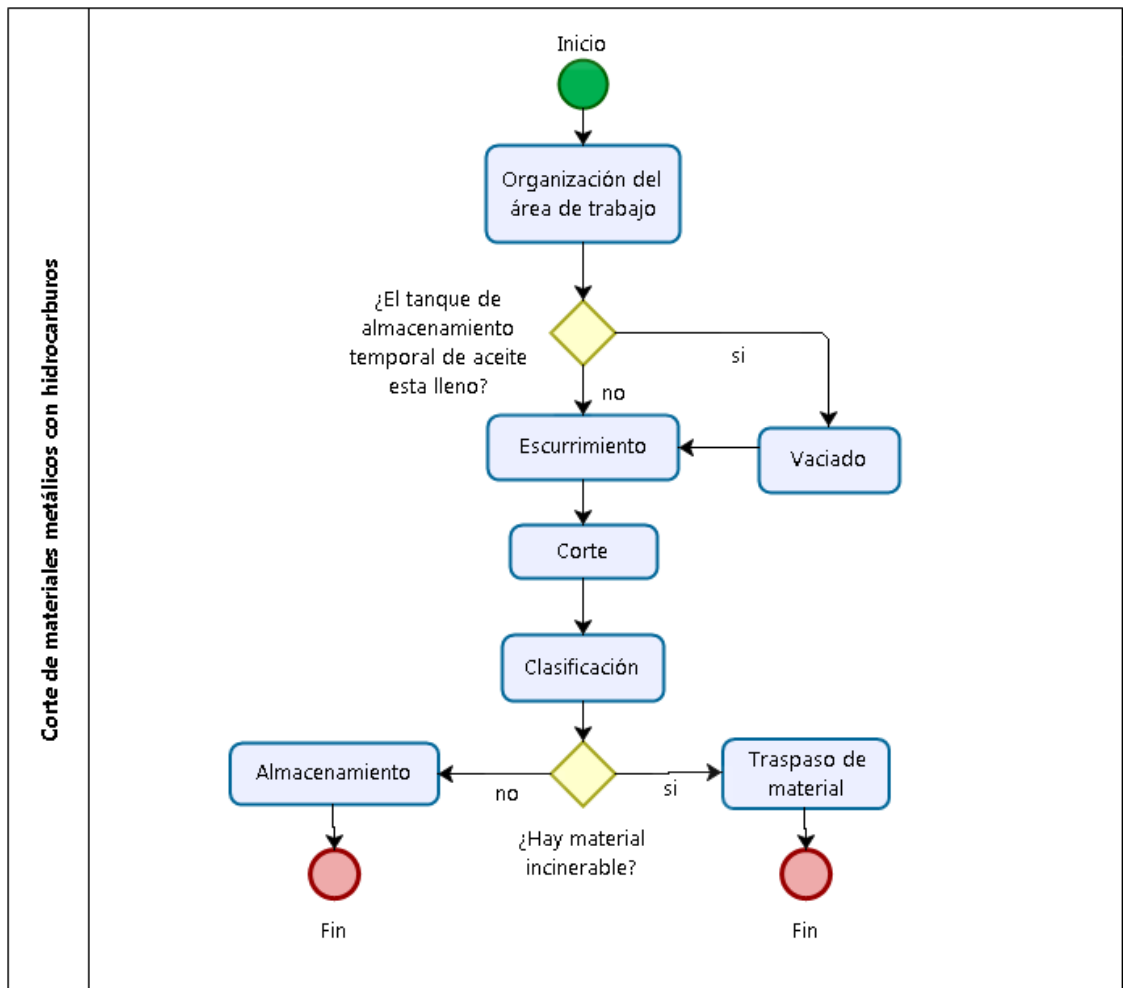


Diagrama 9. Proceso de corte de materiales metálicos con hidrocarburos.

Descripción del proceso.

a. Organización del área de trabajo

La limpieza total del área se deberá de realizar antes de empezar las operaciones. Verificar que las herramientas a manipular deban estar totalmente limpias y en buenas condiciones; en caso de estar sucios, se deberá de limpiar lo que sea necesario. Así mismo el ordenamiento del área.

b. ¿El tanque de almacenamiento temporal está lleno?

Si el tanque aún no está lleno con aceite, se continuará con el procedimiento

d. De lo contrario, se proseguirá con el siguiente procedimiento.

c. Vaciado

El tanque de almacenamiento temporal de aceite de la canoa de escurrimiento, será vaciado con un barril. Este será llevado al área de producción de combustible alterno para ser tratado.

d. Escurrimiento

Se verterán los filtros de aceite y/o mangueras hidráulicas boca abajo de manera ordenada, con el fin de extraer la mayor cantidad de aceite contenido durante al menos 24 horas.

e. Corte

El filtro y/o manguera son colocados bajo la cortadora a cierto nivel, para ser cortados de manera transversal. En el caso de los filtros de aceite, esto se realiza con el fin de retirar del mismo el caso metálico y en el caso de las mangueras hidráulicas, se realiza con el fin de retirar los componentes metálicos, y reducir sus dimensiones.

f. Clasificación

Una vez el producto cortado, se deberá clasificar de acuerdo a sus disposiciones finales. Con el corte, se generan dos subproductos: casos metálicos y materiales filtrantes. Ambos son almacenados temporalmente en diferentes barriles.

g. ¿Hay material incinerable?

Si hay material filtrante que deba de ser tratado por medio del proceso de incineración, se continuará con el siguiente procedimiento. De lo contrario, se continuará con el procedimiento i.

h. Traspase de material

Una vez que el barril de almacenamiento temporal está lleno con el material filtrante, se debe trasladar al área de incineración con el fin de dar disposición final a estos.

i. Almacenamiento

Los barriles con desechos metálicos, serán empacados en sacos y cerrados. Serán almacenados en la bodega de chatarra, para luego ser enviados a empresas recolectoras de chatarra como destino final.

8.7 Proceso de tratamiento de envases vacíos de aerosoles.

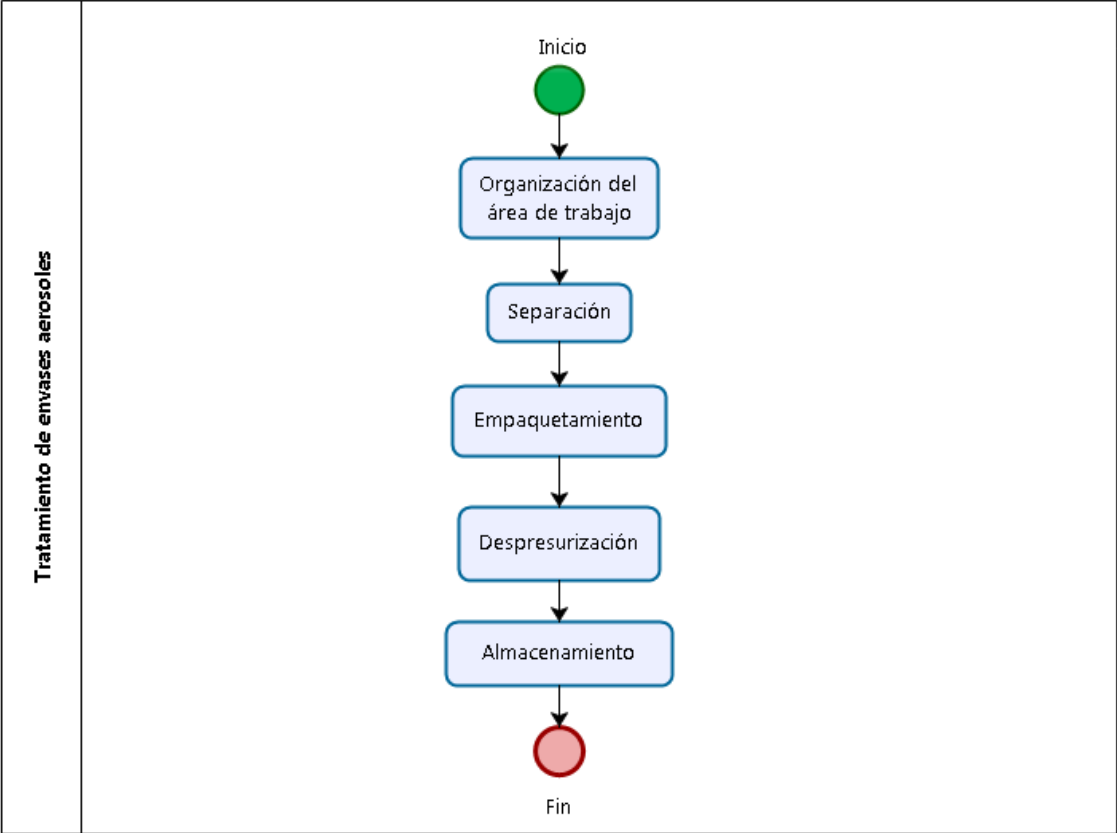


Diagrama 10. Proceso de tratamiento de envases vacíos de aerosoles.

Descripción del proceso.

a. Organización del área de trabajo

La limpieza total del área se deberá de realizar antes de empezar las operaciones. Verificar que las herramientas a manipular deban estar totalmente limpias y en buenas condiciones; en caso de estar sucios, se deberá de limpiar lo que sea necesario. Así mismo el ordenamiento del mismo. Este proceso se lleva a cabo en el área de corte de materiales metálicos con hidrocarburos.

b. Separación

Se deberá de separar manualmente el tapón y el difusor del aerosol. Ambos componentes (Plásticos y envases metálicos) deberán de ser almacenados temporalmente, separados unos de otros.

c. Empaquetamiento

Los componentes plásticos serán empacados en sacos limpios, para luego dar disposición final en un centro de acopio de residuos reciclables.

d. Despresurización

Los envases metálicos se introducen en la maquina ponchadora adaptada con un sistema hidráulico, en donde se perforan con cuidado para extraer el producto inflamable y evitar una explosión posterior al ser comprimidos. Luego los envases perforados son prensados. El líquido residual es extraído por un orificio de salida de la maquina en la parte inferior acopiado en un recipiente.

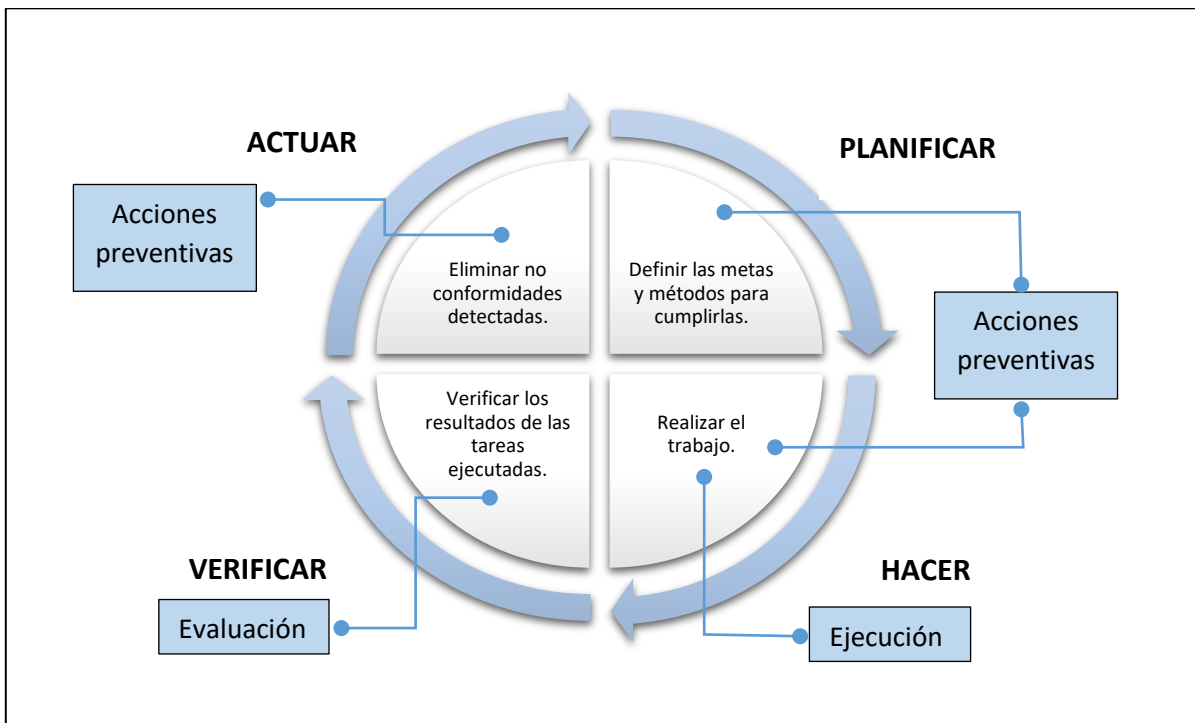
e. Almacenamiento

Los barriles con desechos metálicos, serán empacados en sacos y cerrados. Serán almacenados en la bodega de chatarra, para luego ser enviados a empresas recolectoras de chatarra como destino final.

IX. PLAN DE ACCION

9.1 Ciclo PDCA.

La utilización del ciclo PDCA (PHVA, por sus siglas en español), brinda una solución que realmente permite mantener la competitividad de los productos y servicios, mejorar la calidad, reducción de costos, mejorar la productividad, aumentar la participación en el mercado, aumentando la rentabilidad de la empresa.



Siguiendo esta metodología, este trabajo investigativo cuenta con todas las etapas involucradas con el fin de lograr una mejora continua en los procesos operativos internos de la planta de tratamiento de SERTRASA.

9.1.1 Planificación

La primera etapa es la Planificación en donde se establecen:

- Los objetivos de este estudio.
- Requerimientos por entes reguladores.
- La situación actual que presenta la planta.
- Los procesos necesarios para lograr determinados resultados de acuerdo a la norma NTON 05-015-01 y NTON 05 032-10.
- Un formato para auditar la planta con el fin de medir el nivel de cumplimiento que tiene de acuerdo a esta norma para controlar y seguir el proceso, y posteriormente tomar decisiones.
- Desarrollo de puntos de control.
- Procesos claves del proceso dentro de la planta de almacenamiento.

9.1.2 Hacer

Es la segunda fase del ciclo que consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr la mejora planteada. Siempre con el objetivo de ganar eficiencia y poder corregir fácilmente los posibles errores en la ejecución. Se realizan las siguientes acciones:

- Implementación de los procesos.
- Propuesta de mejora de los procesos.
- Identificación de oportunidades de mejoras.
- Plan de acción para la ejecución.
- Presupuesto de inversión para acciones correctivas.

9.1.3 Verificar

Una vez tomadas las acciones necesarias y puestas en marcha, sigue la fase de realizar un seguimiento, medir los procesos y objetivos. Se establece un periodo de prueba y valorar la efectividad de los cambios. Es una fase de regulación y ajuste.

Ya a partir de esta fase, queda en manos de la jefatura de la planta llevar a cabo las auditorias operacionales internas correspondientes reflejadas anteriormente, con el fin de evaluar la efectividad. Estas deben de realizarse al menos una vez al año, llevando registro de la ejecución de esta.

9.1.4 Actuar

Mediante la verificación anterior, se tomarán acciones correctivas, preventivas y planes de mejoramiento como consecuencia de los informes de las auditorias, adicionalmente se analizan y solucionan problemas a aquellos procesos que necesitan un mejoramiento continuo para luego incorporarlos y convertirlos nuevamente como parte de las jornadas laborales. Volviendo al primer paso.

9.2 Plan de acción para procesos operativos en estudio.

9.2.1 Proceso de producción de combustible alterno.

PLAN DE ACCION: PROCESO DE PRODUCCION DE COMBUSTIBLE ALTERNO			
PROBLEMA: Déficit en el sistema de medición y muestreo para el control de la calidad desde la recepción del producto hasta el producto final			
OBJETIVO	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
Crear un buen sistema de control de calidad desde la recepción del producto hasta su transformación en el producto final.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación de nuevos métodos de análisis. • Aprovechamiento de buena materia prima. • Eliminación de dobles trabajos. • Organización del área de producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación de nuevos métodos para el cálculo de humedad, viscosidad y densidad que faciliten la obtención de resultados. 2. Análisis de control de calidad al ingreso de producto a la planta. 3. Almacenamiento de producto en cada uno de los tanques de acuerdo al % de humedad. 4. Medición periódica de los indicadores del producto. 5. Mantener registros documentados de entradas y salidas de producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de planta. • Encargado de control de calidad. • Encargado del área de producción de combustible alterno.

9.2.2 Tratamiento de aguas oleosas

PLAN DE ACCION: PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS OLEOSAS			
PROBLEMA: EL proceso toma mucho tiempo en el tratamiento de aguas oleosas y no existen registros de aguas tratadas.			
OBJETIVO	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
Aumentar la eficiencia y eficacia en el proceso de tratamiento de aguas oleosas	<ul style="list-style-type: none"> Investigación de nuevos métodos que agilicen el proceso de tratamiento de aguas. Mantener registros documentados de las cantidades reales de aguas tratadas en la planta. 	<ol style="list-style-type: none"> Investigación de nuevos métodos para el agilizar el proceso de tratamiento de aguas tomando en cuenta la NTON 05 032-10 para el manejo ambiental de aceites lubricantes usados. Aplicación de tripolifosfato de sodio para el tratamiento de aguas oleosas para agilizar el proceso. Obtención optima de cantidades de tripolifosfato de sodio para el proceso. Mantener registros documentados para el tratamiento diario de 	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de planta. Encargado de control de calidad. Encargado del área de tratamiento de aguas oleosas. El encargado de control de calidad determinará los costos asociados a esta mejora.

		agua de acuerdo al formato propuesto.	
--	--	---------------------------------------	--

9.2.3 Proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos

PLAN DE ACCION: PROCESO DE INCINERACION DE MATERIALES ABSORBENTES CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS			
<p>PROBLEMA: Inestabilidad en el proceso por problemas generados por la falta de un plan de mantenimiento preventivo por lo que se generan fallas en el funcionamiento del horno incinerador y por lo tanto se aplican mantenimientos correctivos causando muchos días de paro en el proceso.</p>			
OBJETIVO	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<p>Aumentar la eficiencia y eficacia en el proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarización del proceso. • Capacitaciones al personal. • Investigación de mejores equipos de protección. • Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo. • Mantener registros documentados de las cantidades reales de aguas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo del proceso óptimo. 2. Capacitaciones técnicas y de seguridad para los operarios del área. 3. Uso de mejores equipos de protección aluminizados para evadir la radiación térmica. 4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las áreas más sensibles del equipo. 5. Acondicionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de planta. • Encargado de seguridad e higiene. • Encargado del área de incineración.

	tratadas en la planta.	del área. 6. Mantener registros documentados de las cantidad de materiales incinerados por día operativo.	
--	------------------------	--	--

9.2.4 Proceso de incineración de materiales metálicos con hidrocarburos

PLAN DE ACCION: PROCESO DE INCINERACION DE MATERIALES METALICOS CON HIDROCARBUROS			
PROBLEMA: Inestabilidad en el proceso por cambios significativos en la media de la variable en cuestión y vemos mucha variabilidad en los datos			
OBJETIVO	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
Disminuir la inestabilidad del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la eficiencia y eficacia en el proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos 	1. Dar seguimiento al plan de acción y las fallas encontradas en el proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos, ya que cualquier falla operativa que se genere, afecta directamente este proceso en cuestión.	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de planta. Encargado del área de incineración.

9.2.5 Procesos estables

Los procesos de pre tratamiento de lodos acuosos, corte de materiales metálicos con hidrocarburos y de tratamiento de envases vacíos de

aerosoles; son procesos estables y que no presentan problemas en su ejecución.

Sin embargo, todos los procesos deben de tener registros operativos documentados de cada día operativo, con el fin de tener datos recopilados y al tener una cantidad consecutiva de al menos 400 datos diarios poder medir la capacidad de cada uno de los procesos y ver su comportamiento en el periodo, generando datos más confiables.

El mayor inconveniente que se generan en estos procesos es la documentación requerida de las actividades diarias por lo que se deben de establecer formatos o bitácoras para no tener inconsistencias. El jefe de planta es responsable de verificar y velar por el llenado de estos formatos.

X. LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD

10.1 Objetivo

Estandarizar el control de los Elementos de Protección Personal (EPP), su uso, cuidados, mantención y recambio, como parte de una estrategia global de manejo del riesgo fomentando las buenas prácticas, cuidado y mantenimiento de los mismos que están al servicio de los trabajadores teniendo como principio fundamental la protección del trabajador, recurso ambiental y materiales.

10. 2 Alcance

Estas políticas aplican a todo el personal de SERTRASA que haga solicitud y uso de Equipo y/o Elementos de Protección Personal.

10.3 Responsabilidades

Es responsabilidad del encargado de Seguridad e Higiene Ocupacional SSO (Supervisor de Seguridad Ocupacional), y de los jefes inmediatos de SERTRASA hacer valer las políticas de uso de equipos de protección personal.

10.4 Disposiciones generales

Equipos de Protección Personal

SERTRASA con el objetivo de proteger a sus colaboradores contra lesiones, contaminación y afectaciones, regular el uso y mantenimiento adecuado del equipo de protección personal, se emiten los siguientes puntos:

Obligatoriedad:

- El equipo de protección personal que la planta provee a sus colaboradores es de uso obligatorio durante el desarrollo de todas las actividades realizadas en los diferentes procesos que se ejecuten en el área.
- Dentro de la planta ningún colaborador o visitante, podrá ingresar a las diferentes áreas de la planta sin el equipo de protección personal requerido en el sector, siendo obligatorio e indispensable para cada puesto.
- Al colaborador que no porte sus equipos de protección personal se le hará un llamado de atención y de ser necesario el jefe inmediato le hará un memorándum.

Entrega de Equipos de Protección Personal:

- La jefatura deberá notificar al colaborador la necesidad y obligación del uso del equipo de protección personal.
- El colaborador se presenta en la oficina de operaciones, para recibir el equipo de protección personal de acuerdo a su puesto de trabajo. El asistente administrativo hace entrega del EPP y llena el formato de entrega de los equipos.

Propiedad

- El equipo de protección personal es propiedad de SETRASA, por lo tanto debe de cuidarse y mantenerse limpio en lo posible. El colaborador reportará cualquier daño que sufra el equipo de protección personal a partir del momento en que lo recibe.

Devolución:

- El equipo de protección personal deberá devolverlo el colaborador en los siguientes casos:
 - Colaboradores temporales, al finalizar la tarea asignada.
 - Colaboradores permanentes, al retirarse de la empresa por despido o renuncia voluntaria. Obtendrá su solvencia respectiva de lo contrario se le cobrará el valor del equipo de protección personal no devuelto.

Pérdida:

- En caso de pérdida de algún equipo de protección personal, el colaborador deberá notificar al jefe inmediato. Una vez notificado, se presentará en la oficina de operaciones para recibir el equipo nuevo.

Deterioro:

- Todo equipo que debido a su uso se deteriore será sustituido sin ningún costo para el colaborador, y deberá ser desechado en la custodia de almacenamiento temporal de equipos de protección personal.

Visitantes:

- Los visitantes del área industrial usarán el equipo de protección personal obligatorio básico (Casco de seguridad, chaleco con cintas reflectivas y botas de seguridad).
- Obtendrán el equipo en la Caseta de Seguridad.
- El color de casco para visitantes es azul o amarillo, con calcomanía de visitantes colocadas en la parte frontal del mismo.

Imprevistos:

- Cualquier asunto no contemplado en este manual, será resuelto por los jefes dentro de la planta y/o dueños de los macro procesos; y en casos especiales por el encargado de Seguridad e Higiene Ocupacional SSO (Supervisor de Seguridad Ocupacional).

10.5 Equipos de protección por área de trabajo

Se han establecido los siguientes equipos de protección personal por cada área de trabajo dentro de la planta de tratamientos de Sertrasa.

Área de trabajo	Equipo de protección necesario
Área de producción de combustible alterno.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, arnés de seguridad, traje de protección contra salpicaduras (Tyvek), lentes de seguridad.
Área de corte de MMCH.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, careta, traje de protección contra salpicaduras (Tyvek), lentes de seguridad.
Área de incineración.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, guantes de cuero, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de

	oídos, careta, traje de protección contra salpicaduras (Tyvek), lentes de seguridad, traje anti radiación térmica de aluminio.
Área de tratamiento de aguas oleosas.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, arnés de seguridad, lentes de seguridad.
Área de pre tratamiento de lodos acuosos.	Botas de hule de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, traje de protección contra salpicaduras (Tyvek), lentes de seguridad.
Área de proyectos.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, lentes de seguridad.
Área de trituración de lámparas fluorescentes con mercurio.	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes con fibra anti fricción, mascarilla N-95, tapón de oídos, lentes de seguridad.
Servicios de limpieza	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, lentes de seguridad, traje de protección contra salpicaduras (Tyvek).
Recolección de productos	Botas de seguridad, overol de trabajo, casco, guantes recubiertos de nitrilo, mascarilla N-95/carbón activado (De acuerdo a la necesidad), tapón de oídos, lentes de seguridad.

10.6 Manejo y usos de los Equipos de Protección Personal

Es responsabilidad de SERTRASA:

- Suministrar los equipos de protección adecuados que cumplan los estándares, según la naturaleza del riesgo, que reúnan las condiciones de seguridad y eficiencia para el trabajador.
- Capacitar en el uso y cuidado de los elementos y equipos de protección personal.
- Usar adecuadamente los elementos y equipos de protección personal.
- Reponer inmediatamente los elementos y equipos de protección personal deteriorados. Ver responsabilidad de los trabajadores.

- Asignar los recursos necesarios para los suministros de elementos y equipos de protección personal requeridos.

Es responsabilidad de los Trabajadores de SERTRASA:

- Utilizar y cuidar los equipos de protección personal.
- De haber estado fallado dicho equipo se deberá informar de inmediato a su superior directo acerca de cualquier defecto, anomalía o daño en el equipo de protección, así como respetar las sanciones definidas en casos de mal uso de los mismos para el posterior cambio de éste. De ser por descuido se les cobrará un porcentaje de comisión del valor de estos.
- Revisar que los equipos y elementos de protección personal de los que se hace entrega, estén en perfectas condiciones para su uso dejando constancia del recibido del EPP.
- Todo equipo de Protección tiene una vida útil, por lo que se entregará cada vez que esta se cumpla.
- Mantener los equipos siempre limpios y en óptimas condiciones. De no estar utilizando un EPP cualquiera que este sea, debe guardarse en un lugar seco y limpio (casillero).
- No iniciar labores sino dispone de los elementos o equipos de protección personal requeridos según la naturaleza del riesgo.
- Reportar el no uso o uso inadecuado de los elementos y equipos de protección personal por parte de sus compañeros de trabajo.

10.7 Vida útil y porcentaje de costeo por mal uso del equipo de protección personal

Con el fin de estandarizar las medidas de seguridad dentro de la planta, se ha establecido lo siguiente tomando en cuenta la vida útil de los equipos y las recomendaciones brindadas por el proveedor:

Equipo de Protección	Vida útil	% que se pagará por mal uso	Observaciones
Cascos	1 año	50%	Los cascos no deben tirarse y deben mantenerse limpios.
Mascara protectora	2 meses	50%	Deberán ocuparse donde amerite su uso
Lentes claros	3 meses	100%	Deberán tenerlos siempre en un lugar donde no se rayen o sufran cualquier otro deterioro.
Lentes oscuros	3 meses	100%	Deberán tenerlos siempre en un lugar donde no se rayen o sufran cualquier otro deterioro. Solo para conductores
Mascara N95	2 días	50%	Deberán utilizarse cuando este se amerite y deberán mantenerla limpia para evitar un deterioro más acelerado.(la vida útil puede cambiar en dependencia de la exposición que tenga el trabajador)

Mascara R95	3 días	50%	Deberán utilizarse cuando este se amerite y deberán mantenerla limpia para evitar un deterioro más acelerado.(la vida útil puede cambiar en dependencia de la exposición que tenga el trabajador)
almohadilla de polvo	1 semana	50%	Deberán utilizarse cuando este se amerite y deberán mantenerla limpia para evitar un deterioro más acelerado.(la vida útil puede cambiar en dependencia de la exposición que tenga el trabajador)
Media Máscara 3M	6 meses	50%	Deberán utilizarse cuando este se amerite y deberán mantenerla limpia para evitar un deterioro más acelerado.(la vida útil puede cambiar en dependencia de la exposición que tenga el trabajador)

Equipo de Protección	Vida útil	% que se pagará por mal uso	Observaciones
Guantes de cuero (cortos y largos)	2 meses	50%	Deberán utilizarse cuando este se amerite y deberán mantenerla limpia para evitar un deterioro más acelerado. La vida útil puede cambiar en dependencia de la exposición que tenga el trabajador.
Primera protección auditiva	2 semanas	50%	Deberán utilizarse siempre que exista una fuente de ruido que sobrepase los 95 decibeles
Segunda Protección Auditiva	1 año	100%	Deberán ocuparse donde amerite su uso
Trajes impermeables tyvek	2 días	50%	La entrega de este equipo será evaluada por el responsable de entrega de EPP.
Arneses	1 1/2 año	50%	Deberá utilizarse siempre en trabajo de alturas y espacios confinados.
Línea de vida	1 1/2 año	50%	Deberá utilizarse siempre en trabajo de alturas y espacios confinados.
Pechera de cuero	3 meses	50%	Todo trabajo que amerite su uso será de carácter obligatorio el poseer este equipo para iniciar la tarea.
Fajón sacrolumbar	6 meses	50%	Siempre que se realicen actividades físicas deberán utilizarlo.
Guantes recubiertos de nitrilo	1 semana	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.

Guantes de Nitrilo (verdes)	1 semana	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.
guantes de nitrilo (laboratorio)	2 semanas	50%	Responsable de laboratorio deberá supervisar el buen uso de los equipos. Caja de 100 unidades
Botas de hule puntera metálica	8 meses	100%	El cambio de botas se realizara conforme vida útil, siempre este lo amerite
Botas puntera metálica	6 meses	100%	El cambio de botas se realizara conforme vida útil, siempre este lo amerite.
Chaqueta de Seguridad Reflectiva y /o uniforme	6 meses	50%	Todo el personal de SERTRASA deberá portar siempre su uniforme. Caso contrario se amonestara.
bata de seguridad (laboratorio de control de calidad)	1 año	50%	El encargado del laboratorio de control de calidad deberá portarla siempre.
Botiquín (primeros auxilios)	3 meses	50%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.
Cinta de peligro 3x1000	3 meses	50%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.

Equipo de Protección	Vida útil	% que se pagará por mal uso	Observaciones
Cinta de precaución de 3x1000	3 meses	50%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.
Cono PVC color naranja base negra de 28"	1 año	70%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo..
Extintor de 25 libras	1 año	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente.
Extintor de 20 libras	1 año	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente.
Extintor de 10 libras	1 año	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente.
Extintor de 5 libras	1 año	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente.
Rótulos	1 año	100%	Deberán utilizarse cuando este lo amerite, si es dañado por uso indebido será remplazado inmediatamente pero el trabajador tendrá que costear el equipo.

XI. CONCLUSIONES

1. La documentación de los procesos operativos por medio de flujogramas son unos de los principales instrumentos en la realización de cualquier método, y existe un gran déficit con esto en todos los procesos de la planta.
2. El proceso de incineración de materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos es bastante inestable de acuerdo al análisis realizado y se debe de dar –prioritariamente- la atención se debe enfocar en los problemas generados por los mantenimientos.
3. El proceso de incineración de corte e incineración de MMCH y el tratamiento de aerosoles, es un proceso con una tendencia a la estabilidad.
4. Se han investigado los puntos fuera de control del proceso de deshidratación de lodos acuosos y se han omitido aquellos con causas especiales de los cálculos para tener una mayor certeza del mismo. A pesar de esto, se puede concluir que el proceso está en control y que puede ser estable.
5. El proceso de tratamiento de aguas oleosas es un tanto tardado por el tiempo que se toma para llevar a cabo la decantación (mínimo de 3 días), luego pasar por los filtros y su disposición final. Para dar una solución a este problema, se llevaron a cabo pruebas usando un dispersante (tripolifosfato de sodio) para acelerar el proceso.
6. El parámetro de porcentaje de humedad es el más importante de los requerimientos y debe de ser controlado mediante pruebas de control de calidad, con el fin de decidir su lugar de almacenamiento para que su nivel de humedad no sea afectado y que esto genere mayores tiempos de producción con incidencias en costos de producción.
7. El registro continuo y consistentes de los procesos ayudan a tener una visión clara del comportamiento del mismo a lo largo de un periodo.

8. Con el fin de estandarizar las medidas de seguridad dentro de la planta, se han establecido lineamientos tomando en cuenta la vida útil de los equipos y las recomendaciones brindadas por el proveedor:

XII. RECOMENDACIONES

1. Hacer uso de los procesos propuestos y crear un manual de operaciones de la planta de tratamiento, a partir del estudio de los procesos operativos e investigaciones pertinentes. Con esto, capacitar a sus colaboradores en materia.
2. Realizar las auditorías operativas internas al menos una vez al año. Tomando acciones correctivas necesarias lo más pronto posible para estar en una mejora continua, siguiendo el ciclo PDCA.
3. Elaborar y ejecutar el plan de mantenimiento programado y preventivo de la planta de tratamientos, en donde incluye un plan de inventario de piezas de repuestos para cada maquinaria
4. Capacitar a los colaboradores de la planta en cada proceso para realizar una buena ejecución de estos, de manera que sean confiables. Así mismo guiarlos en el proceso de recopilación de datos operativos diarios y escritos en sus bitácoras de trabajo y los formatos necesarios.
5. Seguir cada una de las etapas del ciclo PDCA y ejecutarlas debidamente. Se recomienda seguir la metodología usada en el plan de acción, para proponer soluciones a las situaciones problemáticas que se determinen en la auditoria interna que se realice.

XIII. BIBLIOGRAFIA

- Cuarta edición, Joaquín Rodríguez Valencia. Cengage Learning Editores, S.A de C.V. S.f
- Como Preparar Manuales Administrativos. Primera edición. Susan Diamond. Interamericana, México. S.f.
- Gisbert Soler, V. (2017). Contenidos de la asignatura “Control estadístico de Calidad”. Temas 1 a 8 . Alcoy, Alicante, España.
- Universidad de Salamanca. (2010-11). Open Course Ware. Recuperado el 10 de febrero de 2019, de Control Estadístico de la Calidad: http://ocw.usal.es/ciencias-sociales-1/control-estadistico-de-la-calidad/contenido/ocw_cabero/01_%20asignaturaCC/Temario/Tema1.pdf
- LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO LEY No. 618, Aprobada el 19 de abril del 2007 Publicado en La Gaceta No. 133 del 13 de Julio del 2007.
- Diccionario RAE. Vigésimotercera edición. 2014.
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el manejo ambiental de aceites lubricantes usados NTON 05 032-10, Aprobada el 25 de marzo del 2010. Publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 94 del 22 de mayo del 2012.
- ISO 9001 (2015) — Requisitos para los Sistemas de Gestión de la Calidad).

• http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/normas_tcnicas.html (Visitado el 12 de febrero de 2019).

• <http://www.significados.com/proceso/> (Visitado el 12 de febrero de 2019).

• <http://www.bizagi.com/es/productos> (Visitado el 13 de febrero de 2019).

• https://www.educacion.navarra.es/documents/57308/57761/Que%20es_un_plan_de_mejora.pdf/c300e8bc-1606-40c0-8a20-22ce1895bc04. (Visitado el 13 de febrero de 2019).

• <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/what-is-the-normal-distribution/> (Visitado el 15 de febrero de 2019).

• <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/understanding-variables-control-charts/variables-control-charts-in-minitab/> (Visitado el 16 de febrero de 2019).

• <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/how-to/variables-charts-for-individuals/i-mr-chart/before-you-start/overview/> (Visitado el 16 de febrero de 2019).

XIV. ANEXOS

Anexo 1. Datos de días operativos del proceso de incineración de MACH

Proceso de incineración de MACH					
Datos generados diarios por cada día de operaciones durante el segundo semestre de 2018 (unidad en libras)					
Días operativos	Incineración MACH	Días operativos	Incineración MACH	Días operativos	Incineración MACH
1	5793	26	1353	51	3050
2	844	27	2019.6	52	3038
3	1201	28	1016.4	53	3067
4	325	29	1209	54	360
5	496	30	1039	55	3124
6	911	31	975.8	56	2559
7	968	32	360	57	4177.2
8	608	33	360	58	2226.4
9	662.2	34	1502.6	59	4622.2
10	680	35	1617	60	1287
11	645	36	1108	61	5125.8
12	640.1	37	1204.5	62	4393
13	528.1	38	2032.4	63	3082.2
14	950	39	1210	64	4512.2
15	3954	40	1306.2	65	3594.8
16	640	41	1867	66	2989.8
17	1190	42	1353	67	2708.2
18	600	43	1152.8	68	2765.4
19	1564	44	1640.2	69	1898
20	1030	45	1909.6	70	900
21	1245	46	1989.6	71	4450.6
22	1111	47	2069.6	72	2475
23	1648	48	2813.8	73	916
24	2079	49	2377	74	2135.1
25	645	50	2942.4	75	1768.8

ANEXO 2. Datos de días operativos del proceso de incineración de MMCH

Proceso de incineración de MMCH							
Datos generados diarios por cada día de operaciones durante el segundo semestre de 2018 (unidad en barriles)							
Días operativos	Incineración	Días operativos	Incineración	Días operativos	Incineración	Días operativos	Incineración
1	2	37	4	73	3	109	3
2	3	38	6	74	9	110	2
3	4	39	6	75	10	111	2
4	4	40	5	76	13	112	10
5	6	41	10	77	3	113	2
6	5	42	7	78	3	114	2
7	6	43	6	79	10	115	4
8	5	44	6	80	3	116	4
9	6	45	6	81	2	117	4
10	6	46	5	82	2	118	5
11	5	47	5	83	5	119	3
12	2	48	8	84	5	120	4
13	8	49	3	85	5	121	2
14	5	50	6	86	7	122	2
15	3	51	6	87	6	123	2
16	5	52	2	88	6	124	3
17	5	53	3	89	5	125	9
18	5	54	2	90	5	126	9
19	2	55	8	91	4	127	11
20	5	56	6	92	3	128	3
21	5	57	4	93	2		
22	6	58	5	94	3		
23	3	59	4	95	4		
24	5	60	4	96	3		
25	5	61	4	97	2		
26	7	62	3	98	2		
27	5	63	4	99	5		
28	5	64	3	100	3		
29	4	65	5	101	3		

30	7	66	4	102	3
31	4	67	6	103	2
32	5	68	6	104	3
33	4	69	3	105	3
34	4	70	3	106	3
35	3	71	3	107	1
36	10	72	2	108	2

ANEXO 3. Datos de días operativos del proceso de despresurización de aerosoles

Proceso de despresurización de aerosoles	
Datos generados diarios por cada día de operaciones durante el segundo semestre de 2018 (unidades de aerosoles)	
Días operativos	Despresurización de aerosoles
1	1145
2	1315
3	1200
4	1900
5	2400
6	1600

ANEXO 4. Datos de días operativos del proceso de corte de MMCH

Proceso de corte de MMCH					
Datos generados diarios por cada día de operaciones durante el segundo semestre de 2018 (unidades)					
Dias operativos	Corte MMCH	Dias operativos	Corte MMCH	Dias operativos	Corte MMCH
1	380	26	450	51	200
2	400	27	300	52	200
3	300	28	200	53	555
4	400	29	500	54	429
5	600	30	500	55	200
6	30	31	200	56	300
7	45	32	450	57	300
8	730	33	400	58	680
9	300	34	450	59	250
10	250	35	250	60	180
11	405	36	400	61	500
12	300	37	200	62	380
13	420	38	350	63	300
14	500	39	270	64	350
15	100	40	30	65	460
16	150	41	45	66	400
17	300	42	15	67	345
18	480	43	400	68	400
19	75	44	460	69	647
20	300	45	310	70	200
21	400	46	410	71	530
22	400	47	200	72	338
23	60	48	500	73	40
24	450	49	400	74	180
25	200	50	300	75	290

ANEXO 5. Datos de días operativos del proceso de incineración de MMCH

Proceso de deshidratación de lodos					
Datos generados diarios por cada día de operaciones durante el segundo semestre de 2018 (barriles)					
Días operativos	Lodos	Días operativos	Lodos	Días operativos	Lodos
1	19	38	16	75	8
2	8	39	19	76	9
3	17	40	37	77	14
4	7	41	11	78	28
5	8	42	22	79	13
6	15	43	18	80	20
7	19	44	19	81	15
8	12	45	22	82	9
9	13	46	23.5	83	14
10	10	47	15	84	10
11	21	48	12	85	15
12	19.5	49	10	86	9
13	36.5	50	20	87	6
14	15	51	10	88	11
15	22	52	20	89	10
16	19	53	21	90	13
17	23	54	7	91	11
18	16	55	12	92	16
19	36	56	24	93	9
20	25	57	9	94	4
21	8	58	19	95	12
22	23	59	13	96	9
23	14	60	24	97	18
24	28	61	10	98	10
25	13	62	15	99	11
26	19	63	15	100	10
27	30	64	15	101	12

28	24	65	6	102	7
29	17	66	28	103	13
30	20	67	19	104	6
31	6	68	18	105	4
32	20	69	23	106	9
33	36	70	18	107	8
34	31	71	10	108	4
35	8	72	13	109	8
36	21	73	9		
37	24	74	17		