



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

Departamento de Posgrados

Maestría en Gestión de Mantenimiento

2da Versión

**Modelo de gestión de los residuos de aceite empleado en los atomizadores de la
empresa Graiman**

Tesis previa a la obtención del título de Magister en Gestión de Mantenimiento

Autor: Ing. Leonardo Merchán Carrión

Director: Dr. Iván Coronel, PhD.

Cuenca – Ecuador

2018

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres que me han dado todo su apoyo de manera incondicional.

Leonardo

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Grupo Industrial Graiman por el impulso a superarme, un agradecimiento especial al Dr. Iván Coronel, PhD., al Ing. Robert Rockwood, al Ing. Alfredo Peña, al Ing. Luis Felipe Sexto, M. Sc., al Dr. Gustavo Chacón, PhD., al Ing. Jorge Pesantez, al Dr. Jonathan Avilés, PhD., al Ing. Franco Zuñiga, M. Sc, al Ing. Oswaldo Yunga, al Ing. Omar Castillo, M. Sc., al Ing. Diego Patiño, M. Sc., al Ing. Javier Mogrovejo, M. Sc, que me han apoyado con sus conocimiento y experiencia para el desarrollo de esta propuesta de Modelo de Gestión.

RESUMEN

En la Actualidad La Gestión Ambiental ha adquirido una importancia preponderante tanto en la parte de manejo de todos los residuos producidos, como en la prevención y la mitigación del impacto que estos puedan tener en los procesos (en especial, producción) de la empresa. Uno de los sectores donde la gestión ambiental ha tenido un auge significativo ha sido el sector industrial y constructor, donde se generan una cantidad importante de desechos de diferente índole (Químicos, Físico-Químicos, Bioquímico, Biológicos, entre otros) con un considerable potencial de impacto ambiental.

Desde este punto la Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia de las compañías y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente en un marco de eco-eficiencia. Dadas las circunstancias actuales es muy importante para las empresas, en especial las de construcción, implementar herramientas de gestión ambiental tales como PML, Análisis de Ciclo de Vida del Producto, Auditoria ambiental, entre otras.

PALABRAS CLAVE

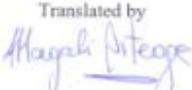
Confiabilidad, Riesgo, Estimación, Costos, Diagnóstico, Optimización, Condición, Equipos, Sistemas.

ABSTRACT

Currently, Environmental Management has acquired a preeminent importance both in the management of all waste produced, and in the prevention and mitigation of the impact this waste may have on the processes (especially production) of a company. One of the sectors where environmental management has had a significant boom has been the industrial and construction sector, which are the industries that generate a significant amount of different kinds of waste (Chemical, Physico-Chemical, Biochemical, Biological, among others) with a high potential environmental impact. The waste consists of raw materials and process materials that have been obtained at representative costs and that have not been transformed into products or raw materials as input in another production processes. From this point, Cleaner Production is defined as the continuous application of a preventive environmental strategy integrated to the processes, products and services. The aim is to increase the efficiency of the companies and to reduce the risks for humans and the environment by following an eco-efficiency framework. Given the current circumstances, it is very important for companies, especially for the construction industries, to implement environmental management tools, such as PML, Product Life Cycle Analysis, Environmental Audit, among others.

Key words: Reliability, Risk, Estimation, Costs, Diagnosis, Optimization, Condition, Equipment, Systems.



Translated by

Mgt. Magali Arteaga

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
PALABRA CLAVE	iv
ABSTRACT.....	v
KEYWORD	v
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	12
PROBLEMÁTICA	13
Objetivo General	14
Objetivo Específico	14
CAPITULO 1.....	15
1. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL ATOMIZADO	15
1.1.OBJETIVO DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN	15
1.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN	15
1.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES, AGUA Y ENERGÍA PARA LAS AREAS DE INTERES	17
1.4. AREA DE MOLIENDA	18
1.5. AREA DE CISTERNAS	19
1.6. AREA DE BOMBEO	19
1.7. AREA DE PULVERIZADO	20
1.8. AREA DE GENERACIÓN DE CALOR	20
1.9. ACEITE RESIDUAL	21
1.10. CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO	21
1.11. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS EQUIPOS	26

CAPITULO 2.....	30
2. DESCRIPCIÓN DE LOS PARAMETROS OPTIMOS DE LOS EQUIPOS LIGADOS AL GENERADOR DE CALOR	30
2.1. BOMBA DE COMBUSTIBLE	30
2.2. SISTEMA DE FILTRADO DE COMBUSTIBLE	35
2.3. SISTEMA CALENTAMIENTO DE COMBUSTIBLE	36
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA DENSIDAD DEL COMBUSTIBLE	38
2.5. DESCRIPCIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL COMBUSTIBLE	38
2.6. DESCRIPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE	39
2.7. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE	39
CAPITULO 3.....	43
3. TAREAS PREVIAS AL USO DEL ATOMIZADOR	43
3.1.ESTADO DE BOQUILLAS GENERADOR DE CALOR	45
3.2.ESTADO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE	46
3.3.ESTADO DE ESPEJO GENERADOR DE CALOR	46
3.4.ESTADO DE BOMBAS DE COMBUSTIBLE GENERADOR DE DE CALOR	47
3.5.ESTADO DEL TREN DE VALVULAS GENERADOR DE CALOR	49
CAPITULO 4.....	50
4. ESTRUCTURA Y OPERATIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE	50
4.1.PERSPECTIVA FINANCIERA	91
4.2.PERSPECTIVA DE LOS INTERESADOS	91
4.3.PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS	92
4.4.PERSPECTIVA DE INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE	92

CAPITULO 5.....	94
5. DISCUSIÒN	94
5.1.EQUIPOS CRITICOS	94
5.2.PARAMETROS CRITICOS	95
5.3.PARAMETROS DE LOS INDICADORES	95
CONCLUSIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1-1 Atomizador	16
Fig. 1-2 Diagrama de flujo del proceso Atomización	16
Fig. 1-3 Diagrama de flujo del proceso de Atomización	17
Fig. 1-4 Molino horizontal	18
Fig. 1-5 Cisternas	19
Fig. 1-6 Bombas de pistones	20
Fig. 1-7 Lanzas difusoras	20
Fig. 1-8 Generador de calor	21
Fig. 1-9 Tanque diario + tren de válvulas	21
Fig. 2-1 Bombas de engranaje	31
Fig. 2-2 Bombas Tanque Principal hasta Tanque diario	32
Fig. 2-3 Bombas Tanque diario a bomba sector 3.....	32
Fig. 2-4 Bombas quemador	33
Fig. 2-5 Sistema de filtrado combustible	35
Fig. 2-6 Conexión estrella 6 resistencias 2 por fase en paralelo	36
Fig. 2-7 Conexión estrella 9 resistencias 3 por fase en paralelo	37
Fig. 2-8 Conexión estrella 12 resistencias 4 por fase en paralelo + Conexión estrella 6 resistencias 2 por fase en paralelo	37
Fig. 2-9 Copa Ford para medición de viscosidad	38
Fig. 2-10 Purga agua tanque principal	39
Fig. 2-11 Sensores de Nivel.....	40
Fig. 3-1 Partes boquilla quemador.....	45
Fig. 3-2 Sensor de Nivel	46
Fig. 3-3 Quemador	47
Fig. 3-4 Espejo o difusor	47
Fig. 3-5 Encoder	48

Fig. 3-6 Bombas de combustible y Válvulas con encoder	48
Fig. 3-7 Tren de válvulas.....	49
Fig. 4-1 Organigrama genérico del DOE.....	59
Fig. 4-2 Pareto de los efector para Viscosidad.....	63
Fig. 4-3 Graficas de residuos para Viscosidad.....	64
Fig. 4-4 Pareto de los efectos para DENSIDAD	67
Fig. 4-5 Pareto de los residuos para DENSIDAD	68
Fig. 4-6 Pareto de los efectos para PUREZA.....	71
Fig. 4-7 Graficas de residuos para PUREZA	72
Fig. 4-8 Grafica de interacción para VISCOSIDAD	74
Fig. 4-9 Grafica de efectos principales para VISCOSIDAD	74
Fig. 4-10 Grafica de interacción para DENSIDAD	75
Fig. 4-11 Grafica de efectos principales para DENSIDAD	76
Fig. 4-12 Grafica de interacción para PUREZA	76
Fig. 4-13 Grafica de efectos principales para PUREZA.....	77
Fig. 4-14 Grafica de determinaciones óptimas	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Objetivos e Indicadores	13
Tabla 1.2. Condiciones actuales de funcionamiento	22
Tabla 1.3. Densidad de la Barbotina	23
Tabla 1.4. Viscosidad de la Barbotina.....	23
Tabla 1.5. Residuo de la Barbotina	23
Tabla 1.6. Humedad del polvo Atomizado.....	24
Tabla 1.7. Granulometría del polvo Atomizado	25
Tabla 1.8. Mantenimiento Mecánico	27
Tabla 1.9. Mantenimiento Eléctrico.....	28
Tabla 1.10. Mantenimiento Lubricación.....	29
Tabla 2.1. Especificaciones Técnicas Motores y Bombas Combustible	33
Tabla 2.2. Parámetros óptimos de bombas de combustible del atomizador	34
Tabla 2.3. Color Identificativo de tuberías según UNE 1063.....	34
Tabla 2.4. Especificaciones técnicas resistencias.....	38
Tabla 2.5. Características Mezcla combustibles.....	40
Tabla 2.6. Muestreo análisis consumo Diesel	41
Tabla 2.7. Determinación Relación Aceite / Diesel.....	42
Tabla 3.1. Duración promedio de un paro imprevisto	44
Tabla 3.2. Plan de actividades previas al uso del Atomizador	45
Tabla 4.1. Viscosidad sin tratamiento.....	51
Tabla 4.2. Densidad sin tratamiento	52
Tabla 4.3. Pureza sin tratamiento	53

Tabla 4.4. Viscosidad con tratamiento	55
Tabla 4.5. Densidad con tratamiento	56
Tabla 4.6. Residuo con tratamiento.....	57
Tabla 4.7. Organigrama genérico del DOE.....	60
Tabla 4.8 Regresión factorial Viscosidad Vs Temperatura x Aceite x Diesel.....	61
Tabla 4-9 Regresión factorial: Densidad Vs Aceite x Densidad.....	66
Tabla 4-10 Regresión factorial: Densidad Vs Aceite x Densidad	70
Tabla 4-11 Respuesta de predicciones.....	79
Tabla 4.12. Análisis situación inicial.	82
Tabla 4.13. Limites Establecidos.	83
Tabla 4.14. Características de las mezclas.	84
Tabla 4.15. Orden de importancia de los temas estratégicos MEZCLA 3 (C)	85
Tabla 4.16. Análisis FO – FA – DO - DA	86
Tabla 4.17. Fortalezas – Debilidades – Oportunidades - Amenazas.....	87
Tabla 4.18. Matriz de evaluación de asuntos estratégicos.....	89
Tabla 4.19. Estrategias FO – FA – DO - DA	91
Tabla 4.20. Estrategias de valor	92
Tabla 4.21. Indicadores Clave de desempeño.....	93
Tabla 4.22. Tablero de Control	94
Tabla 5.1. Encuesta comportamiento de Equipos	99
Tabla 5.2. Resultados Encuesta.....	101

INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto tiene la finalidad de diseñar un Modelo de Gestión para la utilización del aceite residual como combustible para generar calor en los atomizadores para cerámica de la empresa Graiman, para lo cual se elaborará un CUADRO DE MANDO INTEGRAL (CMI), en función a una planificación estratégica, con el fin de obtener una Producción más Limpia que es según el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente, en función de la reducción de toxinas de todas las emisiones y desperdicios en el proceso de Atomizado.

La Producción Más Limpia describe un acercamiento predictivo a la gestión ambiental, el término que relaciona lo que se denomina: eco eficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación o productividad verde.

En este contexto, los residuos de aceite son considerados como “productos” con valor económico negativo. Cada acción que se realice con el fin de contribuir con el medio ambiente y prevenir o reducir la generación de residuos, puede aumentar la productividad y traer ventajas financieras a la empresa.

La Producción Más Limpia es una estrategia de “ganar-ganar”. Protege al medioambiente, al consumidor y al trabajador, mientras que mejora la eficiencia industrial, los beneficios y la competitividad.

La diferencia clave entre el Control de la Contaminación y la Producción Más Limpia está basada en el tiempo. El control de la contaminación es un acercamiento después del evento, “reaccione y trate”. La Producción Más Limpia es una filosofía de mirar hacia delante, “anticipe y prevenga”

PROBLEMÁTICA:

Con la finalidad de incrementar la disponibilidad del proceso de Atomización en el Grupo Industrial Graiman utilizando el aceite residual como combustible para los Atomizadores, se implementará un CUADRO DE MANDO INTEGRAL que constituirá un modelo de gestión para el uso adecuado del aceite residual que favorecerá al uso, disponibilidad y eficiencia del proceso rompiendo con la inestabilidad del combustible ya que se obtiene de diferentes proveedores.

El CUADRO DE MANDO INTEGRAL nos presentará el aporte al Medio Ambiente, el aporte Social y el aporte Economico, obteniendo como resultado los parámetros óptimos previos al inicio del proceso:

La variable estratégica para el funcionamiento óptimo del generador de calor del Atomizador del Grupo Industrial Graiman es la viscosidad del combustible, la cual será controlada incrementando la temperatura del combustible con la finalidad de incrementar la fluidez, el mantenimiento predictivo de la bomba de trasvase, el mantenimiento predictivo del sistema de filtrado de combustible, y el control del estado del nivel del tanque de uso diario de combustible, en este modelo el combustible es el aceite residual.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO
Determinar la viscosidad óptima del aceite residual	Temperatura de operación del aceite residual
Implementar Mantenimiento predictivo de la bomba de trasvase del tanque principal al tanque diario aceite residual	Presión de operación de la bomba
Implementar Mantenimiento predictivo del sistema de filtrado de combustible del tanque principal y tanque diario	Presión de operación del filtro
Controlar el estado del nivel del tanque diario	Nivel tanque diario

Tabla 1-1 Objetivos e Indicadores

Fuente: Autor

Se trata de obtener los siguientes resultados:

- Estabilidad en la pulverización de combustible del generador de calor provocando una combustión ideal que disminuirá las emisiones tóxicas al medio ambiente
- Mayor eficiencia del Atomizador logrando un incremento de producción por hora.
- Menor impacto al medio ambiente.

Objetivo General.

El Objetivo General que plantea el presente trabajo es el siguiente:

Desarrollar un Modelo de Gestión de los residuos de aceite empleado en los atomizadores de la empresa Graiman.

Objetivos específicos.

1. Determinar la densidad del aceite residual empleado en los atomizadores del Grupo Industrial Graiman
2. Determinar la viscosidad del aceite residual
3. Realizar un análisis de modos de fallo
4. Realizar un Cuadro de Mando Integral para ser empleado como modelo de gestión del aceite residual

CAPITULO 1

1. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL ATOMIZADOR

Este capítulo identificó el estado actual del Atomizador y los puntos críticos del mismo.

1.1. OBJETIVO DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN

El objetivo del proceso de Atomización cerámica es pulverizar la barbotina en el interior de un cilindro cónico, el cual está compuesto por un generador de calor, un ventilador, lanzas de pulverización, bombas de pistones de alta presión y caudal.

El flujo de aire caliente seca las partículas que son pulverizadas a través de las lanzas mediante las bombas de pistones, la cerámica pulverizada tiene que fluir a velocidad y volumen constante en torno al eje central del cilindro que es el espacio en el que se elimina el agua de la barbotina cerámica.

Esta pulverización genera un torbellino, el cual tiene que ser bien conducido para garantizar valores de humedad y granulometría constantes, por tanto, el atomizador es una máquina ideal para el proceso de fabricación de azulejos, vajillas y para las sofisticadas mezclas de gres porcelánico.

1.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN

El flujo del proceso es el siguiente:

El generador de calor seca la barbotina que es bombeada y dispersada por las lanzas de pulverización, el ventilador genera vacío en el interior del atomizador provocando que las partículas dispersadas por las lanzas permanezcan más tiempo en el interior del atomizador, produciendo una humedad homogénea en todas las partículas atomizadas.

El filtro de mangas se utiliza para la recuperación de partículas muy finas que el ventilador succionó al generar el vacío en el interior del atomizador, estas partículas finas son diluidas en un blounger y adicionadas nuevamente al proceso, generando un ahorro considerable de material.



Fig. 1-1 Atomizador

Fuente: website <http://www.icf-welko.it/>

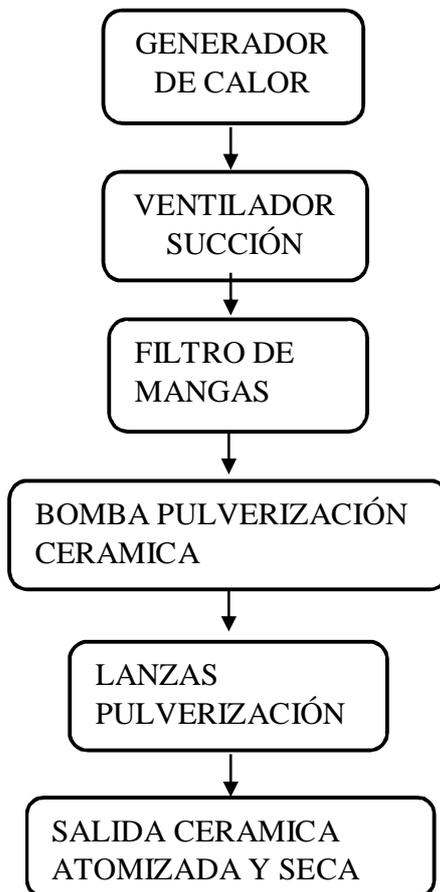


Fig. 1-2 Diagrama de flujo del proceso de Atomización

Fuente: Autor

1.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES, AGUA Y ENERGÍA PARA LAS AREAS DE INTERES

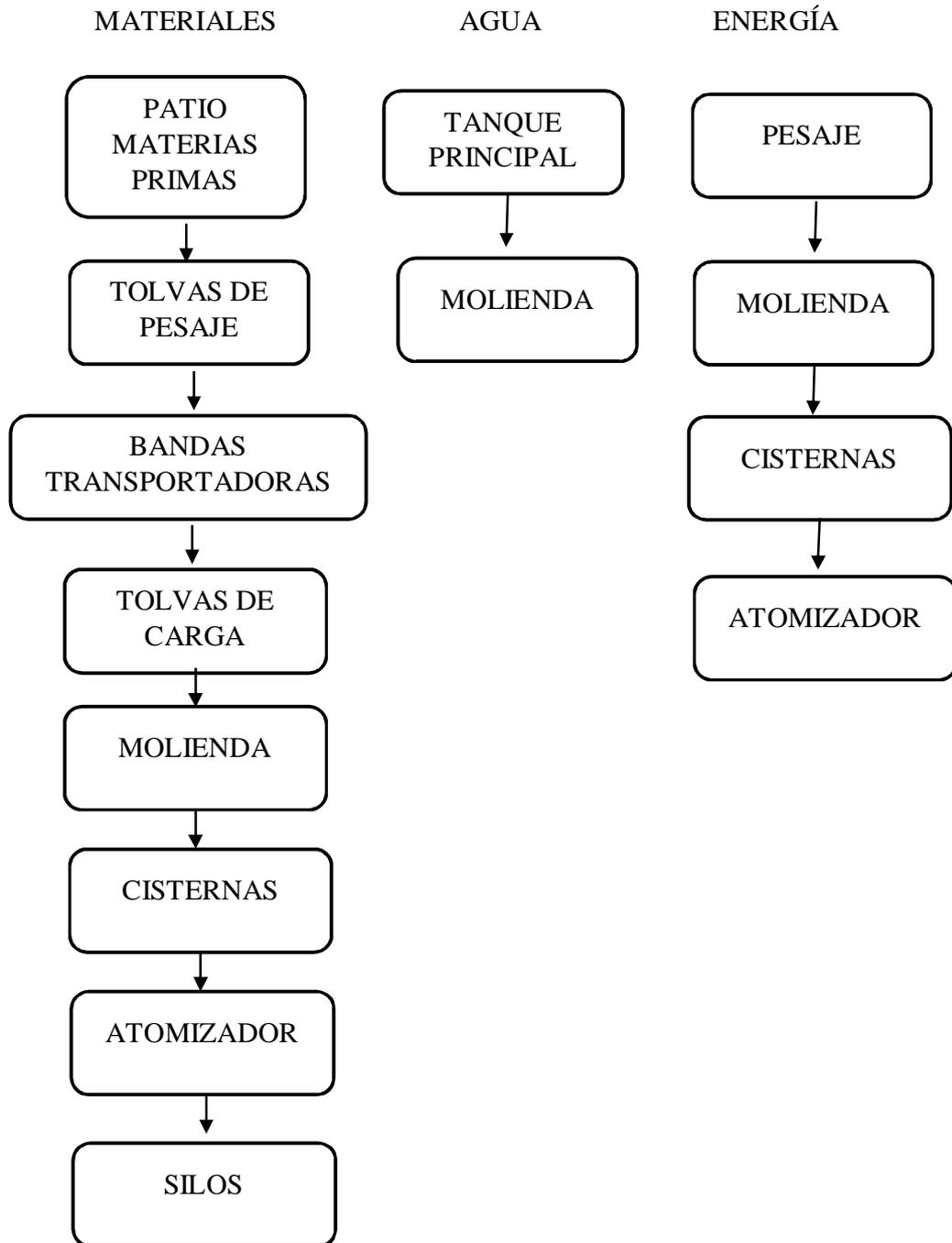


Fig. 1-3 Diagrama de flujo del proceso de Atomización

Fuente: Autor

1.4. AREA DE MOLIENDA

El área de molienda continua funciona de la siguiente manera:

El molino es un cilindro que en su interior está cubierto por listones de caucho estriado, el 60% del volumen del molino está lleno de cuerpos molidores de diferente diámetro y en la mitad del cilindro divide una malla central con el fin de tener 2 etapas de molienda, la primera disgrega la materia prima un porcentaje suficiente para filtrarse por la malla central y la segunda disgrega el material hasta cumplir con el residuo determinado, el momento que cumple con el disgregado determinado por una prueba de residuo en malla 325 según Estándar Tyler Tamiz el material sale de manera continua por el extremo de la segunda etapa y es filtrado antes de ingresar a la cisterna de almacenamiento, donde permanece en agitación para generar homogeneidad en la cerámica líquida obtenida.



Interior del molino



Fig. 1-4 Molino horizontal

Fuente: website <http://www.icf-welko.it/>

1.5.AREA DE CISTERNAS

El área de cisternas se encarga de mantener el material cerámico líquido que produce la molienda en continuo movimiento por medio de espas, con la finalidad de mantener una densidad homogénea.



Fig. 1-5 Cisternas

Fuente: website <http://www.icf-welko.it/>

1.6.AREA DE BOMBEO

El área de bombeo se encarga de absorber el material cerámico de las cisternas y elevar la presión para pulverizar en el interior del atomizador, a través de las lanzas pulverizadoras.



Fig. 1-6 Bombas de pistones

Fuente: website <http://www.icf-welko.it/>

1.7. AREA DE PULVERIZADO

El área de pulverizado está conformada por lanzas difusoras que inyectan la barbotina líquida en el interior del atomizador.



Fig. 1-7 Lanzas difusoras

Fuente: Autor

1.8. AREA DE GENERACIÓN DE CALOR

El área de generación de calor está conformada por un cilindro refractario, un ventilador de aire de combustión, un quemador y 2 bombas de combustible.



Fig. 1-8 Generador de calor

Fuente: Autor

1.9.ACEITE RESIDUAL

El área del aceite residual está conformada por un tanque de almacenamiento para consumo diario que cuenta con 9 resistencias de calentamiento utilizadas para disminuir la viscosidad del combustible y aumentar su fluidez.

Cuenta con un tren de válvulas utilizado para la mezcla diésel – aceite residual.



Fig. 1-9 Tanque diario + tren de válvulas

Fuente: Autor

1.10.CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO

A continuación, se presenta el cuadro de control actual de funcionamiento del proceso de atomización

Las variables que se controlan actualmente son las siguientes:

Variables de la barbotina

- Densidad

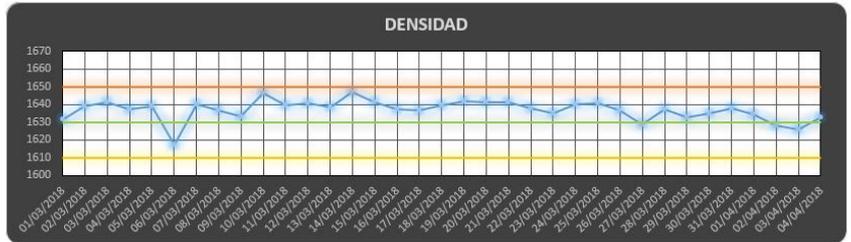


Tabla 1.3 Densidad de la Barbotina

Fuente: Laboratorio GIG

- Viscosidad

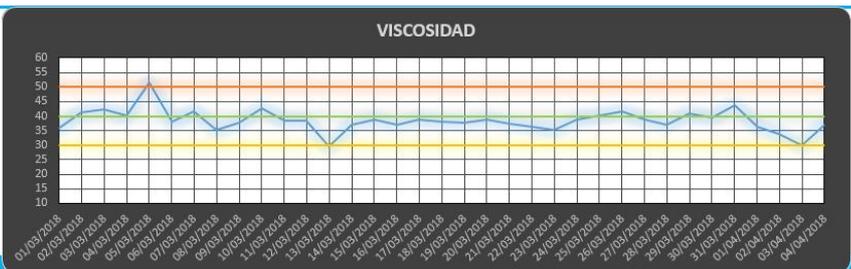


Tabla 1.4 Viscosidad de la Barbotina

Fuente: Laboratorio GIG

- Residuo



Tabla 1.5 Residuo de la Barbotina

Fuente: Laboratorio GIG

Variables del Atomizador de Cerámica

- Presión de la bomba pulverizadora de cerámica
- Temperatura de la cámara de combustión
- Temperatura de salida
- Depresión del interior del Atomizador
- # de lanzas pulverizadoras
- # de boquillas por lanza pulverizadora

Los registros de las variables del Atomizador están en la Tabla 1.2

Variables del Polvo Atomizado

- Humedad del polvo Atomizado

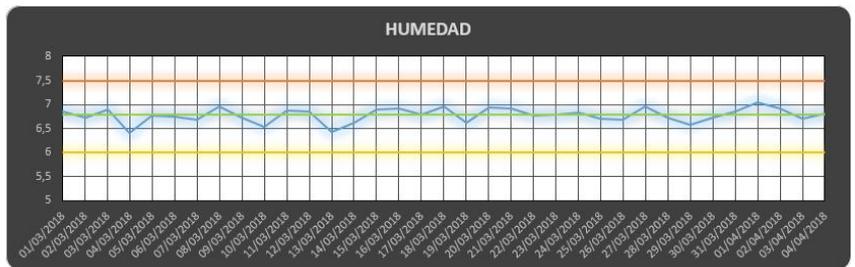
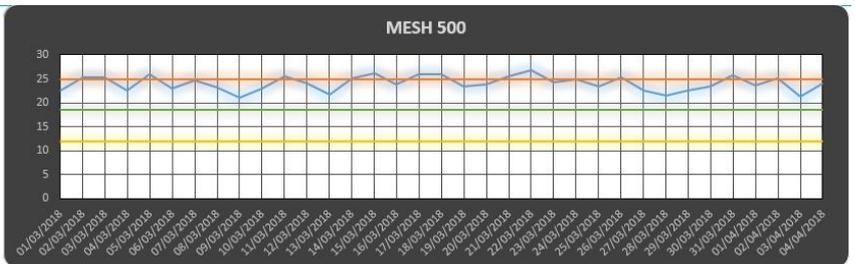


Tabla 1.6 Humedad del polvo Atomizado

Fuente: Laboratorio GIG

- Granulometría del polvo Atomizado



TECNOL... FOR...

MONOQU... PGB-21

Biquema PGB-22

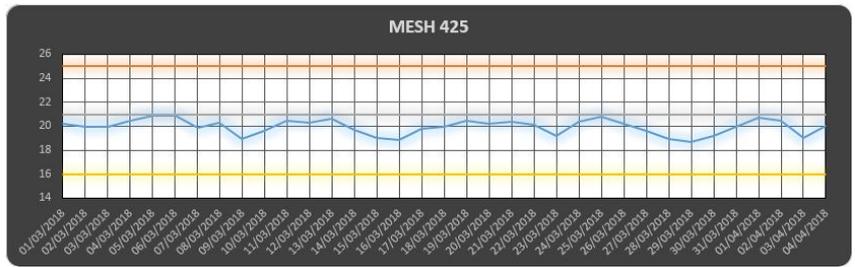
Monoque... PGB-23

FECHA

mar - abr 2018 MESES

2018

FEB MAR ABR MAY JUN



TECN... FOR...

BIQUEMA PGB-25

MONOQU... PGM-51D

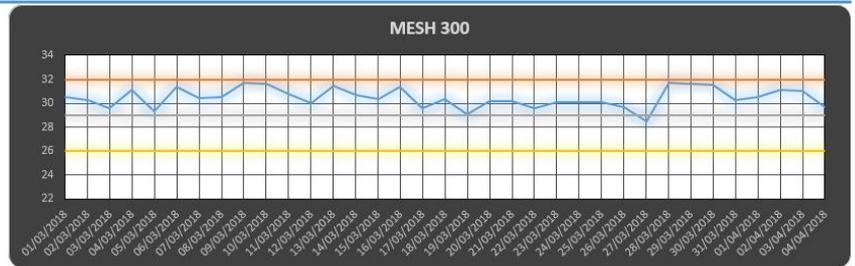
MONOQUE... PGM-52

FECHA

mar - abr 2018 MESES

2018

MAR ABR MAY JUN JUL



TECN... FORM...

Monoqu... PGM-51D

MQ PRE... PGM-52

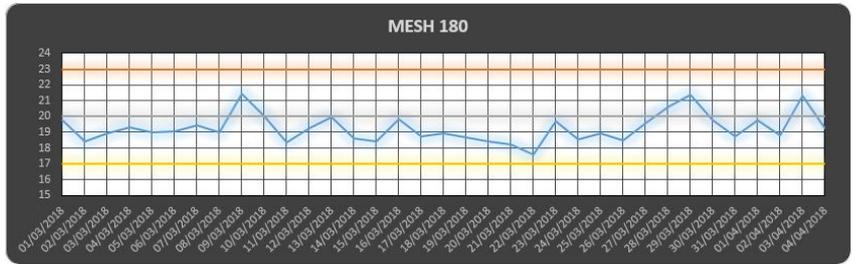
(en blan... PGB-21

FECHA

mar - abr 2018 MESES

2018

ENE FEB MAR ABR MAY



TECNO... FOR...

BIQUEMA PGB-24

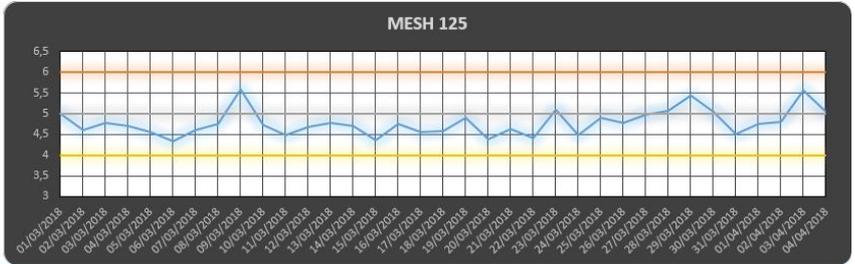
MONOQU... PGB-25

FECHA

mar - abr 2018 MESES

2018

DIC ENE FEB MAR ABR



TECN... FORM...

BIQUEMA PGM-50

MONO... PGM-50.3

Biquema PGM-50-1

Biquema PGM-50.2

FECHA

mar - abr 2018 MESES

2017 2018

DIC ENE FEB MAR ABR



Tabla 1.7 Granulometría del polvo Atomizado

Fuente: Laboratorio GIG

1.11.MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS EQUIPOS

A continuación, se presentan los cuadros del mantenimiento que se efectúa en el proceso de atomización con las condiciones actuales de operación.

Estos cuadros serán un indicador de frecuencia de mantenimiento al utilizar diésel versus aceite residual, nos indicarán el costo del mantenimiento con cada tipo de combustible.

Los siguientes cuadros representan el comportamiento actual del mantenimiento necesario para una operación eficiente del proceso:

- **Mantenimiento Mecánico.-** El cuadro de Mantenimiento Mecánico engloba el conjunto de tareas programadas actuales en función de recomendaciones del fabricante, experiencia de los operadores, y estado del equipo. (Tabla 1.8).
- **Mantenimiento Eléctrico.-** El cuadro de Mantenimiento Eléctrico engloba el conjunto de tareas programadas actuales en función de recomendaciones del fabricante, experiencia de los operadores, y estado del equipo. (Tabla 1.9).
- **Mantenimiento Lubricación.-** El cuadro de Mantenimiento Lubricación engloba el conjunto de tareas programadas actuales en función de recomendaciones del fabricante, tiempo útil del equipo, experiencia de los operadores, estado del ambiente, y estado del equipo. (Tabla 1.10).

El futuro comportamiento dará a conocer nuevos cuadros de mantenimiento los mismos que serán evaluados con la finalidad de determinar el costo / beneficio.

- Mantenimiento Eléctrico

Esta Tabla engloba el mantenimiento mecánico que se da a los equipos relacionados con el proceso de atomización donde se está elaborando el cambio y análisis con el nuevo tipo de combustible (aceite residual + Diesel).

# ACTIVO	CODIGO	DESCRIPCION ACTIVO	ORDEN MOPE	RUTINA	FREC.	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTU.	NOVIE.	DICL.
15287	A3-AS01-TE01	ASPIRACION DE POLVOS #1			180 Días												
12688	A3-AS02-TE01	ASPIRACION DE POLVOS #2			180 Días												
12689	A3-AS03-TE01	ASPIRACION DE POLVOS #3			180 Días												
12690	A3-AS04-TE01	ASPIRACION DE POLVOS #4			180 Días												
11786	A3-AS05-TE01	ASPIRACION DE POLVOS #5 (RAPIDA)			180 Días												
13905	A3-QU01-TE01	TABLERO QUEMADORL.ATOMIZADOR PORCELANATO			180 días												
15286	A3-TE01	BALANZAS DE PESAJE PORCELANATO	2078266		60 días		1		1								
15300	A3-TE02	CUADRO ELECTRICO CARGA MOLINO CONTINUO CMB80		05MAN006	120 días												
12706	A3-TE03	INVERTER ABB MOLINO CONTINUO		05MAN006	120 días												
15313	A3-TE04	ATOMIZADOR PORCELANATO			180 días												
12430	A3-TE05	CARGA SILOS PORCELANATO			180 días												
12431	A3-TE06	CUADRO ELECTRICO BANDAS CARGA SILOS			180 días												
12432	A3-TE07	CUADRO ELECTRICO ALMACENAJE POLVOS ISP		05MAN006	120 días												
12433	A3-TE08	CUADRO ELECTRICO ALIMENTACION POLVOS IAP		05MAN006	120 días												
15320	A3-TE09	CUADRO ELECTRICO SIMAC - BANDAS		05MAN006	120 días												
15304	A3-TE10	CUADRO ELECTRICO VASCAS DE BARBOTINA	1922672	05MAN006	120 días		1										
12707	A3-TE11	CUADRO ELECTRICO TANQUES DE BARBOTINA	1922672	05MAN006	120 días		1										
12708	A3-TE12	CUADRO ELECTRICO TANQUES DE BARBOTINA	1922672	05MAN006	120 días		1										
12664	A3-TE13	CUADRO DE CONTROL MOLINOS DE COLORACION 1-2-3-4	1922672	05MAN006	120 días		1										
15291	A3-TE14	MOLINO SUPER BLANCO	1922672	05MAN006	120 días		1										
15295	A3-TE15	SISTEMA DE COLORACION DE BARBOTINA	1922672	05MAN006	120 días		1										
12842	A3-TE16	CUADRO ELECTRICO BATCHERS		05MAN006	120 días												
12843	A3-TE17	CUADRO ELECTRICO TOLVAS IMA		05MAN006	120 días												
12844	A3-TE18	CUADRO ELECTRICO TORRE TECNOLOGICA		05MAN006	120 días												

Tabla 1.9 Mantenimiento Eléctrico

Fuente: Mantenimiento GIG

CAPITULO 2

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PARAMETROS OPTIMOS DE LOS EQUIPOS LIGADOS AL GENERADOR DE CALOR

Este capítulo está destinado a la determinación de los parámetros óptimos de los equipos ligados al generador de calor del proceso de atomización.

La principal razón de determinar los parámetros es por la inestabilidad del combustible, al tratarse de aceite residual se obtiene de diferentes proveedores los mismos que adquieren el aceite de diferentes fuentes como la industria, mecánicas, lavadoras, navieras.

2.1.BOMBA DE COMBUSTIBLE

El tipo de bomba ocupada es de engranajes rotativos, la cual presenta una carcasa en la que se alojan un engranaje doble (un engranaje externo del rotor y un engranaje loco interno) y un conjunto creciente. A medida que el engranaje del rotor comienza a girar, el engranaje loco gira con los dientes comenzando a engranar en consecuencia. Es el espacio entre estos engranajes y la acción de mallado lo que atrae al fluido y lo desplaza. La forma de media luna compensa el engranaje intermedio y proporciona un sello entre los puertos de succión y descarga.

Una bomba de engranaje tiene muchas ventajas debido a que el mecanismo de engranaje se acaba con tolerancias estrechas y proporciona un rendimiento altamente eficiente en términos de succión y descarga. La naturaleza de los dientes del engranaje y su potente movimiento lo hacen excepcional en el manejo de fluidos viscosos de hasta 100,000 cps, incluyendo chocolate, grasas, aceites y similares.

Aunque la bomba maneja bien los sólidos y el material abrasivo, la bomba puede manejar fluidos sensibles a la cizalladura con un flujo suave no pulsátil gracias a la entrega acumulativa y uniforme del engrane de los dientes del engranaje. El flujo es directamente proporcional a la velocidad, independientemente de la presión, lo que proporciona un control y fiabilidad mucho mayores al operador del servicio



Fig. 2-1 Bombas de engranaje

Fuente: website <http://www.sepakorea.com>

El Sistema de flujo de combustible consta de 3 sectores, cada uno con diferentes parámetros según la función que realizan:

- Sector 1

Se encarga de filtrar y transportar el combustible desde el tanque principal hasta el tanque de consumo diario, la distancia aproximada es de bombeo es de 300 mts.



Fig. 2-2 Bombas Tanque Principal hasta Tanque diario

Fuente: Autor

- Sector 2

Se encarga de filtrar y elevar la presión del combustible desde el tanque diario hasta la bomba del Sector 3.



Fig. 2-3 Bombas Tanque diario a bomba sector 3

Fuente: Autor

- Sector 3

Se encarga de elevar la presión del combustible que recibe de la bomba 2 para encender y pulverizar el combustible con el fin de generar calor para el Atomizador.



Fig. 2-4 Bomba quemador

Fuente: Autor

A continuación, un cuadro con las especificaciones técnicas y parámetros óptimos de las bombas de combustible que operan en cada sector descrito:

ESPECIFICACIONES TECNICAS BOMBAS DE COMBUSTIBLE DEL ATOMIZADOR						
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	POTENCIA	r.p.m	
SECTOR 1	MOTOR BOMBA TRANSPORTE TANQUE PRINCIPAL A TANQUE DIARIO	2 UND	ABB	5,5 kW	1765	
SECTOR 2	MOTOR BOMBA ELEVAR PRESIÓN TANQUE DIARIO HASTA BOMBA SECTOR 3	2 UND	ABB	2,2 kW	1755	
SECTOR 3	MOTOR BOMBA QUEMADOR ATOMIZADOR SECTOR 3	2 UND	DREHSTROM ASYNCHRON	4,8 kW	1750	
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	CAUDAL	PRESIÓN	r.p.m
SECTOR 1	BOMBA TRANSPORTE TANQUE PRINCIPAL A TANQUE DIARIO	2 UND	ROTARY GEAR	500 l/h	15 kg/cm ²	1440
SECTOR 2	BOMBA ELEVAR PRESIÓN TANQUE DIARIO HASTA BOMBA SECTOR 3	2 UND	ROTARY GEAR	1560 l/h	8 kg/cm ²	1440
SECTOR 3	BOMBA QUEMADOR ATOMIZADOR SECTOR 3	2 UND	TECHNIK	2640 l/h	30 kg/cm ²	1400

Tabla 2.1 Especificaciones Técnicas Motores y Bombas Combustible

Fuente: Autor

PARÁMETROS ÓPTIMOS BOMBAS DE COMBUSTIBLE DEL ATOMIZADOR									
CAUDAL NECESARIO			240 gls/hora						
1 gl = 3.7854 lts									
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	r.p.m	CAUDAL gl/h	RELACIÓN % DIESEL	RELACIÓN %ACEITE RESIDUAL	CAUDAL gl/h DIESEL	CAUDAL gl/h ACEITE RESIDUAL	CAUDAL gl/h NECESARIO	r.p.m. NECESARIO
SECTOR 1	BOMBA TRANSPORTE TANQUE PRINCIPAL A TANQUE DIARIO (aceite residual)	1765	1321	0	100	0	1321	1321	1765
SECTOR 2	BOMBA ELEVAR PRESIÓN TANQUE DIARIO HASTA BOMBA SECTOR 3 (aceite residual)	1755	412	0	100	0	412	412	1755
SECTOR 3	BOMBA 1 QUEMADOR. ATOMIZADOR SECTOR 3 (diesel)	1750	697	20	0	139	0	48	350
	BOMBA 2 QUEMADOR ATOMIZADOR SECTOR 3 (aceite residual)	1750	697	0	80	0	558	192	1400

Tabla 2.2 Parámetros óptimos de bombas de combustible del atomizador

Fuente: Autor

Color identificativo de tuberías según UNE 1063

Sepia o sepia con color adicional rojo	Grupo 8	Líquidos combustibles
	8.0	Clase de peligro A I (punto de inflamación por debajo de 21°C)
	8.1	Clase de peligro A II (punto de inflamación por encima de 21 hasta 55 °C)
	8.2	Clase de peligro A III (punto de inflamación superior a 55 hasta 100 °C)
	8.3	Clase de peligro B (soluble en agua, punto de inflamación por debajo de 21°C)
	8.4	Grasas y aceites pesados técnicos
	8.5	Otros líquidos orgánicos y pastas
	8.6	Nitroglicerina
	8.7	Otros líquidos, también metales líquidos
	8.8	
8.9	Desagües combustibles	

Tabla 2.3 Color Identificativo de tuberías según UNE 1063

Fuente: NTP 566: Señalización de recipientes y tubería, año 2000

En función a las especificaciones técnicas y a los parámetros obtenidos se evaluará el rendimiento, el costo, y la calidad del proceso de combustión en el atomizador para cerámica.

2.2.SISTEMA DE FILTRADO DE COMBUSTIBLE

El tipo de filtrado de combustible consta de un recipiente sellado por el cual entra el combustible por la parte inferior y central y sale pasando por el filtro por la parte superior, la malla es Mesh 250 um en donde filtra todo tipo de residuo inferior a 250 um y evitar los residuos en la combustión y por ende en el proceso de atomización, con el fin de establecer mayor disponibilidad del proceso de filtrado se dispone de 2 filtros en paralelo.

Para determinar la fluidez del combustible a través del filtro, se determina la presión de trabajo, al aumentar la presión nos indica que el filtro se encuentra obstruido para lo cual se cambiaría al otro filtro que está en paralelo hasta realizar la limpieza del obstruido.

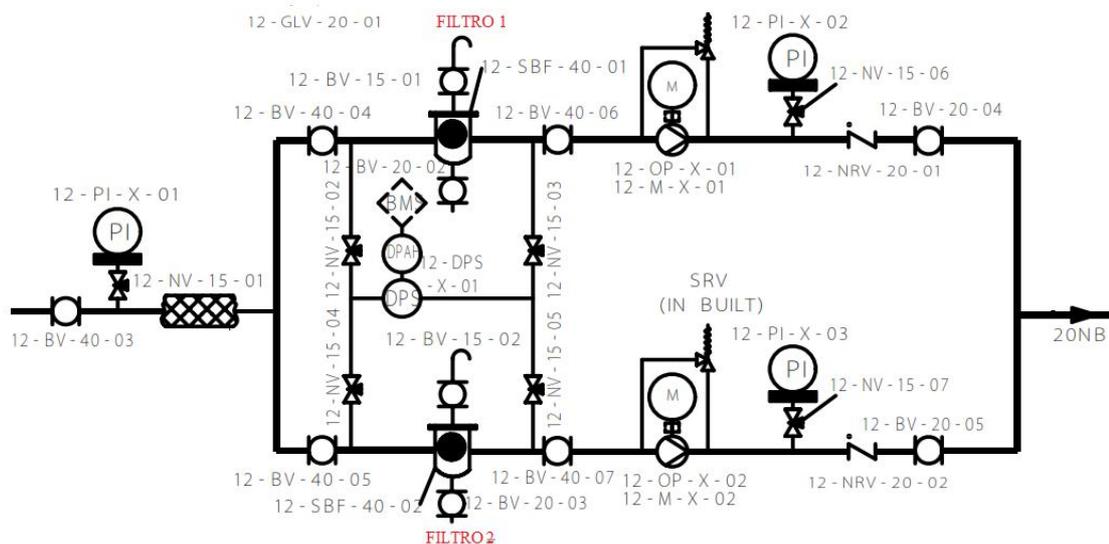


Fig. 2-5 Sistema de filtrado combustible

Fuente: website <http://www.ftinternational.com>, DUAL FUEL (OIL/NG/LPG) FIRED 13 MW BURNER FOR SPRAY DRIER INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL

2.3. SISTEMA CALENTAMIENTO DE COMBUSTIBLE

El sistema de calentamiento consta de grupos de resistencias de $1.2\text{ k}\Omega$ que se encuentran instaladas en 3 sectores:

- Sector 1

Tanque principal: consta de 42 resistencias, 7 grupos de 6 resistencias cada grupo, están instaladas en estrella con 2 resistencias en paralelo cada fase como indica la figura 2.6



Fig. 2-6 Conexión estrella 6 resistencias 2 por fase en paralelo

Fuente: Autor

- Sector 2

Tanque diario DOT: consta de 9 resistencias, 1 grupos de 9 resistencias, están instaladas en estrella con 3 resistencias en paralelo cada fase como indica la figura 2.7

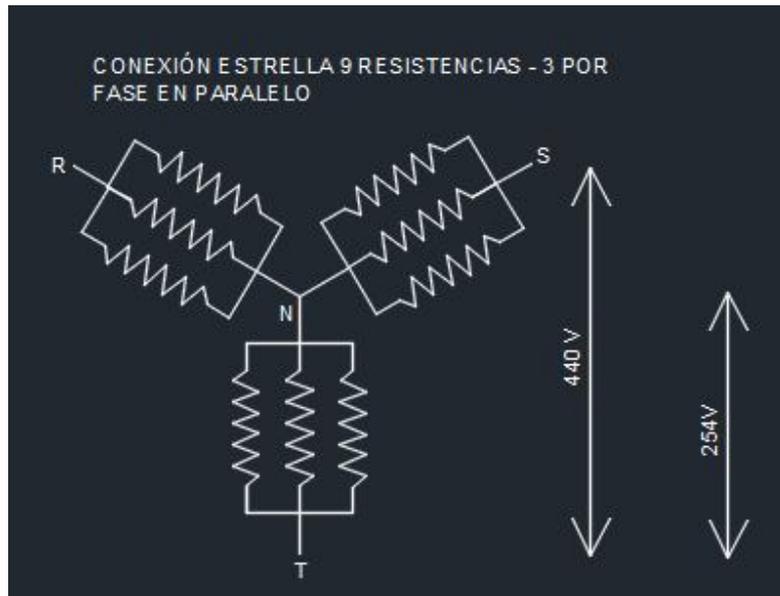


Fig. 2-7 Conexión estrella 9 resistencias 3 por fase en paralelo

Fuente: Autor

- Sector 3

Tren de válvulas: consta de 21 resistencias, 2 grupos, el primero es de 4 resistencias en paralelo por fase y el segundo es de 2 resistencias en paralelo por fase como indica la figura 2.8

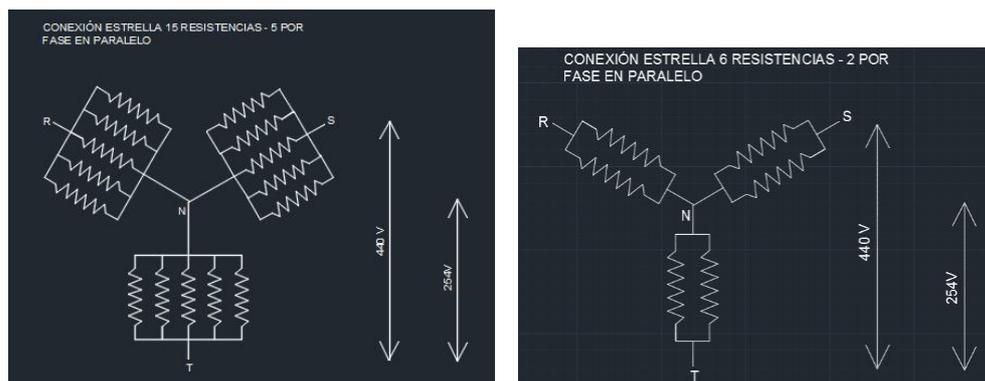


Fig. 2-8 Conexión estrella 12 resistencias 4 por fase en paralelo + Conexión estrella 6 resistencias 2 por fase en paralelo

Fuente: Autor

ESPECIFICACIONES TECNICAS RESISTENCIAS					
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	POTENCIA POR UND	POTENCIA TOTAL
SECTOR 1	RESISTENCIAS ELECTRICAS	42 UND	FCT	1,2 kW	50,4 kW
SECTOR 2	RESISTENCIAS ELECTRICAS	9 UND	FCT	1,2 kW	10,8 kW
SECTOR 3	RESISTENCIAS ELECTRICAS	21 UND	FCT	1,2 kW	25,2 kW

Tabla 2.4 Especificaciones técnicas resistencias

Fuente: Autor

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA DENSIDAD DEL COMBUSTIBLE

La densidad de un líquido está definida por la cantidad de masa contenida en un volumen determinado, la densidad de la mezcla 80% aceite residual 20% diésel se determinó mediante un picnómetro de 100 cc.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL COMBUSTIBLE

La viscosidad de un líquido está definida por el tiempo que el líquido a analizar fluye por el orificio hasta que se dé el primer corte, con esta medida se puede determinar la fluidez del líquido a analizar, el uso de las resistencias eléctricas en los depósitos y tránsito de combustible es con la finalidad de incrementar la temperatura del combustible para disminuir su viscosidad.

La temperatura establecida es de 70 a 80° Celsius



Fig. 2-9 Copa Ford para medición de viscosidad

Fuente: website <http://www.adendorf.net/copa-ford-para-medicion-de-viscosidad-p-426.html>

2.6. DESCRIPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE

La principal contaminación del aceite residual es con el agua, el método ocupado para determinar la cantidad de agua existente en el combustible es mediante una purga en la parte inferior del depósito ya que por diferencia de densidad el agua tiende a resumirse al fondo del tanque.



Fig. 2-10 Purga agua tanque principal

Fuente: Autor

2.7. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE

El nivel de combustible es determinado a través de sensores con diafragma rasante ya que está diseñado para utilizarse en contacto con medios no uniformes, de alta viscosidad y permite una medición de presión fiable, incluso bajo condiciones adversas. El programa de transmisores de presión abarca una señal de salida de 4 a 20 mA.

Las señales emitidas por el sensor son escaladas en función al diámetro y altura del tanque de combustible, permitiendo obtener indicadores del volumen actual del tanque.



Fig. 2-11 Sensores de Nivel

Fuente: website <http://industrialautomation.danfoss.es/products/pressure-transmitters/#/>

En la tabla 2.5 indican los valores en función de la mezcla utilizada.

CARACTERISTICAS COMBUSTIBLES

	DIESEL	ACEITE RESIDUAL
DENSIDAD (g/cm ³)	0,84	0,9
VISCOSIDAD (seg)	45	85
TEMPERATURA (°C)	20 °C	20 °C

CARACTERISTICAS MEZCLA 80% ACEITE + 20% DIESEL

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
DENSIDAD (g/cm ³)	0,9	0,9	0,9
VISCOSIDAD (seg)	80	75	70
TEMPERATURA (°C)	40	50	60

Tabla 2.5 Características Mezcla combustibles

Fuente: Autor

A continuación se presenta el trabajo realizado para determinar la mezcla ideal del aceite residual + Diesel.

• PRIMER ANALISIS REALIZADO

FECHA: 2/08/2017										
CONSUMO POR HORA COMBUSTIBLE ATM		214 Gl/h								
RELACION ACEITE / DIESEL										
ACEITE RESIDUAL		52 %								
DIESEL		48 %								
CONCLUSIÓN CONSUMO ACEITE RESIDUAL POR HORA										
TIEMPO DE MUESTRA ACEITE RESIDUAL		5:27:00 min								
CONSUMO ACEITE RESIDUAL		608 GI								
CONSUMO POR HORA ACEITE RESIDUAL		111 GI/h								
CONCLUSIÓN CONSUMO DIESEL POR HORA										
TIEMPO DE MUESTRA DIESEL		2:23:00 min								
CONSUMO DIESEL		245 GI								
CONSUMO POR HORA DIESEL		103 GI/h								
MUESTREO										
ANALISIS CONSUMO ACEITE RESIDUAL										
FECHA	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	02/08/2017	
HORA	9:38	10:46	11:46	12:46	13:46	14:46	15:44	17:31		
GP-GE02	1129	=	=	=	=	=	=	=	=	
GP-GE01	2780	=	=	=	=	=	=	=	=	
GP-GE03	2516	=	=	=	=	=	=	=	=	
HORA	9:41	10:46	11:46	12:46	13:46	14:46	15:44	17:31		
FILL RITE	1914332	1914332	1914332	1914332	1914333	1914333	1914333	1914333	1914333	
	8431	8431	8431	8431	8432	8432	8432	8432	8432	
ATM	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	
HORA	9:55	10:58	11:58	12:58	13:50	14:51	15:44	17:25		
ifm m3	128,9	128,9	130,0	130,0	131,0	131,0	132,1	132,3		
galones		34052	34342	34342	34607	34607	34897	34950		
consumo gl.			291	0	264	0	291	53		
			finalizo carga							
	1 gal. es	3,785412534	litros							
	1 lt. es	0,264172	galones							
MUESTREO										
ANALISIS CONSUMO DIESEL										
FECHA	02/08/2017									
1era LECTURA	15:17									
2da LECTURA	17:40									
Radio TANQUE DIESEL	1	mts								
ALTURA	0,295	mts								
VOLUMEN lts	927	lts								
VOLUMEN GI	245	gl's								
	1 gal. es	3,785412534	litros							
	1 lt. es	0,264172	galones							

Tabla 2.6 Muestreo análisis consumo Diesel

Fuente: Autor

- ANÁLISIS IDEAL

CONSUMO RELACION ACEITE RESIDUAL + DIESEL		
FECHA: 7/08/2017		
CONSUMO POR HORA COMBUSTIBLE ATM	240 GI/h	
RELACION ACEITE / DIESEL		
ACEITE RESIDUAL	89 %	
DIESEL	11 %	
CONCLUSIÓN CONSUMO ACEITE RESIDUAL POR HORA		
TIEMPO DE MUESTRA ACEITE RESIDUAL	1:22:00 min	
CONSUMO ACEITE RESIDUAL	291 GI	
CONSUMO POR HORA ACEITE RESIDUAL	213 GI/h	
CONCLUSIÓN CONSUMO DIESEL POR HORA		
TIEMPO DE MUESTRA DIESEL	2:46:00 min	
CONSUMO DIESEL	75 GI	
CONSUMO POR HORA DIESEL	27 GI/h	
MUESTREO		
ANÁLISIS CONSUMO ACEITE RESIDUAL		
FECHA	07/08/2017	07/08/2017
ATM	ON	ON
HORA	18:11	19:33
ifm m3	155,3	156,4
galones	41026	41317
consumo gl.		291
	1 gal. es 3,785412534	litros
	1 lt. es 0,264172	galones
MUESTREO		
ANÁLISIS CONSUMO DIESEL		
FECHA	07/08/2017	
1era LECTURA	17:00	
2da LECTURA	19:46	
Radio TANQUE DIESEL	1	mts
ALTURA	0,09	mts
VOLUMEN Its	283	Its
VOLUMEN GI	75	gls
	1 gal. es 3,785412534	litros
	1 lt. es 0,264172	galones

Tabla 2.7 Determinación Relación Aceite / Diesel

Fuente: Autor

CAPITULO 3

3. TAREAS PREVIAS AL USO DEL ATOMIZADOR

La gestión de hallazgos, inspecciones y checklist ayuda al proceso de Atomización a prevenir en gran medida la ocurrencia de paros en el sistema. Esta prevención se debe a que favorecen la detección de equipos que no estén en condiciones favorables para mantener un flujo constante en la operación.

A través de las inspecciones en terreno el proceso lucha por lograr identificar y analizar las condiciones anómalas que pudiesen alterar el normal funcionamiento de la actividad seleccionada. Algunas condiciones anómalas pueden ser:

- Interrupciones en el funcionamiento normal de los procesos.
- Generación de imperfectos en los equipos.
- Suciedad en las boquillas de pulverización.
- Falta de combustible para el generador de calor.
- Falta de barbotina en las cisternas de almacenaje.

Con el fin de que el desarrollo de las inspecciones de trabajo puedan llegar a ser consideradas como una herramienta de carácter preventivo, se realizarán en forma sistemática. De esta manera que el proceso dispondrá de planes de acción a implementar en relación a las necesidades o prioridades que sean detectadas.

Gracias a las auditorías internas se llevará a cabo la evaluación de los distintos procesos y procedimientos con el objetivo de identificar aquellos errores o incumplimiento de los requisitos exigidos por la normativa establecida.

De esta manera, a través de la aplicación de estas herramientas, la empresa puede adelantarse en el funcionamiento. El objetivo es el de poder controlar y aplicar distintas acciones correctivas inmediatas para evitar la aparición o repetición de los distintos fallos.

Considerando los inconvenientes presentados en el proceso de atomización y tomando en cuenta los problemas presentados en las pruebas industriales realizadas, se incluirá una

lista de tareas previas al uso del atomizador, con el fin de disminuir el costo de producción e incrementar la disponibilidad del equipo.

A continuación, un listado de los tiempos perdidos al no realizar un chequeo previo del proceso antes de su operación:

DURACIÓN PROMEDIO DE UN PARO IMPREVISTO			
N°	DESCRIPCIÓN	PASOS A SEGUIR	TIEMPO
1	OBSTRUCCIÓN BOQUILLA GENERADOR DE CALOR	ENFRIAMIENTO	120 min.
		DESARMADO DE BOQUILLA	30 min.
		LIMPIEZA DE BOQUILLA	15 min.
		ARMADO DE BOQUILLA	15 min.
		TIEMPO TOTAL PARO	180 min.
N°	DESCRIPCIÓN	PASOS A SEGUIR	TIEMPO
2	NIVEL DE COMBUSTIBLE	LLENADO TANQUE	30 min.
		TIEMPO TOTAL PARO	30 min.
N°	DESCRIPCIÓN	PASOS A SEGUIR	TIEMPO
3	ESPEJO GENERADOR DE CALOR	ENFRIAMIENTO	120 min.
		DESARMADO DE ESPEJO	30 min.
		LIMPIEZA DE ESPEJO	30 min.
		ARMADO DE ESPEJO	15 min.
		TIEMPO TOTAL PARO	195 min.
N°	DESCRIPCIÓN	PASOS A SEGUIR	TIEMPO
4	BOMBAS DE COMBUSTIBLE GENERADOR DE CALOR	DESARMADO BOMBA	30 min.
		LIMPIEZA BOMBA	15 min.
		CAMBIO RETENES BOMBA	15 min.
		TIEMPO TOTAL PARO	60 min.
N°	DESCRIPCIÓN	PASOS A SEGUIR	TIEMPO
5	TREN DE VALVULAS GENERADOR DE CALOR	DESARMADO TREN	120 min.
		LIMPIEZA TREN	120 min.
		CAMBIO RETENES TREN	30 min.
		ARMADO TREN	120 min.
		TIEMPO TOTAL PARO	390 min.

Tabla 3.1 Duración promedio de un paro imprevisto

Fuente: Autor

Con el fin de eliminar las causas que provocan los paros se realizó un plan de actividades previas al uso del Atomizador:

PLAN DE ACTIVIDADES PREVIAS AL USO DEL ATOMIZADOR		
Nº	DESCRIPCIÓN	TAREA
1	3.1. ESTADO DE BOQUILLAS GENERADOR DE CALOR	LIMPIEZA
2	3.2. ESTADO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE	CHEQUEO OPERATIVIDAD
3	3.3. ESTADO DE ESPEJO GENERADOR DE CALOR	LIMPIEZA
4	3.4. ESTADO DE BOMBAS DE COMBUSTIBLE GENERADOR DE CALOR	CHEQUEO PRESIÓN DE TRABAJO
5	3.5. ESTADO DEL TREN DE VALVULAS GENERADOR DE CALOR	CHEQUEO OPERATIVIDAD

Tabla 3.2 Plan de actividades previas al uso del Atomizador

Fuente: Autor

3.1. ESTADO DE BOQUILLAS GENERADOR DE CALOR

- **DEFINICIÓN:**

Las boquillas del generador de calor son las encargadas de realizar la mezcla aire – combustible y de pulverizar el combustible a diferentes ángulos de conicidad.

A continuación, se puede ver la figura 3.1

- **TAREA:**

Revisar que el orificio de la boquilla no tenga basura que lo obstruya; de ser así, destaparlo con aire o lavar las boquillas con algún solvente. No utilizar instrumentos cortantes para limpiar las boquillas, una leve ralladura puede afectar la atomización del combustible.



Fig. 3-1 Partes boquilla quemador

Fuente: Autor

3.2. ESTADO DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

- **DEFINICIÓN:**

El estado de nivel de combustible se encarga de mantener el tanque de combustible de uso diario en el nivel óptimo en función del consumo del quemador del Atomizador.

- **TAREA:**

Revisión de operabilidad del sensor de nivel máximo y mínimo, este sensor tiene un rango de operación de 4 a 20 mA, cuando se encuentra en 4mA es el nivel mínimo y 20 mA el nivel máximo, considerando esta banda de trabajo el sensor se encarga de activar o desactivar la bomba de llenado del tanque.



Fig. 3-2 Sensor de Nivel

Fuente: Autor

3.3. ESTADO DE ESPEJO GENERADOR DE CALOR

- **DEFINICIÓN:**

El espejo del quemador se encarga de reflejar la presencia de llama al sensor con el objetivo de activar las válvulas de flujo de combustible.

Adicional el espejo tiene orificios por donde entra el aire de combustión para generar la combustión ideal y difuminar la llama generada.

- **TAREA:**

Limpieza y revisión del espejo difusor, este espejo al no estar limpio genera obstrucción en los orificios por donde pasa el aire de combustión y atomización lo cual provocaría una incorrecta mezcla de aire – combustible generando residuos de carbón en el producto terminado e incremento de CO₂ en la combustión.

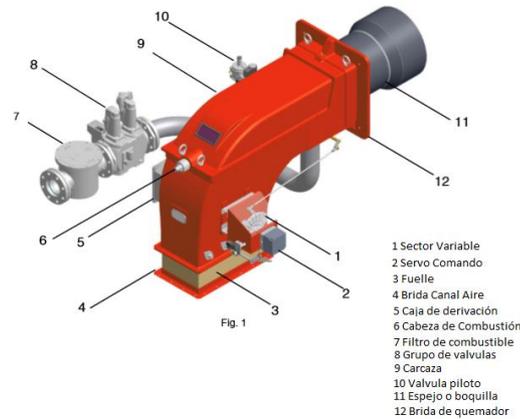


Fig. 3-3 Quemador

Fuente: NBP, HTP1030 RIF.COMM. 10P560 BRUCIATORE DI GAS NATURALE GASOLIO, M09P195A Rel. 0.0 11-2010



Fig. 3-4 Espejo o difusor

Fuente: Autor

3.4.ESTADO DE BOMBAS DE COMBUSTIBLE GENERADOR DE CALOR

- **DEFINICIÓN:**

Las 2 bombas de combustible se encargan de realizar la mezcla del diésel y aceite residual incrementando la presión del combustible final.

La mezcla del combustible se realiza con las válvulas neumáticas que constan de un encoder el cual permite la apertura o cierre en grados siendo 360 ° el 100% de apertura y 0 ° el 0%

Los Encoders convierten el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control en un sistema de control de movimiento,

El encoder envía una señal que puede ser utilizada para determinar la posición, contar, velocidad o dirección. Un dispositivo de control puede usar esta información para enviar un comando para una función particular, en este caso para realizar la mezcla del aceite residual con el diésel.

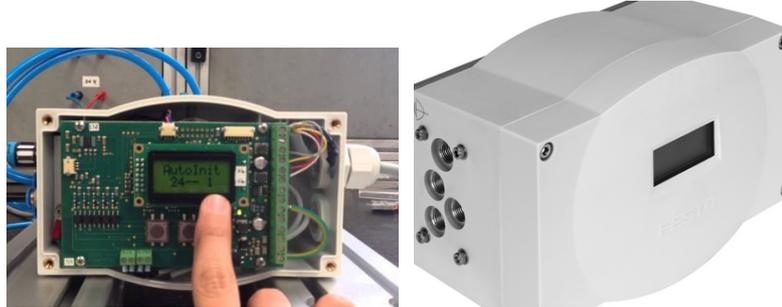


Fig. 3-5 Encoder

Fuente: www.youtube.com/watch?v=DnrtsS-tEmo

- TAREA:
Revisión de la presión de los combustibles, revisión del porcentaje de apertura de las válvulas con encoder y revisión de fugas de combustible.



Fig. 3-6 Bombas de combustible y Válvulas con encoder

Fuente: Autor

3.5. ESTADO DEL TREN DE VALVULAS GENERADOR DE CALOR

- **DEFINICIÓN:**

El tren de válvulas se encarga de evaluar los estados de los procesos anteriores y evaluar el sensor de llama.

- **TAREA:**

Dar seguridad al personal y al proceso de combustión.

Las tolerancias de fabricación en los sistemas hidráulicos de alta presión existentes hoy en día demandan un control estricto de contaminación en el sistema. Cualquier residuo que entre al sistema en el proceso de fabricación y ensamblaje debe ser removido antes de la puesta en marcha para asegurar un desempeño adecuado y predecible durante la vida útil del mismo.



Fig. 3-7 Tren de válvulas

Fuente: Autor

CAPITULO 4

4. ESTRUCTURA Y OPERATIVIDAD DEL MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE

Para la estructura y operatividad del modelo de gestión de residuos de aceite se ocupará la metodología y herramienta de gestión que traduce los procesos en un conjunto coherente de indicadores. La visión y la estrategia del proceso dictará el camino hacia el que deben encaminarse los esfuerzos individuales y colectivos del mismo. El mapa estratégico será capaz de orientar a los directivos a alcanzar los objetivos mediante una guía clara y oportuna. (Dr. Iván Coronel, Phd, 2016)

El éxito consiste en identificar exactamente los puntos a monitorear, y publicar en todos los niveles de la empresa los logros alcanzados a través de reportes y acciones muy puntuales diarias.

La técnica que se ocupará para determinar los límites de los puntos a monitorear se obtendrá a través de diseños factoriales, ya que intervienen varios factores sobre una respuesta, el modelo a utilizar es el DOE (Diseño de Experimentos). La metodología aplicada para determinar los límites es fundamental con el fin de obtener resultados concluyentes con el mínimo de pruebas. La experimentación en términos generales es un proceso muy costoso por lo que es conveniente optimizar los experimentos. Con el modelo a utilizar sobre técnicas estadísticas del DOE (Design of Experiments) se va analizar e interpretar los resultados para determinar el tratamiento correcto con el fin de que las conclusiones sean lo más próximas a la realidad.

En términos generales, se determinará la influencia de los siguientes factores en el proceso de combustión al tener como combustible una mezcla de ACEITE RESIDUAL + DIESEL.

FACTORES QUE INFLUENCIAN EN LA COMBUSTIÓN

- Temperatura del combustible
- Cantidad de Aceite Residual
- Cantidad de Diesel

A continuación, la tabla inicial de los límites de viscosidad, densidad y pureza del combustible antes de implementar el sistema:

- SISTEMA DE CALENTAMIENTO COMBUSTIBLE
- SISTEMA DE MEZCLA COMBUSTIBLE
- SISTEMA DE FILTRADO COMBUSTIBLE

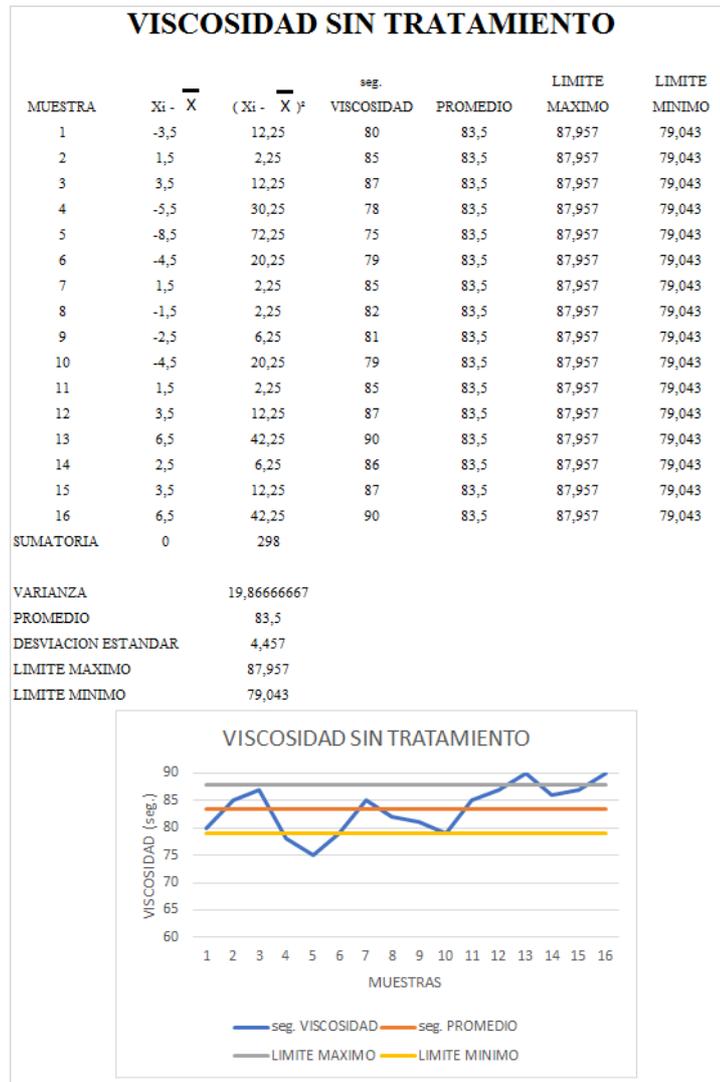


Tabla 4.1 Viscosidad sin tratamiento

Fuente: Autor

Como se puede ver, la viscosidad tiene una variabilidad excesiva ya que el aceite residual sin tratamiento de calentamiento es muy inestable perjudicando al proceso de transporte desde el tanque principal al tanque de uso diario, presentando las siguientes fallas:

- Disminución del caudal de bombeo.
- Sobrecalentamiento de las bombas de transporte de combustible.

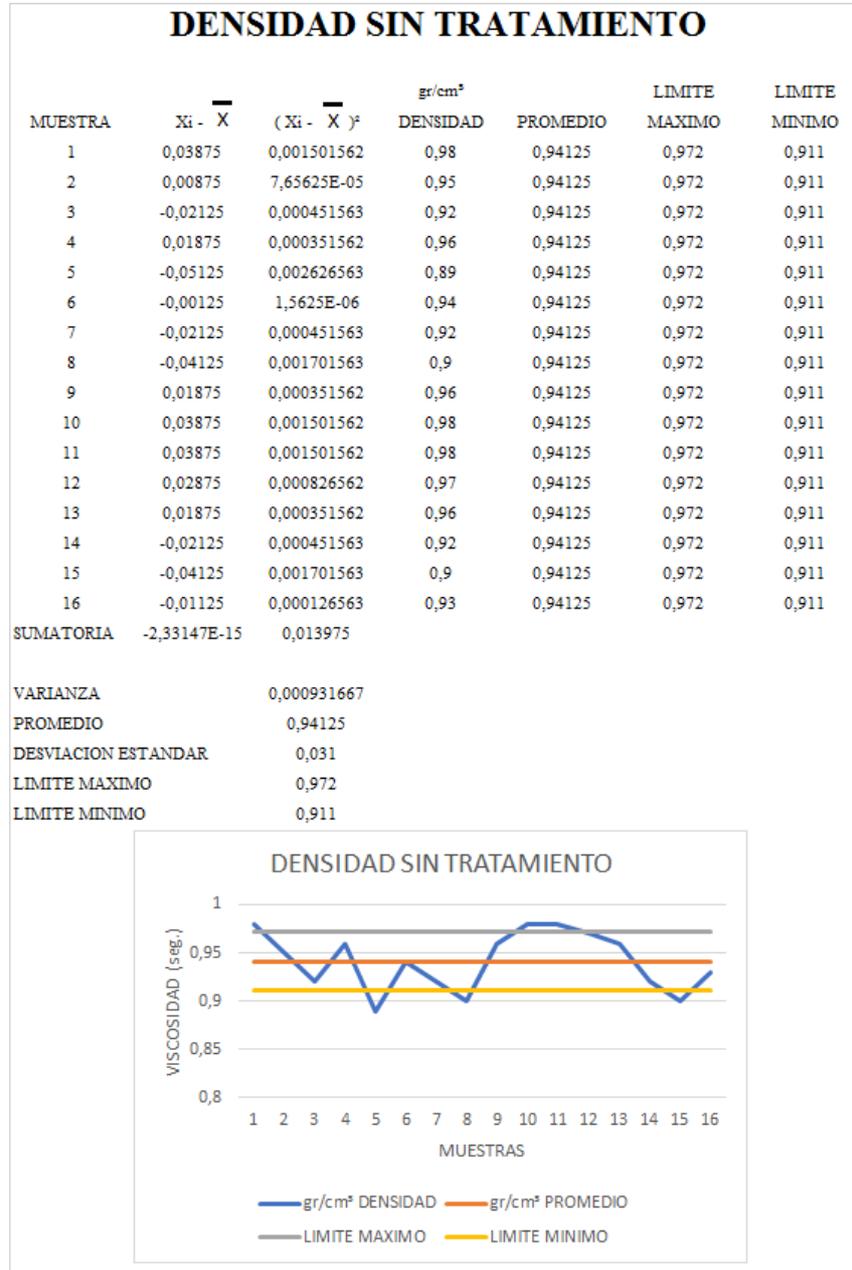


Tabla 4.2 Densidad sin tratamiento

Fuente: Autor

Como se puede ver, el efecto tiene una variabilidad excesiva ya que el aceite residual contiene una cantidad considerable de agua lo cual provoca discontinuidad en la combustión del quemador provocando las siguientes fallas:

- Apagado del quemador.
- Disminución excesiva de la temperatura set point.

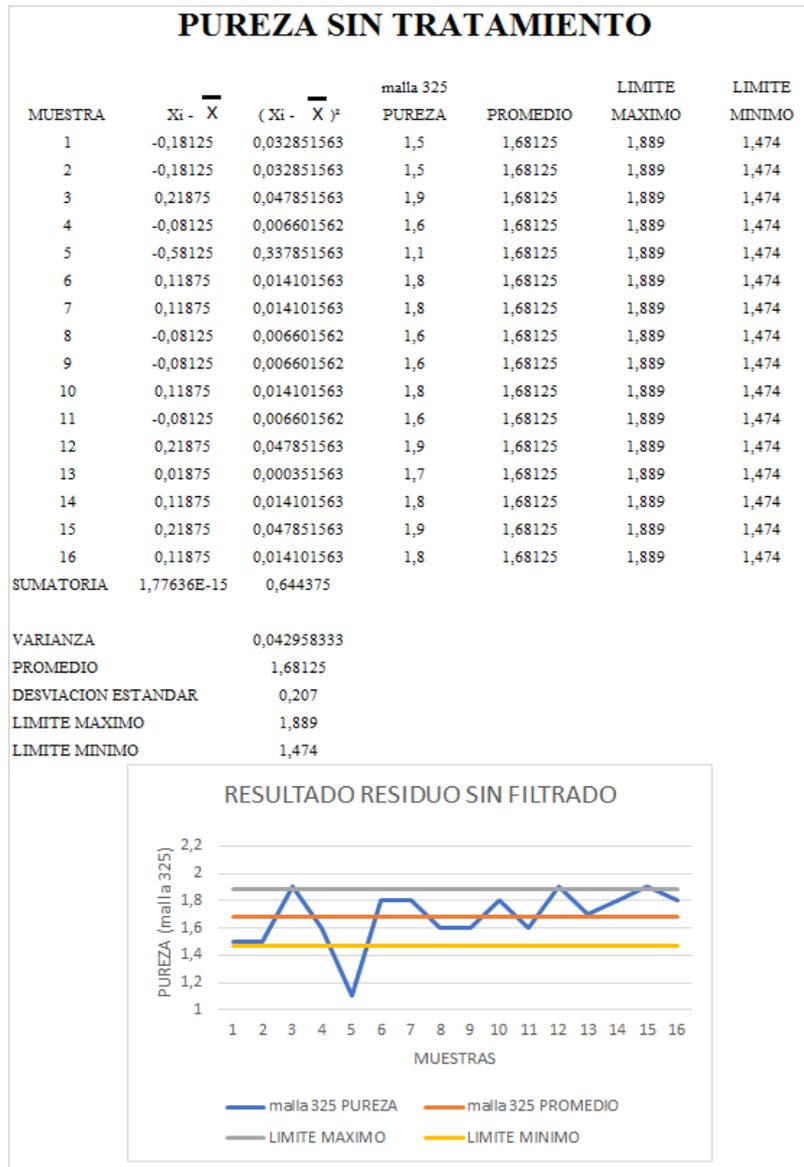


Tabla 4.3 Pureza sin tratamiento

Fuente: Autor

Como se puede ver, el efecto tiene una variabilidad excesiva ya que el aceite residual sin tratamiento de filtrado es muy inestable provocando obstrucción en la boquilla del quemador provocando las siguientes fallas:

- Desgaste excesivo de la bomba de combustible.
- Obstrucción de la boquilla del quemador.

A continuación, la tabla de los límites de viscosidad, densidad y pureza del combustible después de implementar sistemas de mejoramiento:

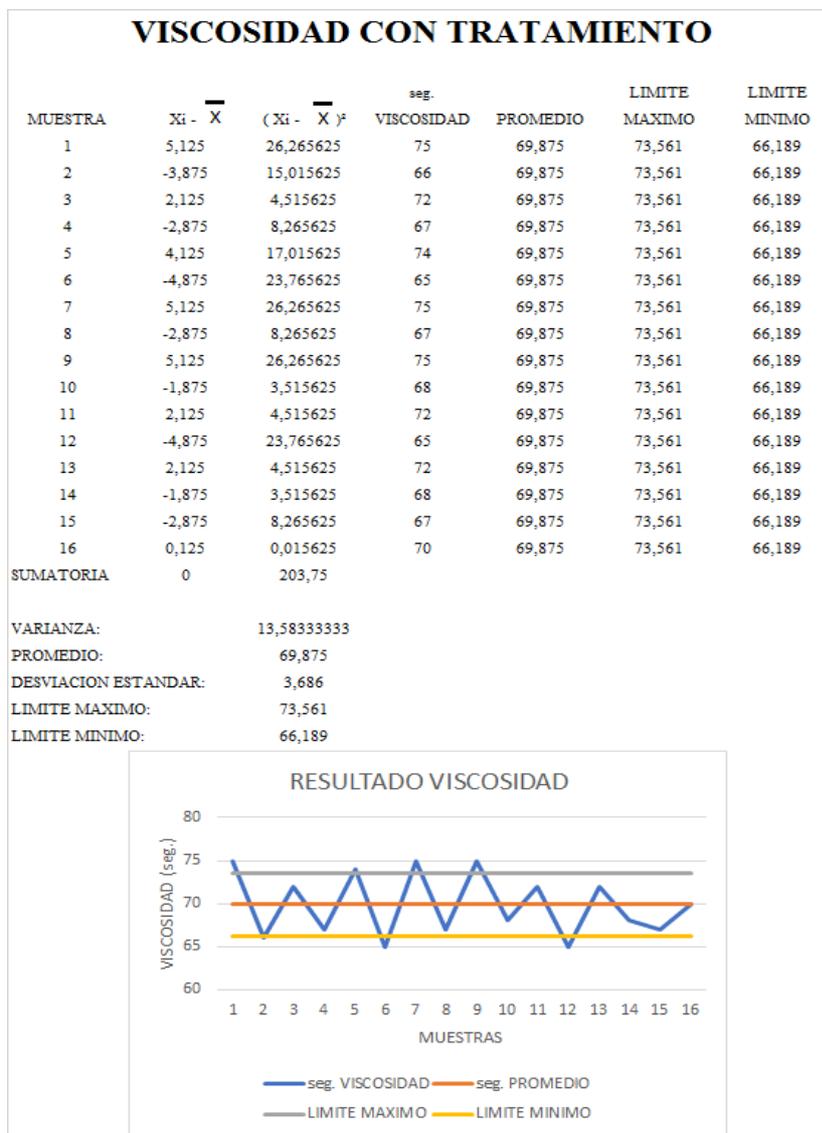


Tabla 4.4 Viscosidad con tratamiento

Fuente: Autor

- Como se puede ver luego de implementar el sistema de calentamiento de combustible la viscosidad tiene mayor estabilidad mejorando notablemente el fluido del combustible.

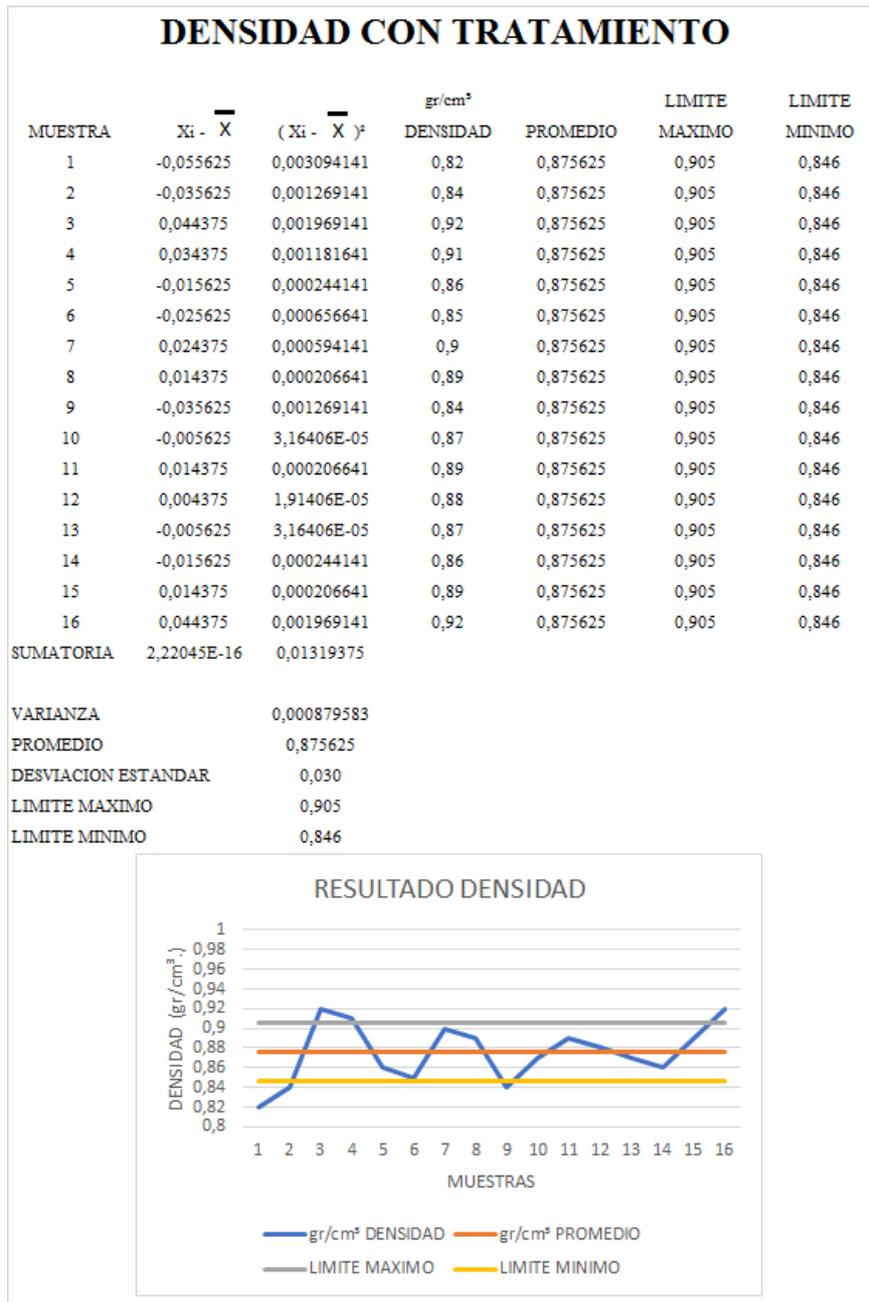


Tabla 4.5 Densidad con tratamiento

Fuente: Autor

- Como se puede ver luego de implementar el sistema de purga de agua del combustible, más el sistema con válvulas con encoder para regular la mezcla de aceite residual + diesel tratado en el punto 3.4. , la combustión fue regulada notablemente.

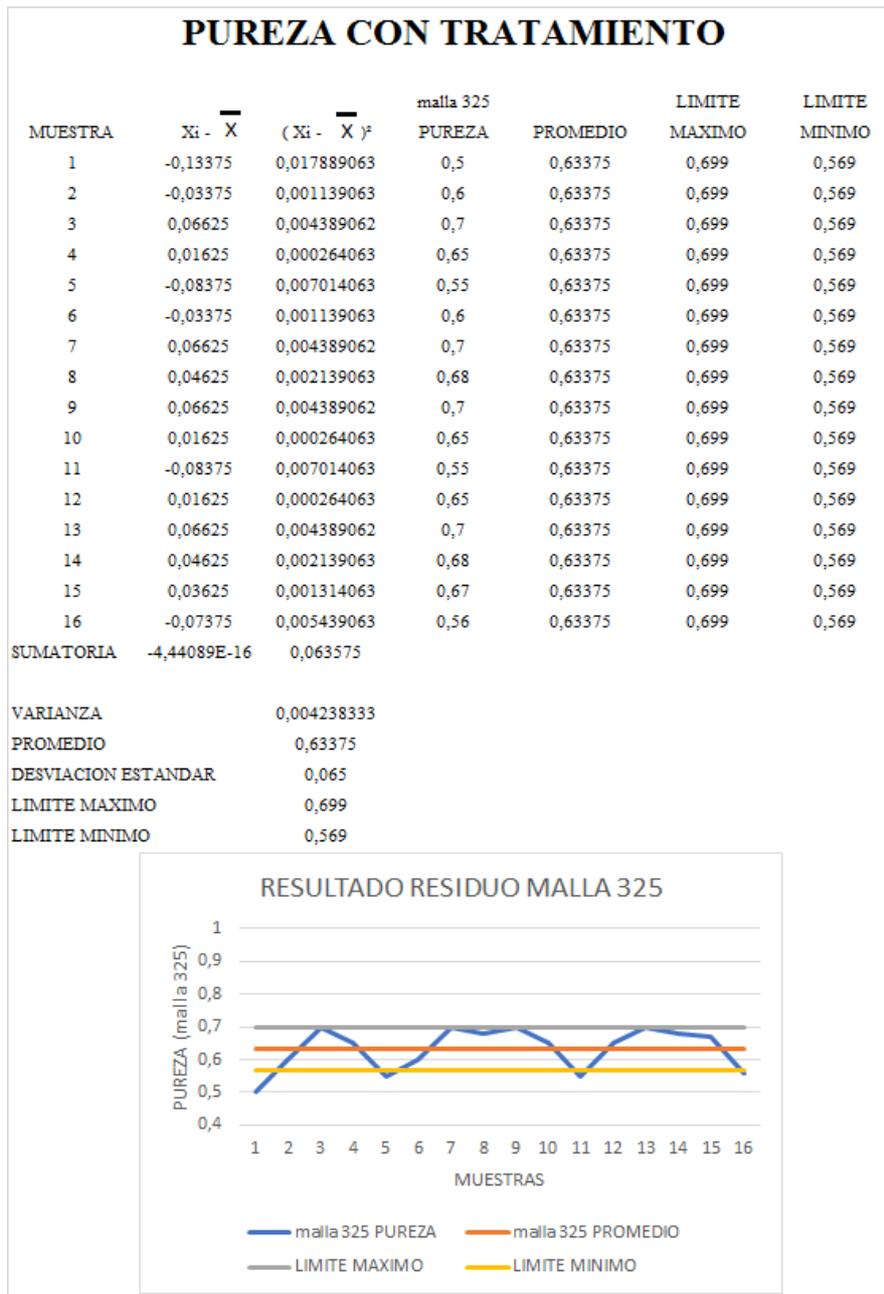


Tabla 4.6 Residuo con tratamiento

Fuente: Autor

- Como se puede ver al implementar el sistema de filtrado de combustible la combustión se estabiliza mejorando notablemente la combustión en el generador de calor.

Determinados los límites de Viscosidad, Densidad, y Residuo se elabora un diseño de experimentos para determinar los parámetros óptimos del combustible para obtener estabilidad en la combustión en el proceso de Atomización.

La mayoría de los análisis estadísticos requieren que se complete una serie de pasos, con frecuencia orientados por un conocimiento previo o por el área de estudio que se investiga.

A continuación, se presentan los siguientes pasos:

- Explorar datos con gráficas
- Realizar análisis estadísticos
- Evaluar la calidad
- Diseñar un experimento
- Presentar resultados
- Preparar hojas de trabajo

Con el diseño factorial realizado se determinó en función a las variables de entrada (factores) los límites óptimos de las variables de entrada para optimizar la salida obteniendo los mejores resultados en estabilidad del proceso de combustión. Este diseño se realizó una serie de corridas o pruebas, en la que se realizó cambios intencionales en las variables de entrada. El DOE se utilizó para identificar las condiciones del proceso y los componentes del producto que afectan la calidad, para luego determinar la configuración de factores que optimizan los resultados.

Minitab ofrece varios tipos de diseños factoriales, se utilizó el diseño a 2 niveles (alto – bajo) de 3 factores. Minitab proporciona varias herramientas analíticas y gráficas para ayudar a entender los resultados.

Los comandos de DOE de Minitab incluyen las siguientes características:

- Catálogos de experimentos diseñados para ayudar a crear un diseño
- Creación automática y almacenamiento del diseño después de especificar sus propiedades
- Presentación y almacenamiento de estadísticas de diagnóstico para ayudar a interpretar los resultados
- Gráficas para ayudar a interpretar y presentar los resultados

Para realizar el diseño experimental se optó como variables de entrada 3 factores a 2 niveles cada uno:

FACTORES	NIVEL min.	NIVELmax.
• X1-TEMPERATURA COMBUSTIBLE	40°C	50°C
• X2-CANTIDAD ACEITE RESIDUAL	160 gal.	180 gal.
• X3-CANTIDAD DIESEL	60 gal.	80 gal.

Como resultado se determinará la influencia de las variables de entrada en las siguientes salidas:

- Y1 = VISCOSIDAD vs TEMPERATURA, CANT. ACEITE, CANT. DIESEL
- Y2 = DENSIDAD vs TEMPERATURA, CANT. ACEITE, CANT. DIESEL
- Y3 = RESIDUO vs TEMPERATURA, CANT. ACEITE, CANT. DIESEL

Como se presenta en la figura 4-1 se realizó el diseño experimental y probó la combinación de los 2 combustibles en función a la temperatura del combustible, la proporción de la mezcla aceite residual + diésel.

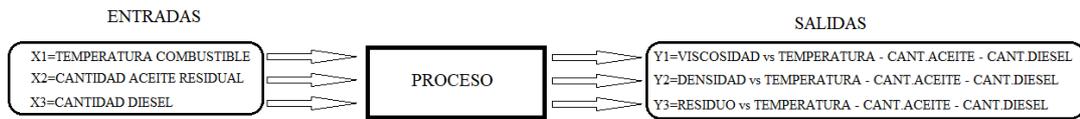


Fig. 4-1 Organigrama genérico del DOE

Fuente: Autor

El objetivo del experimento diseñado es el siguiente:

- Determinar cuáles son los factores de entrada que tienen mayor influencia en la combustión del aceite residual
- Determinar los mejores valores en las entradas para proporcionar una mejor combustión.
- Determinar la mejor combinación de aceite residual + Diesel para obtener menor variabilidad en la combustión.

A continuación la terminología y abreviaturas que se emplea en el diseño de experimentos:

- GL: Grados de libertad
- SC: Suma de cuadrados
- MC: Cuadrados medios
- Valor F: Valor estadístico de prueba usado para determinar si cualquier término en el modelo está asociado con la respuesta
- Valor p: Probabilidad que mide evidencia en contra de la hipótesis nula.
- EE: Error estándar.
- Valor T: Determina si se puede rechazar la hipótesis nula.
- VIF: Factor de influencia de la varianza.
- α : Riesgo de variación del resultado.

A continuación, se presenta el análisis de la Varianza definida como del cuadrado de la desviación de la variable respecto a su media.

Con los datos obtenidos en la varianza se logra determinar qué tan dispersos están los datos de la media.

Al evaluar la varianza nos determina un Factor de Riesgo del 5% lo que asumimos como tolerable para el funcionamiento del quemador.

Las ecuaciones obtenidas del proceso de combustión son las siguientes:

$$\text{VISCOSIDAD} = 70,125 - 3,875 \text{ TEMPERATURA} + 0,625 \text{ TEMPERATURA} * \text{ACEITE} + 0,625 \text{ ACEITE} * \text{DIESEL}$$

$$\text{DENSIDAD} = -1,005 + 0,01100 \text{ ACEITE} + 0,01925 \text{ DIESEL} - 0,000113 \text{ ACEITE} * \text{DIESEL}$$

$$\text{PUREZA} = -0,77 + 0,0078 \text{ ACEITE} + 0,0053 \text{ DIESEL} - 0,000025 \text{ ACEITE} * \text{DIESEL}$$

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Regresión factorial: VISCOSIDAD vs. TEMPERATURA. ACEITE. DIESEL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	128,875	18,411	*	*
Lineal	3	120,375	40,125	*	*
TEMPERATURA	1	120,125	120,125	*	*
ACEITE	1	0,125	0,125	*	*
DIESEL	1	0,125	0,125	*	*
Interacciones de 2 términos	3	7,375	2,458	*	*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	TEMPERATURA	ACEITE	DIESEL	VISCOSIDAD	DENSIDAD	PUREZA									
1	1	1	1	1	40	160	60	75	0,82	0,50									
2	2	2	1	1	50	160	60	66	0,84	0,60									
3	3	3	1	1	40	180	60	72	0,92	0,70									
4	4	4	1	1	50	180	60	67	0,91	0,65									
5	5	5	1	1	40	160	80	74	0,86	0,55									
6	6	6	1	1	50	160	80	65	0,85	0,60									
7	7	7	1	1	40	180	80	75	0,90	0,70									
8	8	8	1	1	50	180	80	67	0,89	0,68									

Tabla 4.7 Organigrama genérico del DOE

Fuente: Autor

Como se puede ver se cargaron en el programa MINITAB los limites alto y bajo de la temperatura , cantidad de aceite, cantidad de diesel y los resultados obtenidos en viscosidad, densidad, y pureza con las características de la temperatura, cantidad aceite y cantidad de diesel.

Regresión factorial: VISCOSIDAD vs. TEMPERATURA. ACEITE. DIESEL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	126,375	98,06%	126,375	42,125	67,40	0,001
Lineal	1	120,125	93,21%	120,125	120,125	192,20	0,000
TEMPERATURA	1	120,125	93,21%	120,125	120,125	192,20	0,000
Interacciones de 2 términos	2	6,250	4,85%	6,250	3,125	5,00	0,082
TEMPERATURA*ACEITE	1	3,125	2,42%	3,125	3,125	5,00	0,089
ACEITE*DIESEL	1	3,125	2,42%	3,125	3,125	5,00	0,089
Error	4	2,500	1,94%	2,500	0,625		
Total	7	128,875	100,00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,790569	98,06%	96,61%	10	92,24%

Coeficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		70,125	0,280	(69,349. 70,901)	250,89	0,000	
TEMPERATURA	-7,750	-3,875	0,280	(-4,651. -3,099)	-13,86	0,000	1,00
TEMPERATURA*ACEITE	1,250	0,625	0,280	(-0,151. 1,401)	2,24	0,089	1,00
ACEITE*DIESEL	1,250	0,625	0,280	(-0,151. 1,401)	2,24	0,089	1,00

Ecuación de regresión en unidades codificadas

$$\text{VISCOSIDAD} = 70,125 - 3,875 \text{ TEMPERATURA} + 0,625 \text{ TEMPERATURA*ACEITE} + 0,625 \text{ ACEITE*DIESEL}$$

Los coeficientes no codificados no están disponibles con un modelo no jerárquico.

Estructura de alias

Factor Nombre

A	TEMPERATURA
B	ACEITE
C	DIESEL

Alias

I
A
AB
BC

Tabla 4.8 Regresión factorial Viscosidad Vs Temperatura x Aceite x Diesel

Fuente: Autor

Pareto de los efectos para VISCOSIDAD

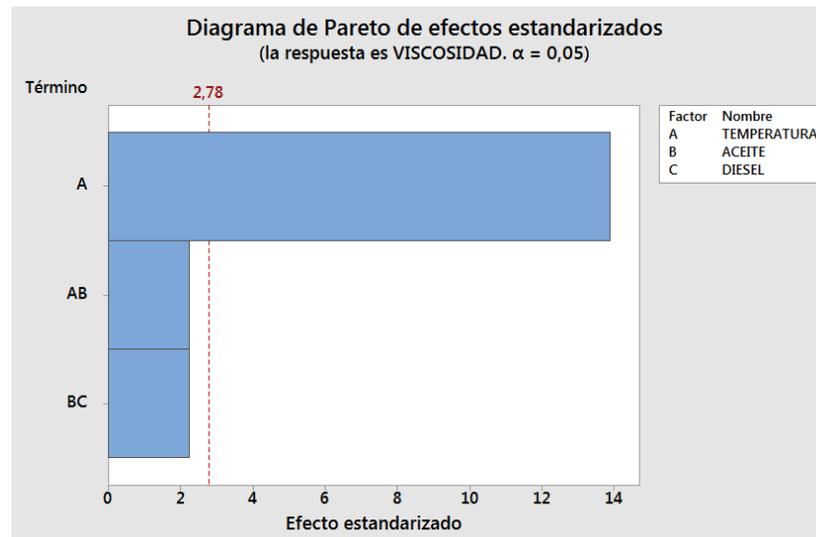


Fig. 4-2 Pareto de los efector para Viscosidad

Fuente: Autor

Gráficas de residuos para VISCOSIDAD

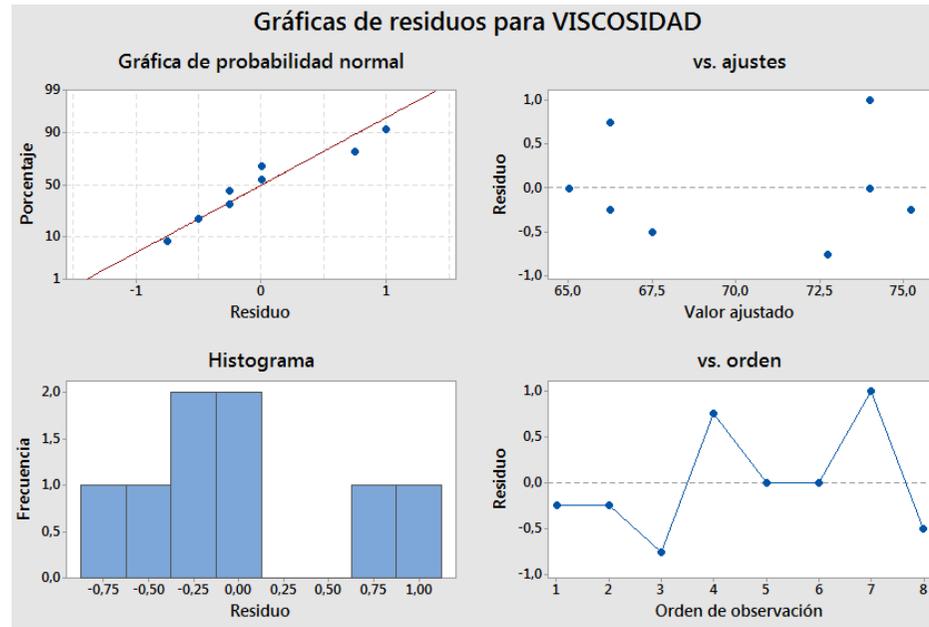


Fig. 4-3 Graficas de residuos para Viscosidad

Fuente: Autor

CONCLUSIONES DE LA REGRESION FACTORIAL VISCOSIDAD Vs TEMPERATURA. ACEITE. DIESEL

Para obtener resultados más confiables se eliminó algunas interacciones no significativas incrementando la precisión en las predicciones del modelo.

El análisis se realizó con un nivel de significancia del 5% obteniendo el valor p que es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Cuando p está por debajo del nivel de significancia nos asegura que los valores de la corrida son estadísticamente correctos.

El nivel FIV = 1 nos indica que el modelado está correcto.

Regresión factorial: DENSIDAD vs. ACEITE. DIESEL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	0,008838	96,19%	0,008838	0,002946	33,67	0,003
Lineal	2	0,007825	85,17%	0,007825	0,003913	44,71	0,002
ACEITE	1	0,007813	85,03%	0,007813	0,007813	89,29	0,001
DIESEL	1	0,000013	0,14%	0,000013	0,000013	0,14	0,725
Interacciones de 2 términos	1	0,001013	11,02%	0,001013	0,001013	11,57	0,027
ACEITE*DIESEL	1	0,001013	11,02%	0,001013	0,001013	11,57	0,027
Error	4	0,000350	3,81%	0,000350	0,000088		
Total	7	0,009188	100,00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,0093541	96,19%	93,33%	0,0014	84,76%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		0,87375	0,00331	(0,86457. 0,88293)	264,20	0,000	
ACEITE	0,06250	0,03125	0,00331	(0,02207. 0,04043)	9,45	0,001	1,00
DIESEL	0,00250	0,00125	0,00331	(-0,00793. 0,01043)	0,38	0,725	1,00
ACEITE*DIESEL	-0,02250	-0,01125	0,00331	(-0,02043. -0,00207)	-3,40	0,027	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{DENSIDAD} = -1,005 + 0,01100 \text{ ACEITE} + 0,01925 \text{ DIESEL} - 0,000113 \text{ ACEITE} * \text{DIESEL}$$

Estructura de alias

Factor Nombre

A	TEMPERATURA
B	ACEITE
C	DIESEL

Alias

I
B
C
BC

Tabla 4-9 Regresión factorial: Densidad Vs Aceite x Densidad

Fuente: Autor

Pareto de los efectos para DENSIDAD

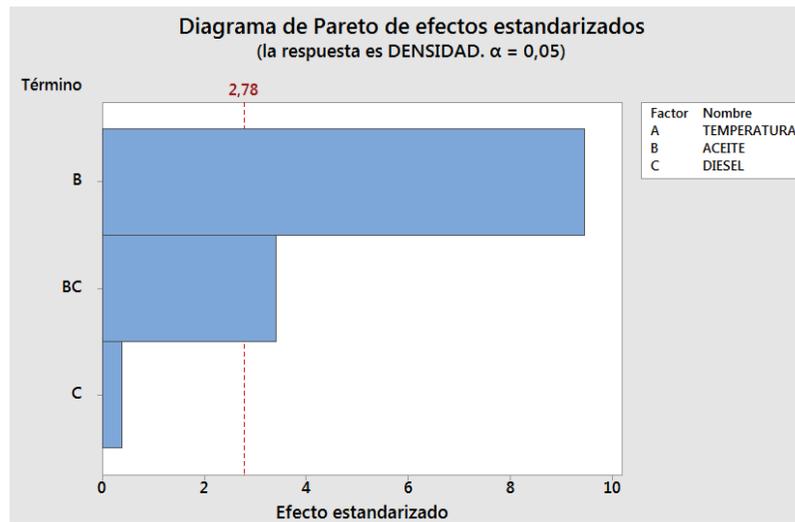


Fig. 4-4 Pareto de los efectos para DENSIDAD

Fuente: Autor

Gráficas de residuos para DENSIDAD

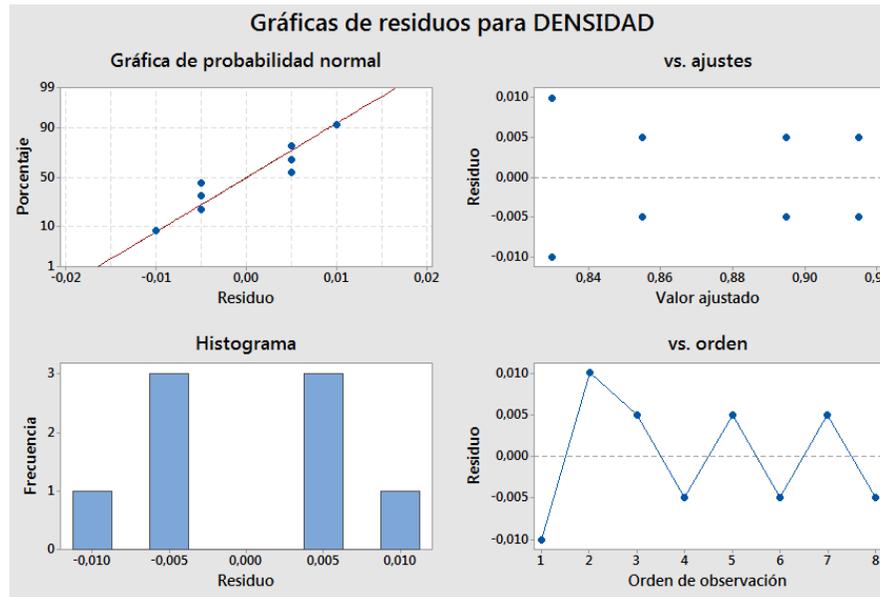


Fig. 4-5 Pareto de los residuos para DENSIDAD

Fuente: Autor

CONCLUSIONES DE LA REGRESION FACTORIAL DENSIDAD Vs TEMPERATURA. ACEITE. DIESEL

Para obtener resultados más confiables se eliminó algunas interacciones no significativas incrementando la precisión en las predicciones del modelo.

El análisis se realizó con un nivel de significancia del 5% obteniendo el valor p que es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Cuando p está por encima del nivel de significancia nos asegura que los valores de la corrida necesitan más valores para determinar con mayor exactitud los resultados.

El nivel FIV = 1 nos indica que el modelado está correcto.

Regresión factorial: PUREZA vs. ACEITE. DIESEL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	0,029650	79,38%	0,029650	0,009883	5,13	0,074
Lineal	2	0,029600	79,25%	0,029600	0,014800	7,69	0,043
ACEITE	1	0,028800	77,11%	0,028800	0,028800	14,96	0,018
DIESEL	1	0,000800	2,14%	0,000800	0,000800	0,42	0,554
Interacciones de 2 términos	1	0,000050	0,13%	0,000050	0,000050	0,03	0,880
ACEITE*DIESEL	1	0,000050	0,13%	0,000050	0,000050	0,03	0,880
Error	4	0,007700	20,62%	0,007700	0,001925		
Total	7	0,037350	100,00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,0438748	79,38%	63,92%	0,0308	17,54%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante		0,6225	0,0155	(0,5794. 0,6656)	40,13	0,000	
ACEITE	0,1200	0,0600	0,0155	(0,0169. 0,1031)	3,87	0,018	1,00
DIESEL	0,0200	0,0100	0,0155	(-0,0331. 0,0531)	0,64	0,554	1,00
ACEITE*DIESEL	-0,0050	-0,0025	0,0155	(-0,0456. 0,0406)	-0,16	0,880	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{PUREZA} = -0,77 + 0,0078 \text{ ACEITE} + 0,0053 \text{ DIESEL} - 0,000025 \text{ ACEITE} * \text{DIESEL}$$

Estructura de alias

Factor Nombre

A	TEMPERATURA
B	ACEITE
C	DIESEL

Alias

I
B
C
BC

Tabla 4-10 Regresión factorial: Densidad Vs Aceite x Densidad

Fuente: Autor

Pareto de los efectos para PUREZA

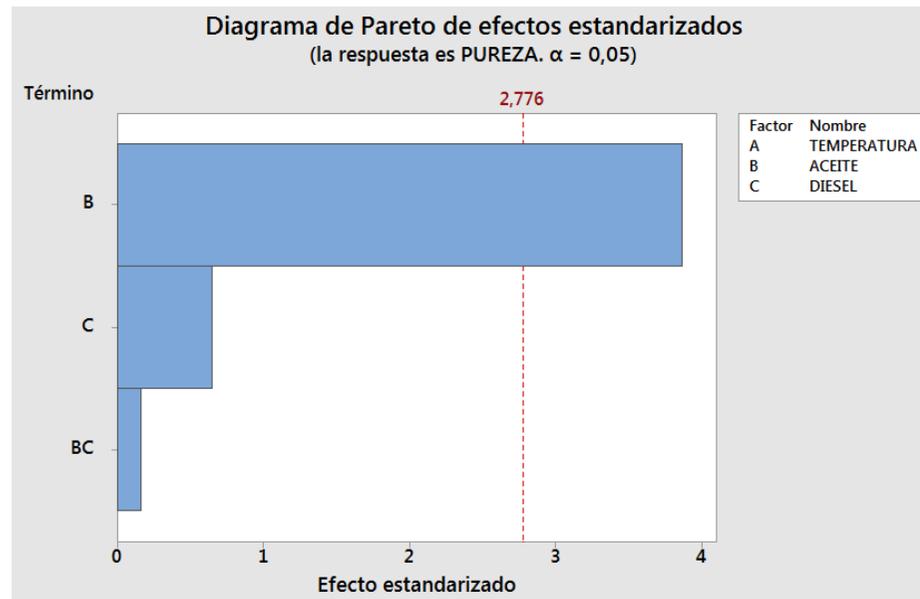


Fig. 4-6 Pareto de los efectos para PUREZA

Fuente: Autor

Gráficas de residuos para PUREZA

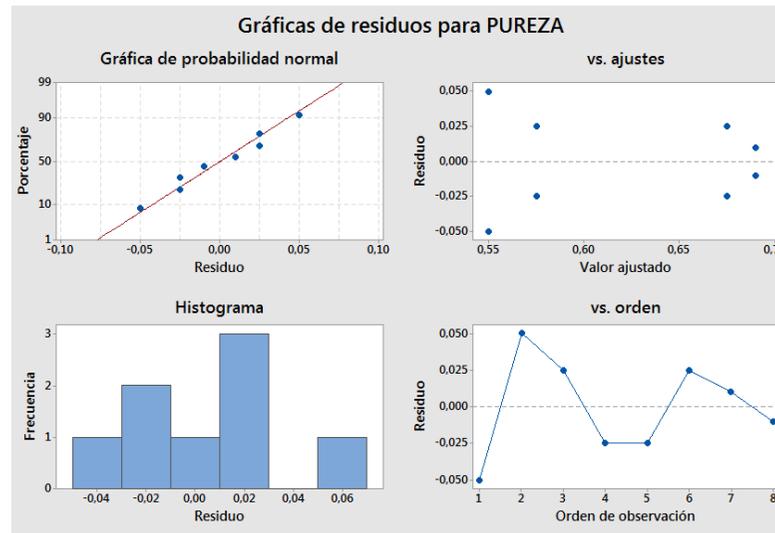


Fig. 4-7 Graficas de residuos para PUREZA

Fuente: Autor

CONCLUSIONES DE LA REGRESION FACTORIAL PUREZA Vs TEMPERATURA. ACEITE. DIESEL

Para obtener resultados más confiables se eliminó algunas interacciones no significativas incrementando la precisión en las predicciones del modelo.

El análisis se realizó con un nivel de significancia del 5% obteniendo el valor p que es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Cuando p está por encima del nivel de significancia nos asegura que los valores de la corrida necesitan más valores para determinar con mayor exactitud los resultados.

El nivel FIV = 1 nos indica que el modelado está correcto

A continuación, determinamos la media para el funcionamiento del proceso de combustión dándonos como resultado los valores óptimos de viscosidad y densidad.

Como conclusión se puede ratificar que el parámetro más crítico es la viscosidad, esta es la que nos permitirá estabilidad y permanencia en el proceso de combustión, en el análisis de la densidad y la pureza se requiere realizar un análisis particular ya que las muestras obtenidas se las tomo después del sistema de filtrado.

Los parámetros obtenidos son los siguientes:

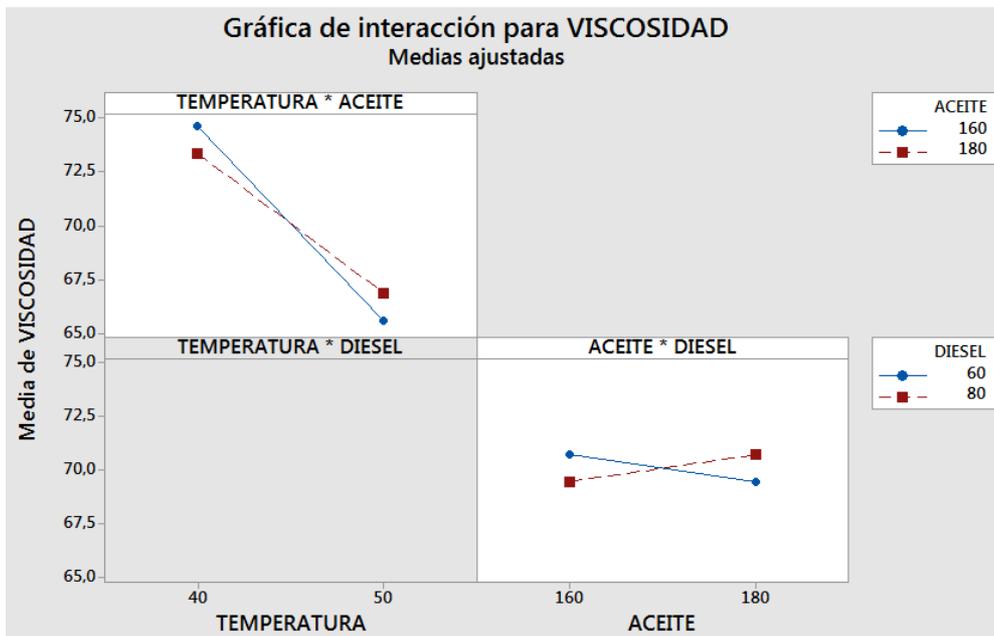


Fig. 4-8 Grafica de interacción para VISCOSIDAD

Fuente: Autor

Se logro determinar que la viscosidad está en su optima forma de operar a los 70 segundos y la cantidad de combustible mezclado con una relación de 170 galones.

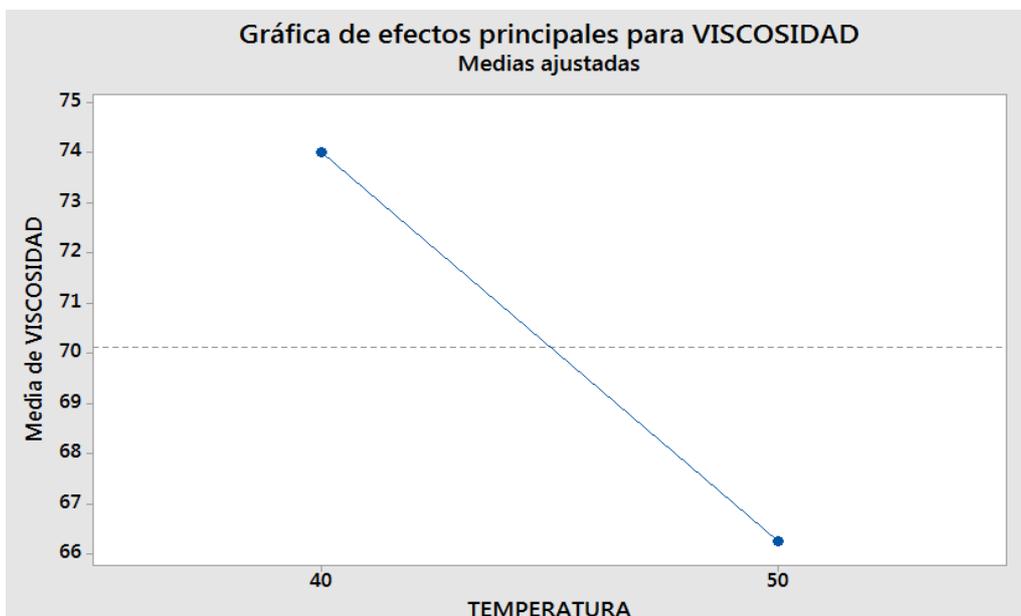


Fig. 4-9 Grafica de efectos principales para VISCOSIDAD

Fuente: Autor

Se logro determinar que la viscosidad está en su optima forma de operar a los 70 segundos con una temperatura del combustible de 45 °C

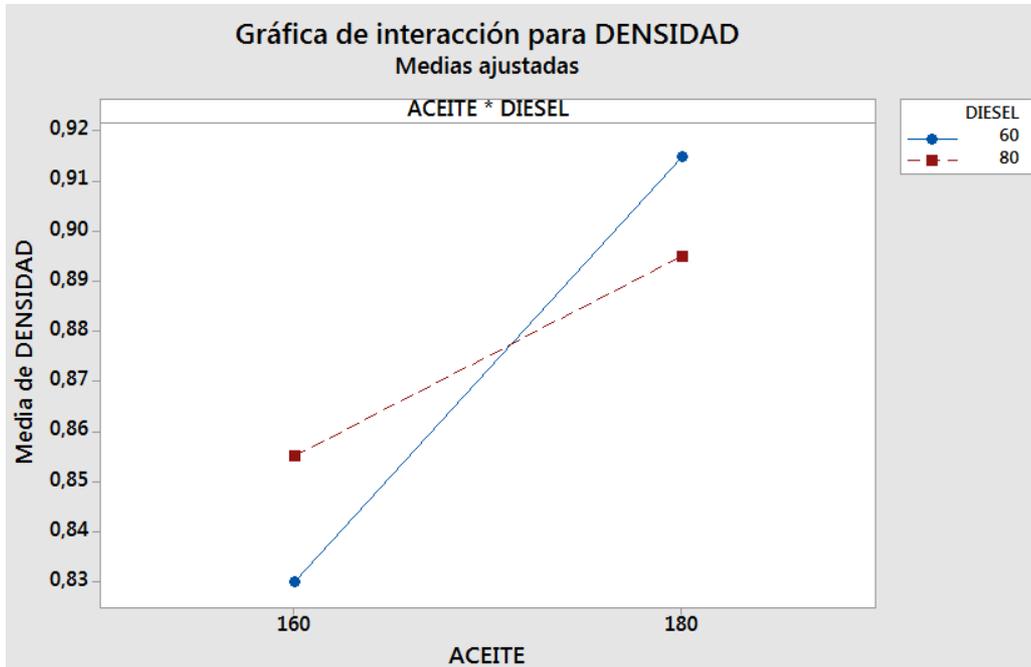


Fig. 4-10 Grafica de interacción para DENSIDAD

Fuente: Autor

Se logro determinar que la densidad está en su optima forma de operar a los 0.88 gr/cm³ con una mezcla de combustible de 170 gl.

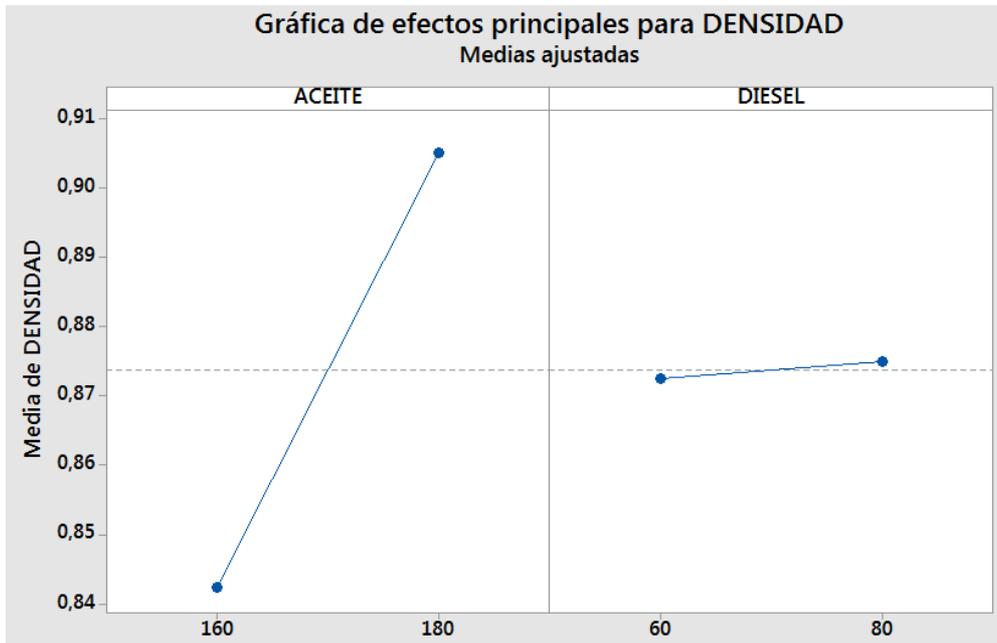


Fig. 4-11 Grafica de efectos principales para DENSIDAD

Fuente: Autor

Se logro determinar que la densidad está en su optima forma de operar a los 0.873 gr/cm³ con una mezcla de combustible de 170 gl. de aceite + 70 gl. de aceite

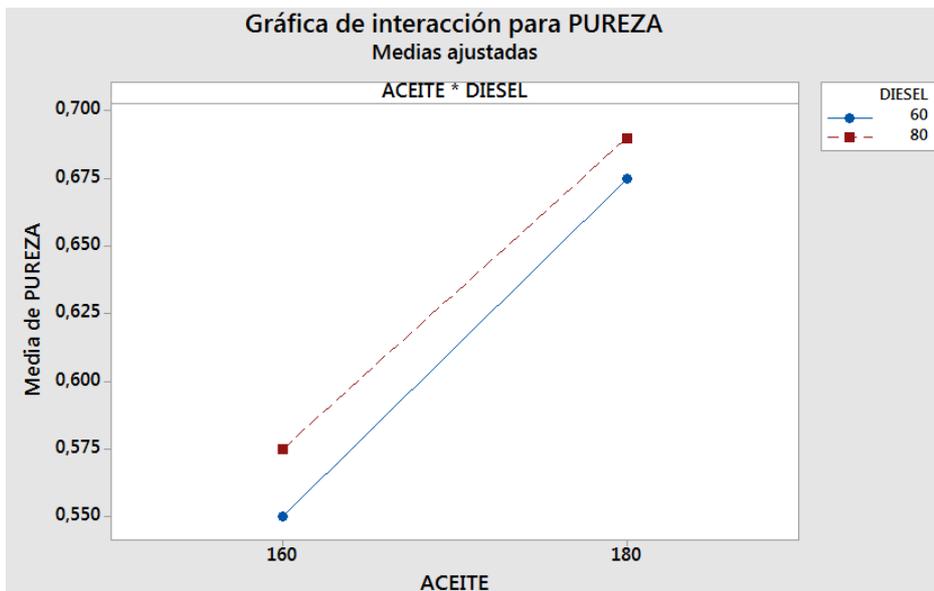


Fig. 4-12 Grafica de interacción para PUREZA

Fuente: Autor

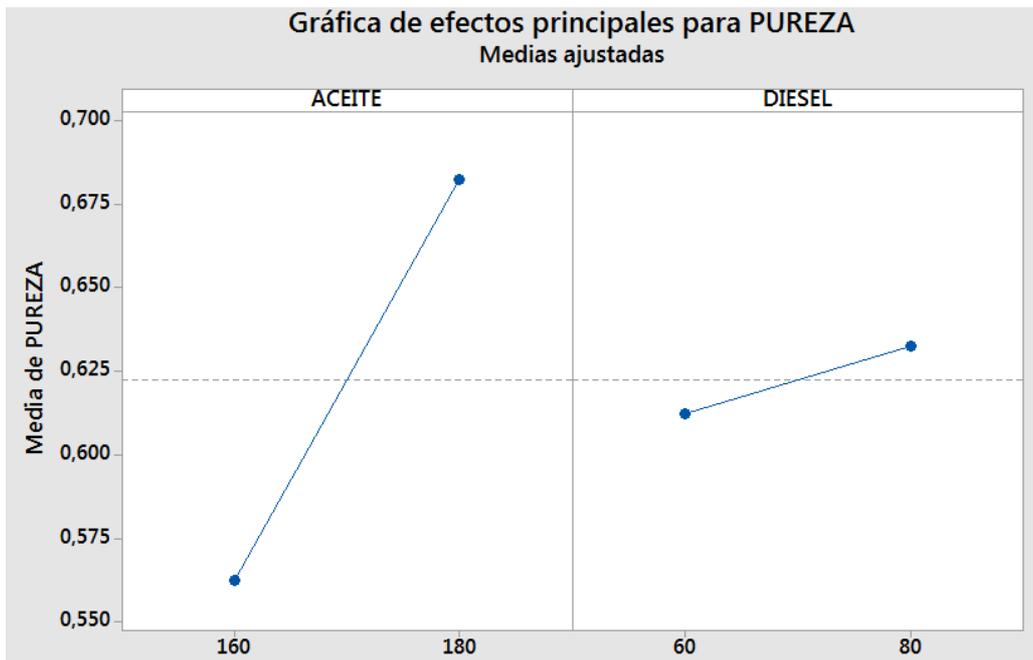


Fig. 4-13 Grafica de efectos principales para PUREZA

Fuente: Autor

Se logro determinar que la pureza está en su optima forma de operar a los 0.61 gr en malla 325 micras con una mezcla de combustible de 170 gl. de aceite + 70 gl. de aceite

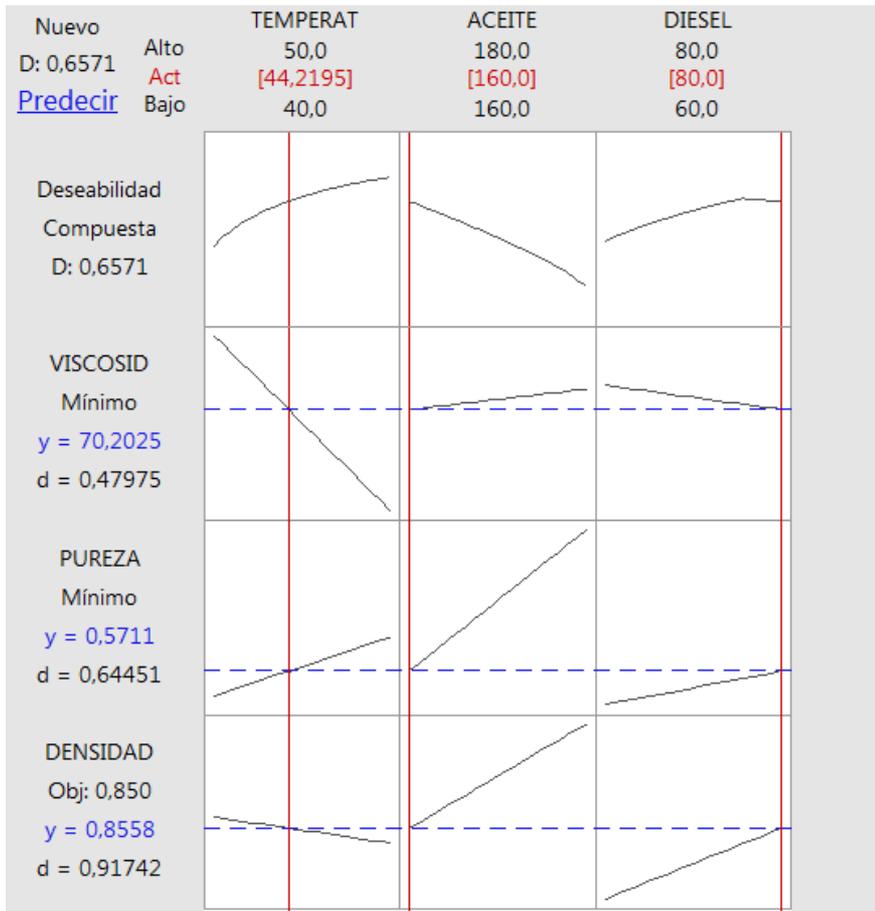


Fig. 4-14 Grafica de determinaciones óptimas

Fuente: Autor

El conjunto de las determinaciones óptimas para la operación con el combustible aceite residual + diesel nos muestra la deseabilidad óptima

CONCLUSIONES:

El diseño de experimentos más las pruebas realizadas nos indican que para lograr los parámetros óptimos en la combustión el combustible tiene que estar con las siguientes características:

- TEMPERATURA ACEITE: 44.21 °C
- CANTIDAD DE ACEITE: 160 Gl.
- CANTIDAD DIESEL: 80 Gl.

Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importancia
VISCOSIDAD	Máximo	65,00	75,00		1	1
PUREZA	Máximo	0,50	0,70		1	1
DENSIDAD	Máximo	0,82	0,92		1	1

Solución

Deseabilidad				VISCOSIDAD	PUREZA	DENSIDAD
Solución	TEMPERATURA	ACEITE	DIESEL	Ajuste	Ajuste	Ajuste
1	40	180	60	72,75	0,7	0,92
0,918545						

Predicción de respuesta múltiple

Variable	Valor de configuración
TEMPERATURA	40
ACEITE	180
DIESEL	60

Respuesta	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
VISCOSIDAD	72,750	0,559	(71,198. 74,302)	(70,062. 75,438)
PUREZA	0,7000	*	(*. *)	(*. *)
DENSIDAD	0,9200	*	(*. *)	(*. *)

Tabla 4-11 Respuesta de predicciones

Fuente: Autor

Con los cambios realizados (calentamiento del combustible, purgado del combustible, mezcla de los combustibles, filtrado de los combustibles) nos da como resultado que se entrega al quemador un combustible con las siguientes catacteristica:

- VISCOSIDAD de 72.750 segundos
- PUREZA pureza de 0.7 gr
- DENSIDAD de 0.92 gr/cm3

Determinado los límites de las variables a controlar, se generará un Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard), herramienta metodológica que traduce la estrategia en un conjunto de medidas de los parámetros de actuación, los cuales proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición.

El acceso a los principales puntos donde se puede obtener la información brinda la posibilidad de presentar los resultados de desempeño y entender por qué están dándose esos resultados.

Los beneficios del cuadro de mando integral presentan una serie de resultados que favorecen la administración del proceso de Atomización, para lograrlo es necesario implementar la metodología y la aplicación correcta de monitoreo, y analizar los indicadores obtenidos del proceso. Las ventajas que podemos considerar son las siguientes:

- Alinear a los empleados hacia la visión del proceso de Atomización.
- Informar a todo el personal los objetivos y su cumplimiento.
- Redefinir la operación en base a resultados obtenidos.
- Traducir los indicadores en acción inmediatas.
- Favorecer al presente para la creación de valor futuro.
- Integrar la información en diversas áreas de la empresa.
- Mejora continua del análisis.
- Mejora continua de los resultados financieros.
- Desarrollar a los promotores del proyecto.

En resumen, la gestión del uso de residuos de aceite en el Grupo Industrial Graiman es la planificación y realización de acciones administrativas, operativas y de mantenimiento cuyo propósito primordial es mantener estable el combustible para la operación continua del atomizador.

Para elaborar el modelo de gestión estratégica del proceso de Atomización nos hacemos las siguientes preguntas

- ¿En dónde estamos?

Para determinar este punto se realizó un análisis de la situación inicial de proceso de Atomización.

ANÁLISIS SITUACIÓN INICIAL PARA EL USO DE ACEITE RESIDUAL EN EL ATOMIZADOR PARA CERAMICA	
MERCADO	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿QUÉ MERCADO ATENDEMOS?	CONSTRUCCIÓN
2 ¿QUIENES SON NUESTRO PROVEEDORES?	GOBIERNO
3 ¿QUIENES SON NUESTROS COMPETIDORES?	INDUSTRIA CEMENTERA
4	
5	
PERSONAL	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿DISPONEMOS DE PERSONAL NECESARIO E IDONEO EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN?	SI
2 ¿QUÉ PERCEPCIÓN TIENE NUESTRO PERSONAL DE NUESTRAS PRESTACIONES?	EXELENTE
3 ¿EXISTEN PLANES DE INCENTIVOS, RECONOCIMIENTOS Y/O PROMOCIÓN LABORAL?	SI EN FUNCIÓN DE LA EFICIENCIA
4 ¿CÓMO LOGRAREMOS NUESTRO DESARROLLO ORGANIZACIONAL?	CAPACITACIONES
5	
PRODUCTOS / SERVICIOS	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿CUÁL ES EL PRODUCTO DE LA ATOMIZACIÓN?	CERÁMICA GRANULADA Y SECA
2 ¿CUALES SON LOS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL ATOMIZADOR?	NIVELES ALTOS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD
3	
4	
5	
COSTOS O RETRIBUCIONES	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿CON QUÉ CRITERIO SE ESTABLECE EL COSTO DEL PRODUCTO ATOMIZADO?	GL COMBUSTIBLE x KG DE CERAMICA
2 ¿QUÉ FACILIDADES SE DA A LA OPERACIÓN DEL PROCESO?	3 TURNOS 7 DIAS A LA SEMANA
3	
4	
5	

INSTALACIONES Y RECURSOS	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿DISPONEMOS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA E INSTALACIONES ADECUADAS EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN?	SI
2 ¿TENEMOS LOS EQUIPOS Y TECNOLOGÍA DISPONIBLE PARA EL CONTROL DEL PROCESO?	UN 50%
3 ¿TENEMOS PROCESOS Y METODOS ACTUALIZADOS?	SI
4 ¿EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN ES AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE?	UN 50%
5 ¿INNOVAMOS NUESTRAS INSTALACIONES Y RECURSOS CON FRECUENCIA?	SI
ECONOMÍA Y FINANZAS O RENDIEMINTO	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿CUÁL ES NUESTRA CAPACIDAD DE REACCIÓN FRENTE A NECESIDADES DE INVERSIÓN Y DESINVERSIÓN?	EN FUNCIÓN DEL COSTO BENEFICIO
2 ¿CUÁL ES LA NATURALEZA DE LA ESTRUCTURA DE CAPITAL Y LIQUIDEZ?	BUENO
3 ¿A QUE RIESGOS FINANCIEROS ESTAMOS EXPUESTOS?	INCREMENTO DEL PRECIO DEL COMBUSTIBLE
4 ¿COMO CONTROLAMOS LA ECONOMIA DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN?	MEDIANTE CONTROL PREDICTIVO
5 ¿CUÁL ES LA TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DEL ATOMIZADOR?	BUENO
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿CUÁLES SON LAS FUENTES DE INFORMACIÓN?	TABLEROS DE CONTROL CENTRALIZADOS
2 ¿COMO PRIORIZAMOS LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA?	EN FUNCIÓN A PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO
3 ¿CONTAMOS CON SISTEMA ESTRUCTURADO DE COMUNICACIÓN INTERNA?	SI
4 ¿CUÁL ES LA EFECTIVIDAD DE NUESTRO SISTEMA DE INFORMACIÓN?	100% SE CUENTA CON UN SISTEMA REDUNDANTE
5 ¿CUÁL ES LA EFECTIVIDAD DE NUESTRO SISTEMA DE COMUNICACIÓN?	ALTO (FALTA UN POCO MAS DE COMPROMISO)
TOMA DE DECISIONES	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿COMO SE ESTRUCTURA EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES?	DECISIONES INMEDIATAS
2 ¿QUIÉN TOMA LAS DECISIONES CLAVES DEL PROCESO?	DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD
3 ¿CON QUE CRITERIO SE TOMAN LAS DECISIONES?	EN FUNCIÓN A NORMAS ESTABLECIDAS
4 ¿CÓMO INFLUYE LA INFORMACIÓN CON LA QUE CONTAMOS EN LAS DECISIONES QUE TOMAMOS?	CIEN POR CIENTO
5 ¿Cuál ES EL GRADO DE PARTICIPACIÓN DE NUESTRO PERSONAL EN LAS DECISIONES QUE SE TOMAN?	CINCUENTA POR CIENTO
CONTINGENCIAS	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1 ¿QUÉ ACCIÓN SE TOMARÍA FRENTE A CAMBIOS IMPREVISTOS Y CRÍTICOS EN NUESTRO PERSONAL Y RECURSOS?	RE-ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL
2 ¿QUÉ ACCIÓN SE TOMARÍA FRENTE A CAMBIOS IMPREVISTOS Y CRÍTICOS EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN?	CAPACITACIÓN
3	
4	
5	

Tabla 4.12. Análisis situación inicial.

Fuente: Autor

- ¿A dónde queremos llegar?

El objetivo del modelo de gestión para el uso del aceite residual como combustible es establecer un escenario de acción para garantizar la calidad y productividad del producto atomizado encontrando la mezcla ideal entre diésel y aceite residual con el fin de establecer la gestión correcta para obtener la cerámica Atomizada en las mejores características y repetibilidad.

- ¿Cómo lo lograremos?

Los datos obtenidos mediante el diseño de experimentos (DOE) y observaciones realizadas del comportamiento del generador de calor nos ayudaron a determinar los límites de las condiciones más significativas del combustible para la mejor operación.

Los límites de las condiciones más significativas son las siguientes:

LIMITES ESTABLECIDOS

	LIMITES	UNIDADES
TEMP.	40-50	°C
ACEITE	160-180	gl/h
DIESEL	60-80	gl/h
VISCOSIDAD	68-75	seg.
DENSIDAD	0,97-0,99	gr/cm ³
RESIDUO	0,75-0,77	%

Tabla 4.13. Límites Establecidos.

Fuente: Autor

A continuación se presenta un listado de **TEMAS ESTRATEGICOS**, los mismos que favorecerán a la operación continua del proceso de atomización con la prueba 3.

CARACTERISTICAS MEZCLA 80% ACEITE + 20% DIESEL

	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
DENSIDAD (g/cm ³)	0,9	0,9	0,9
VISCOSIDAD (seg)	80	75	70
TEMPERATURA (°C)	40	50	60

Tabla 4.14. Características de las mezclas.**Fuente: Autor**

Para ello se realizó la identificación y conceptualización de los temas estratégicos del área de mantenimiento del proceso de Atomización que deben ser gestionados a largo plazo. En la siguiente matriz constan los temas estratégicos que se encontraron de acuerdo a la fuerza impulsora y los factores claves de éxito, mismos que fueron analizados con sus correspondientes ponderaciones que posteriormente nos ayudarán a identificar los temas críticos.

La planificación a largo plazo, obliga a pensar en el futuro al cual se dirige nuestra área de mantenimiento dentro de la empresa, hay que tener una idea de qué es lo que se estará haciendo en un futuro con los avances tecnológicos en los procesos de trabajo, de igual manera se analizará a dónde se habrá dirigido el sector cerámico, y cuáles serán las posiciones relativas de los competidores, se realizara una serie de análisis, obteniendo de tal manera temas estratégicos, que nos servirán como indicadores con los cuales se logrará cumplir con los objetivos estratégicos y mantener competitiva la empresa.

Se extraen de los temas estratégicos, asuntos tanto externos como internos, para posteriormente realizar un análisis FO, FA, DO, DA, el cual nos dará estrategias de valor, con el fin de alinear mejor los intereses de los accionistas, el plan se considera a largo plazo para la compañía, ya que los cambios a realizar comprometen acciones civiles, acciones mecánica, eléctricas y electrónicas.

Dentro de la planeación a largo plazo nos encontramos con los temas estratégicos del área de mantenimiento, para ello el personal implicado en el área de Atomización del Grupo

Industrial Graiman procedió a realizar la identificación y conceptualización de los temas estratégicos del área de mantenimiento que deben ser gestionados a largo plazo.

En la siguiente matriz se evalúan los temas estratégicos que se determinaron para la operatividad continua del proceso de Atomización.

TEMAS ESTRATÉGICOS				
TEMAS ESTRATÉGICOS	PONDERACIÓN			OBSERVACIONES
	A	B	C	
Compras y Adquisiciones		x		Abastecimiento de repuestos
Mantenimiento Predictivo	x			Ejecución y seguimiento
Lubricación	x			Mantenimiento preventivo
Repuestos			x	Mantenimiento correctivo
Bodega		x		Almacenamiento de repuestos y utillaje
Presupuesto		x		Análisis económico del consumo promedio
Servicios Externos			x	Contratación de servicios y asesoramiento externos
Finanzas		x		Contabilidad relacionada con el área de mantenimiento

Tabla 4.15. Orden de importancia de los temas estratégicos MEZCLA 3 (C)

Fuente: Autor

Se realizó una ponderación de A, B, C, siendo A los temas de mayor importancia para el área de mantenimiento, de esta manera se eligieron como **Temas Críticos** solo los que obtuvieron una ponderación de A, siendo estos los siguientes:

Mantenimiento Predictivo: Ejecución y seguimiento de sensores de nivel, temperatura, presión, llama.

Lubricación: Mantenimiento Preventivo en función a una frecuencia determinada.

Continuando con la planificación y una vez identificados los temas críticos, se plantean los asuntos estratégicos, a partir de los cuales se propondrán las estrategias de valor.

Los asuntos estratégicos externos son aquellos aspectos exteriores de importancia para el área de mantenimiento que son capaces de influir en el logro de la estrategia empresarial, estos asuntos estratégicos externos son identificados como **Oportunidades y Amenazas**.

De la misma forma existen asuntos estratégicos internos los mismos que hacen referencia al control de determinados recursos y competencias del área de Atomización, y están identificados como **Fortalezas y Debilidades**.

La tabla siguiente facilita la identificación y descripción de los asuntos estratégicos internos y externos del proceso de mantenimiento para el uso de aceite residual en el quemador del Atomizador, en la cual se ha colocado las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

TEMAS CRÍTICOS	ASUNTOS ESTRATÉGICOS
	FORTALEZAS:
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1. Elaboramos servicio de mantenimiento predictivo a los componentes del proceso de Atomización del GIG. 2. Ejecutamos los mantenimientos de manera inmediata ya que la empresa cuenta con talleres de última generación (CNC).
LUBRICACIÓN	1. Tenemos una asignación periódica de un monto de dinero considerable de parte de la empresa al área de mantenimiento para la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos. 2. Disponemos de una bodega de almacenamiento de lubricantes de consumo de alta frecuencia para el mantenimiento del área de Atomización.
	DEBILIDADES:
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1. No se tiene disponibilidad inmediata de los equipos para mantenimiento predictivo acorde a las necesidades puntuales. 2. No tenemos el número de personas capacitadas para el uso de instrumentos de medición predictiva.
LUBRICACIÓN	1. No se coordina con producción los tiempos disponibles para lubricación de los equipos.
	OPORTUNIDADES:
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1. Las casas matrices de las unidades de mantenimiento predictivo brindan capacitación gratuita al personal involucrado en esta área. 2. Cada día existe la presencia de nueva tecnología en herramientas y equipos de diagnóstico los cuales nos facilitan la ejecución del mantenimiento.
LUBRICACIÓN	1. El alto índice de consumo de lubricantes genera que los proveedores compitan brindándonos la mejor asistencia técnica y capacitación continua a los técnicos de la empresa. 2. Las casas comerciales proporcionan un financiamiento en adquisiciones de lubricantes y equipos.
	AMENAZAS:
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1. No existe certificados de que los datos adquiridos por los equipos de medición cumplan con la norma establecida.
LUBRICACIÓN	1. No se posee certificados de las características de que los lubricantes cumplan con la norma establecida.

Tabla 4.16. Análisis FO – FA – DO - DA

Fuente: Autor

Mediante un análisis FO, FA, DO, DA podremos identificar y valorar el grado de importancia de cada uno de los asuntos estratégicos internos planteados, con respecto a los asuntos estratégicos externos que se considera en el análisis antes descrito. Se selecciona los asuntos estratégicos internos más importantes, que se denomina asuntos críticos del proceso de Atomización, y posterior se formula su respectiva declaratoria.

		OPORTUNIDADES				AMENAZAS			
		Las casas matrices de las unidades de mantenimiento predictivo brindan capacitación gratuita al personal involucrado en esta área.	Cada día existe la presencia de nueva tecnología en herramientas y equipos de diagnóstico los cuales nos facilitan la ejecución del mantenimiento.	El alto índice de consumo de lubricantes genera que los proveedores compitan brindándonos la mejor asistencia técnica y capacitación continua a los técnicos de la empresa	Las casas comerciales proporcionan un financiamiento en adquisiciones de lubricantes y equipos.	No existe certificados de que los datos adquiridos por los equipos de medición cumplan con la norma establecida.	No se poseen certificados de las características de que los lubricantes cumplan con la norma establecida	TOTAL	ORDEN DE IMPORTANCIA
FORTALEZAS	Elaboramos servicio de mantenimiento predictivo a los componentes del proceso de Atomización del GIG.	1	1	1	1	1		5	1
	Ejecutamos los mantenimientos de manera inmediata ya que la empresa cuenta con talleres de ultima generación (CNC).		1		1	1		3	3
	Tenemos una asignación periódica de un monto de dinero considerable de parte de la empresa al área de mantenimiento para la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos.	1	1	1	1	1		5	2
	Disponemos de una bodega de almacenamiento de lubricantes de consumo de alta frecuencia para el mantenimiento del area de Atomización.				1	1	1	3	4
DEBILIDADES	No se tiene disponibilidad inmediata de los equipos para mantenimiento predictivo acorde a las necesidades puntuales.			1	1			2	2
	No tenemos el número de personas capacitadas para el uso de instrumentos de medición predictiva.	1	1	1				3	1
	No se cordina con producción los tiempos disponibles para lubricación de los equipos.		1		1	1		3	3

Tabla 4.17. Fortalezas – Debilidades – Oportunidades - Amenazas

Fuente: Autor

Para conocer la vinculación entre los asuntos estratégicos internos y externos, es necesario obtener y analizar las respuestas a las siguientes preguntas; si la respuesta es SI, existe vinculación; si es NO, no existe.

- ¿Mi fortaleza facilita el aprovechamiento de la oportunidad?
- ¿Mi fortaleza facilita la superación de la amenaza?
- ¿Mi debilidad dificulta el aprovechamiento de la oportunidad?
- ¿Mi debilidad dificulta la superación de la amenaza?

Una vez establecida las respuestas y las vinculaciones, determinamos los asuntos críticos que obtuvieron una calificación superior al 50% del puntaje máximo posible, teniendo dos fortalezas y dos debilidades.

De acuerdo a la MATRIZ FO FA DO DA los 4 asuntos críticos del área de Atomización del Grupo Industrial Graiman son los siguientes:

- Elaboración de servicio de mantenimiento predictivo a los componentes del proceso de Atomización del GIG.
- Ejecución de los mantenimientos de manera inmediata ya que la empresa cuenta con talleres de última generación (CNC).
- No se tiene disponibilidad inmediata de los equipos para mantenimiento predictivo acorde a las necesidades puntuales
- No se tiene el número de personas capacitadas para el uso de instrumentos de medición predictiva

Con el fin de evaluar por separado los asuntos críticos y los asuntos estratégicos externos para determinar cual tiene mayor robustez estratégica y por consiguiente conocer cual tienen mayor potencial de desarrollo se efectúa una matriz de evaluación de asuntos estratégicos.

En la tabla 4.17 se muestra el desarrollo de la matriz de evaluación de asuntos estratégicos.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ASUNTOS ESTRATÉGICOS			
ASUNTOS CRÍTICOS	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA
FORTALEZAS:			
Elaboramos servicio de mantenimiento predictivo a los componentes del proceso de Atomización del GIG.	20%	3	0,60
Tenemos una asignación periódica de un monto de dinero considerable de parte de la empresa al área de mantenimiento para la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos.	35%	4	1,40
DEBILIDADES:			
No tenemos el número de personas capacitadas para el uso de instrumentos de medición predictiva	15%	2	0,30
No se coordina con producción los tiempos disponibles para lubricación de los equipos.	30%	1	0,30
TOTAL	100%		2,60
ASUNTOS ESTRATÉGICOS EXTERNOS	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN PONDERADA
OPORTUNIDADES:			
Las casas matrices de las unidades de mantenimiento predictivo brindan capacitación gratuita al personal involucrado en esta área.	15%	4	0,60
Cada día existe la presencia de nueva tecnología en herramientas y equipos de diagnóstico los cuales nos facilitan la ejecución del mantenimiento.	12%	4	0,48
El alto índice de consumo de lubricantes genera que los proveedores compitan brindándonos la mejor asistencia técnica y capacitación continua a los técnicos de la empresa	25%	3	0,75
Las casas comerciales proporcionan un financiamiento en adquisiciones de lubricantes y equipos.	20%	4	0,80
AMENAZAS:			
No existe certificados de que los datos adquiridos por los equipos de medición cumplan con la norma establecida.	18%	1	0,18
No se posee certificados de las características de que los lubricantes cumplan con la norma establecida	10%	2	0,20
TOTAL	100%		3,01

Tabla 4.18. Matriz de evaluación de asuntos estratégicos

Fuente: Autor

Los resultados obtenidos evidencian que los asuntos estratégicos externos poseen una robustez algo mayor que los asuntos críticos. Esta situación que presenta el análisis establece la necesidad de poner interés en mejorar los factores externos del proceso de Atomización para enfrentar los impactos que pudieran generar los asuntos críticos.

Estrategias de valor (FO, FA, DO, DA)

La matriz Amenazas-Oportunidades-Debilidades-Fortalezas (FODA) es un instrumento de ajuste importante que nos ayudara a interpretar y desarrollar cuatro tipos de estrategias:

Estrategias de Fortalezas y Oportunidades.

Estrategias de Fortalezas y Amenazas.

Estrategias de Debilidades y Oportunidades.

Estrategias de Debilidades y Amenazas.

Para esto se plantean estrategias de valor necesarias para mejorar el desempeño de los asuntos estratégicos externos, con respecto a los asuntos críticos. Estas estrategias se mencionan en la siguiente matriz:

ESTRATEGIAS DE VALOR		
ESTRATEGIAS FO	F1O1	Debido a la alta demanda de mantenimiento que se tiene en el area, se deben realizar convenios de capacitacion al personal con los proveedores de repuestos para la capacitación en situs.
	F1O2	Se debe innovar nueva tecnologia al proceso con el fin de estar a la vanguardia de nueva tecnologia.
	F1O3	Se debe aprovechar la competencia entre los proveedores para lograr capacitaciones gratuitas
	F1O4	Se debe aprovechar el financiamiento brindado por los proveedores en la adquisicion de repuestos y la entrega en el lugar de trabajo.
	F2O1	Se debe realizar una renovacion de los equipos de construcción como tomos CNC con el fin de evitar gastos de mantenimientos correctivos.
	F2O2	Se debe aprovechar la tecnologia de los equipos de construcción para lograr mayor presición en la reconstrucción de las partes dañadas.
	F2O3	Se debe gestionar capacitación en la operación de las maquinas para reconstrucción aprovechando el presupuesto alto que se tiene.
	F2O4	Se debe aprovechar el financiamiento de las casas comerciales en la compra de repuestos con la asigancion que disponemos para los mantenimiento preventivos.
ESTRATEGIAS FA	F2A1	Se debe designar un porcentaje del dinero para certificar todos los equipos de medición.
ESTRATEGIAS DO	D1O1	Se debe aprovechar convenios con los proveedores de equipos para obtener capacitación continua.
	D1O2	Se debe disponer de mas equipos para mantenimiento predictivo de nueva tecnologia.
	D2O1	Se debe capacitar al personal tecnico con los equipos de medición
ESTRATEGIAS DA	D1A1	Se debe contar con un tecnico especializado en pedidos de repuestos de importacion para evitar errores en la especificacion de los mismos debido a que no disponemos de repuestos que representa un costo elevado para la empresa.
	D1A2	Se debe establecer un relacion directa entre compras y los proveedores para obtener compromiso entre el proveedor y la empresa.

Tabla 4.19. Estratégias FO – FA – DO - DA

Fuente: Autor

Manteniendo la consistencia en esta parte del trabajo y con objeto de establecer de manera clara los objetivos que se lograrán a consecuencia de los cambios realizados por la compañía tanto en su entorno como en su interior, se formulan objetivos estratégicos que se alcanzara en un futuro bajo un periodo ya establecido.

ASUNTOS CRÍTICOS	ESTRATEGIAS DE VALOR	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
Tenemos una asignación periódica de un monto de dinero considerable de parte de la empresa al área de mantenimiento para la ejecución de los mantenimientos.	Debido a la alta demanda de mantenimiento que se tiene en el área, se deben realizar convenios de capacitación al personal con los proveedores de repuestos para la capacitación in situ.	Ampliar nuestros conocimientos técnicos por las capacitaciones externas que brindan las casas comerciales y así incrementar la disponibilidad y funcionalidad del Atomizador en un 90% en un tiempo de 1 año.
	Se debe innovar nueva tecnología al proceso con el fin de estar a la vanguardia de nueva tecnología.	
	Se debe aprovechar la nueva tecnología para mantener los procesos controlados y evitar los correctivos fuera del área.	
	Se debe aprovechar el financiamiento brindado por los proveedores en la adquisición de repuestos y la entrega en el lugar de trabajo.	
Ejecutamos los mantenimientos de manera inmediata ya que la empresa cuenta con talleres de última generación (CNC).	Se debe realizar una renovación de los equipos de construcción como tornos CNC con el fin de evitar gastos de mantenimientos correctivos.	Lograr un mantenimiento preventivo superior al mantenimiento correctivo en una relación de 80% a 20% respectivamente en un periodo de 1 año.
	Se debe aprovechar la tecnología de los equipos de construcción para lograr mayor precisión en la reconstrucción de las partes dañadas.	
	Se debe gestionar capacitación en la operación de las máquinas para reconstrucción aprovechando el presupuesto alto que se tiene.	
	Se debe aprovechar el financiamiento de las casas comerciales en la compra de repuestos con la asignación que disponemos para los mantenimientos preventivos.	
	Se debe designar un porcentaje del dinero que poseemos para gestionar adecuadamente la compra de repuestos verificando las importaciones y características de los mismos, ya que no existen mandos de verificación y especificaciones en las importaciones.	
No se tiene disponibilidad inmediata de los equipos para mantenimiento predictivo acorde a las necesidades puntuales	Se debe aprovechar el avance tecnológico para realizar un mejor diagnóstico en el mantenimiento y de esa manera evitar fallas en los sistemas en los cuales no existe un stock de repuestos en bodega.	Tener los repuestos adecuados y útiles para mantenimiento predictivo del Atomizador con 100% de exactitud para Diciembre 2018.
	Se debe disponer de más equipos para mantenimiento predictivo de nueva tecnología.	
	Se debe implementar un departamento de compras propio del área de mantenimiento para que exista una vinculación directa entre los requerimientos del mantenimiento y los equipos de predicción de fallos.	
	Se debe contar con un técnico especializado en pedidos de repuestos de importación para evitar errores en la especificación de los mismos debido a que no disponemos de repuestos que representen un costo elevado para la empresa.	
No disponemos de un stock de repuesto que representen un alto costo económico de bodegaje para la empresa	Se debe establecer una relación directa entre compras y los proveedores para obtener compromiso entre el proveedor y la empresa.	Mejorar la gestión de compras de repuestos para mantenimiento del Atomizador hasta Diciembre 2018
	Se ha de implementar un sistema de compras que tenga una base de datos con especificaciones que faciliten y den mayor seguridad en la adquisición de los repuestos.	
	La empresa debe gestionar y mejorar el proceso de compra de equipos como tornos y herramientas que permitan la fabricación y recuperación de piezas que sean de difícil adquisición por lo que en el país no se cuenta con empresas que construyan dichas partes.	
	Se debe realizar una adecuada gestión de compras de repuestos de manera conjunta con el personal de mantenimiento y el de compras se comprometan en la adquisición adecuada de repuestos.	

Tabla 4.20. Estrategias de valor

Fuente: Autor

Haciendo una breve descripción de los indicadores claves de desempeño en el cual el objetivo es medir el Desempeño (Performance) de los distintos procesos y actividades clave para un negocio u organización y que son métricas que reflejan el logro de los objetivos.

Estos indicadores son empleados como referencia principal en la estructuración del Balance Score Card de la empresa.

Los KPI's o su denominación como INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO son fundamentales para realizar la "Inteligencia de Negocios" y nos ayudan a establecer el comportamiento del proceso de Atomización.

Por esta razón y consideración de haber planteado los objetivos estratégicos se procedió a la obtención de los indicadores clave de desempeño, y los cuales se muestra en la siguiente tabla descrita por una matriz definida.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO
Ampliar nuestros conocimientos técnicos por las capacitaciones externas que brindan las casas comerciales y así incrementar la disponibilidad y funcionalidad del Atomizador en un 90% en un tiempo de 1 año.	Proporcion de tiempos de paros por fallas de las unidades con relacion al tiempo de funcionamiento
Lograr un mantenimiento preventivo superior al mantenimiento correctivo en una relacion de 80% a 20% respectivamente en un periodo de 1 año.	Porcentaje de los mantenimientos preventivo debido a la disminucion de mantenimientos correctivos
Tener los repuestos adecuados y utiles para mantenimiento predictivo del Atomizador con 100% de exactitud para Diciembre 2018.	Porcentaje de los repuestos inaceptables con relacion al incremento de los repuestos adecuados
Mejorar la gestión de compras de repuestos para mantenimiento del Atomizador hasta Diciembre 2018	Proporcion reclamos en la gestion de compras con los repuestos entregados

Tabla 4.20. Indicadores Clave de desempeño

Fuente: Autor

En la siguiente matriz se integra toda la información de los principales componentes de todo el proceso estratégico del área de Atomización y así se elabora una planificación y

seguimiento continuo para obtener retroalimentaciones que ayuden a mejorar los aspectos y perspectivas de conformidad y realidad del área de preparación de cerámica.

En la siguiente tabla se presenta y se elabora un tablero de control pertinente para el proceso de Atomización.

TABLERO DE CONTROL						
PERSPECTIVA	TEMA CRÍTICO	ASUNTO CRÍTICO	OBJETIVO ESTRATÉGICO	INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO	ESTRATEGIA INTEGRAL DE VALOR	PRESUPUESTO REFERENCIAL
ECONOMÍA Y FINANZAS	Los paros generados por falta de predicción	Costos elevados de reparación	Implementar mantenimiento predictivo continuo	rendimiento del proceso	Tener un producto con granulometría y humedad constante	\$ 10.000,00
CLIENTES, OTROS STAKEHOLDERS	Arreglos realizados en el exterior	Tiempo de arreglo en función al proveedor	Disminuir los trabajos enviados al exterior	rendimiento del proceso	Incremento de la producción	\$ 20.000,00
PROCESOS INTERNOS	Eliminar el carbon en el producto atomizado	Incremento de desperdicio en el producto terminado	Disminuir la viscosidad en el combustible	Temperatura de calentamiento del combustible	Disminucion de desperdicio en el producto terminado	\$ 15.000,00
APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO	Capacitación al personal sobre lubricación y equipos de medición	Tiempo requerido para la capacitación	Disminuir las aveías en el proceso de Atomización	Disminución del consumo de repuestos	Incremento de la producción	\$ 10.000,00
TOTAL						\$ 55.000,00

Tabla 4.21. Tablero de Control

Fuente: Autor

4.1. PERSPECTIVA FINANCIERA

La perspectiva financiera tiene como objetivo ocupar estrategias de productividad que tiene como base el aumentar los beneficios de la empresa reduciendo los costes del proceso de Atomización e incrementando la disponibilidad de los equipos relacionados al Atomizador.

La estrategia de reducción de costo consiste en mejorar la estructura de todo el proceso, tanto los costos directos de nuestros productos y servicios, así como los costos indirectos, para lo cual se está utilizando la mejora continua del proceso.

La estrategia de mejora continua del proceso de Atomización consiste en reducir el capital circulante y el capital fijo que se necesitan como apoyo para la actividad del proceso, para lo cual se organiza el control de producción.

4.2. PERSPECTIVA DE LOS INTERESADOS

Con el fin de evaluar la perspectiva de los interesados se involucra a todos los interesados que de alguna otra manera afectaran o pudieran verse afectados en el proceso de Atomización.

Con el personal reunido se elabora una encuesta para determinar desde diferentes puntos de vista cuales fueran posibles mejoras que se pudieran realizar, para lo cual se realiza una lluvia de ideas y un resumen de los criterios de los participantes.

Es importante resaltar que los involucrados deben ser capaces de gestionar sus expectativas de una forma proactiva con el fin de que la gestión sea óptima para el mejoramiento continuo.

4.3. PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS

Es importante dar a conocer a los implicados sobre el aporte que se está realizando en la empresa a través del uso óptimo del aceite residual en el proceso de Atomización, perspectiva financiera y la de enfoque en el cliente, ya que ésta busca la alineación de las actividades de los colaboradores con los procesos clave de la empresa para con esto establecer los objetivos estratégicos.

De esta manera se pueden revisar y mejorar los procedimientos internos que conforman la cadena de valor la cual tiene como inicio el proceso de innovación. En el estudio se mencionan algunos indicadores pertenecientes a esta perspectiva como lo son:

- Procesos de innovación
 - Uso de aceite residual.
 - Costos de desarrollo de nuevos servicios.
- Procesos operativos
 - Porcentaje de disminución del costo de producción
 - Aprovechamiento de activos

Este estudio realizado está relacionado con el dominio de Propiedad Empresarial.

4.4. PERSPECTIVA DE INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE

La perspectiva de innovación y aprendizaje trata de comprometer a los empleados a adquirir el conocimiento de las innovaciones realizadas en el proceso, es aptitud de una empresa para innovar, mejorar y aprender. Es estar dispuesto a los cambios tecnológicos que los directores de la empresa realizan con la finalidad de crear más valor para los clientes decir, y de mejorar la eficiencia en la explotación continua de mejoras, una empresa puede introducirse en nuevos mercados y aumentar sus ingresos y competitividad.

La medida de mejora en la fabricación se centra en los nuevos procesos de fabricación con el objetivo de lograr estabilidad en la producción y rendimiento

CAPITULO 5

5.DISCUSIÓN

Con la finalidad de mantener un proceso confiable se reunió al personal involucrado en el proceso obteniendo sugerencias y anécdotas de las perturbaciones que se han presentado en el transcurso del tiempo.

Se determino implementar cuadros de control y seguimiento en el sector de Atomización donde se presenten los problemas diarios, causas y soluciones con el fin de generar un catálogo de fallas de los equipos para estandarizar el reporte de la mayoría de las fallas y disponer de información confiable sobre los principales equipos del proceso. También se recomienda, la capacitación del uso de la herramienta entre los trabajadores de las áreas de producción y mantenimiento, de tal forma que todos la conozcan y puedan utilizarla.

La confiabilidad del proceso incrementara notablemente al controlar los parámetros ideales determinados en el CAPITULO 4, el proceso puede ser estable utilizando las características optimas del combustible.

La implementación de la evaluación en MINITAB, facilitó la manipulación estadística de los registros y la elaboración de una interfaz gráfica. Esta interfaz aumentó la usabilidad del sistema porque integra en un mismo entorno, la entrada y salida de los datos.

En este capítulo se realizará una encuesta a los operarios del proceso para evaluar el comportamiento de los equipos críticos con los nuevos parámetros de operación establecidos.

5.1. EQUIPOS CRITICOS

- Bombas de Caudal
- Bombas de Presión

- Resistencias de Calentamiento

5.2. PARAMETROS CRITICOS

- Viscosidad
- Residuo
- Agua

5.3. PARAMETROS DE LOS INDICADORES

- Niveles de combustible
- Temperatura
- Mezcla

FORMATO PARA ENCUESTA EQUIPOS CRITICOS CON NUEVOS PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

DATOS GENERALES DEL PERSONAL			
AREA: _____			
CARGO: _____			
ENCUESTA REFERENTE AL COMPORTAMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS			
1.- EQUIPO: _____	%	CAUSA:	
1.1.	ESTABILIDAD		
			0%
			50%
1.2.	POTENCIA		
			0%
			50%
1.3.	DISPONIBILIDAD		
			0%
			50%
1.4.	SEGURIDAD DE OPERACIÓN		
			0%
			50%
1.5.	SEGURIDAD PERSONAL		
			0%
			50%
		100%	

Tabla 5.1. Encuesta comportamiento de Equipos

Fuente: Autor

FORMATO PARA ENCUESTA EQUIPOS CRÍTICOS CON NUEVOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

DATOS GENERALES DEL PERSONAL

AREA: Molienda y Atomizado
 CARGO: jefe Area - (Milton Escobar)

ENCUESTA REFERENTE AL COMPORTAMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS

1.- EQUIPO: <u>Atomizador (ATM 1)</u>		%	CAUSA:
1.1.	ESTABILIDAD	0%	75% Por diferentes contaminantes con los que llega a cargar Agua, partículas de Fe, p...
		50%	
		100%	
1.2.	POTENCIA	0%	80% No se conseguía el Set Point 30% de trabajo
		50%	
		100%	
1.3.	DISPONIBILIDAD	0%	Dificultad de conseguir con las características deseadas
		50%	
		100%	
1.4.	SEGURIDAD DE OPERACIÓN	0%	90% Limpieza de filtros con mayor frecuencia
		50%	
		100%	
1.5.	SEGURIDAD PERSONAL	0%	Todo el sistema es con consenso
		50%	
		100%	

FORMATO PARA ENCUESTA EQUIPOS CRÍTICOS CON NUEVOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

DATOS GENERALES DEL PERSONAL

AREA: Molienda y Atomizado
 CARGO: SUPERVISOR - Daniel Avila

ENCUESTA REFERENTE AL COMPORTAMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS

EQUIPO: <u>ATOMIZADOR</u>		%	CAUSA:
1.1.	ESTABILIDAD	0%	70% Calidad Combustible
		50%	
		100%	
1.2.	POTENCIA	0%	75% EN FUNCION A LA CANTIDAD DE MAZCA QUE SE LE DA / OBRAS / AJUSTE
		50%	
		100%	
1.3.	DISPONIBILIDAD	0%	100%
		50%	
		100%	
1.4.	SEGURIDAD DE OPERACIÓN	0%	TRATAMIENTO DE FILTROS Y ROTORA DE MANGUERAS
		50%	
		100%	
1.5.	SEGURIDAD PERSONAL	0%	TOME CONSENSO DE SEGURIDAD
		50%	
		100%	

RESULTADOS DE LA ENCUESTA EQUIPOS CRÍTICOS CON NUEVOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

		ENCUESTADOS		
		JEFE DE AREA Ing. Miriam Pesantez	SUPERVISOR Ing. Danilo Avilés	PROMEDIO
I. ATOMIZADOR (ATM 1)				
1.1.	ESTABILIDAD	75%	70%	72,50%
1.2.	POTENCIA	90%	75%	82,50%
1.3.	DISPONIBILIDAD	50%	100%	75,00%
1.4.	SEGURIDAD DE OPERACIÓN	90%	85%	87,50%
1.5.	SEGURIDAD PERSONAL	100%	100%	100,00%

PROMEDIO TOTAL 83,50%

Tabla 5.2. Resultados Encuesta

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de este trabajo era determinar la viscosidad optima del combustible compuesto por aceite residual más diésel para lo cual se realizaron diferentes pruebas de calentamiento del combustible para obtener una viscosidad optima que permita una fluidez constante en la tubería de alimentación al tanque de consumo diario y al quemador.

Para mantener la viscosidad constante del combustible se realizó un análisis de experimentos que nos ayudó a determinar los parámetros ideales de temperatura de calentamiento del combustible, cantidad de diésel y cantidad de aceite residual.

Determinada la mezcla ideal entre aceite residual y diésel con la viscosidad optima de trabajo se evaluaron las condiciones ideales de los equipos, estableciendo la importancia del mantenimiento predictivo en los equipos de bombeo y filtrado.

De acuerdo con el estudio y los resultados presentados y discutidos, se obtienen las siguientes conclusiones:

En el proceso de Atomización, el equipo de mayor criticidad es el generador de calor, al implementar la gestión óptima para el uso del aceite residual como combustible se podrá obtener un incremento considerable en la eficiencia del proceso generando como resultado una mayor producción a menor costo.

Con el fin de consensuar la gestión implementada en el proceso de Atomización para el uso de aceite residual se realizó la encuesta al personal que dirige esta área obteniendo resultados óptimos sobre la seguridad personal, la seguridad de operación y la potencia del proceso de Atomización, recalando que la estabilidad se incrementó notablemente con los sistemas de filtrado y calentamiento de combustible.

Referente a la disponibilidad se concluyó que es un factor que se encuentra en trámite de abastecimiento para lo cual se está utilizando este trabajo de grado con el fin de demostrar la operatividad, control, y seguridad personal del nuevo sistema de combustión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guía de apoyo al emprendedor “CUADRO DE MANDO INTEGRAL”, CEEI Creación y desarrollo de empresas.
- Cuadro de Mando Integral, Instituto EuroTechnology, Centro Comunitario Superior de Negocios Posuniversitario y Excecutive, Registro M. Oficial, España, Coruña, T-2278.
- MAPAS ESTRATÉGICOS, Cómo convertir los activos intangibles en resultados tangibles, Robert S Kaplan, David P. Norton, Barcelona 2004.
- Sistemas de gestión ambiental (ISO 14001 : 2015) AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación.
- POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS PARA EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR, ALECKSEY MOSQUERA RODRÍGUEZ, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, mayo 2008, Quito Ecuador
- MECANISMO PARA OTORGAR LA CERTIFICACIÓN ECUATORIANA AMBIENTAL “PUNTO VERDE” PROCESOS LIMPIOS, Subsecretaría de Calidad Ambiental, Ministerio del Ambiente 2010 – 2011
- Centro Nacional de Producción más limpia, DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA ORGANIZACIÓN, Ricardo León Márquez, Medellín Colombia
- Moubray John, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II), Sitio web: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35711506/MANTENIMIENTO_CENTRADO_EN.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1504563708&Signature=K%2Fb0uwNc7Tb8heil3a6y1oHW6sU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANTENIMIENTO_CENTRADO_EN_LA_CONFIABILID.pdf
- Sexto Cabrera L. F. (2007), La confiabilidad integral del activo, Ingeniería Mecánica 1 (2008) 49 – 56. Consulta el 20 de septiembre de 2015.

- FCT Combustion. (2017). Quemadores. 2017, de FCT Sitio web: <http://fctcombustion.com/>
- SIGAUS. (2017). Qué se hace con el aceite usado. 2017, de SIGAUS Sitio web: <http://www.siga.us.es/recuperacion-de-aceite-usado/que-se-hace-con-el-aceite-usado.aspx>
- THERMAL COMBUSTION. (2017). thermal combustion. 2017, de thermal combustion Sitio web: <http://www.thermalcombustion.com/>
- Oliverio García Palencia, Modelo mixto de Confiabilidad. 2016, Sitio web: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/modelo-mixto-de-confiabilidad>
- Douglas C. Montgomery, DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS, UNIVERSIDAD ESTATAL ME ARIZONA, ISBN 968-18-6456-6, 2004