PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE ESMERALDAS

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

TEMA:

Análisis del sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos del área de Servicios Auxiliares (SETIL) en Refinería Esmeraldas

Plan de Tesis de grado previo a la obtención del título de Magíster en Administración de Empresas mención Planeación

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Análisis y mejoramiento de procesos

AUTOR: Ing. Miguel Ángel García Becerra

DIRECTORA: Mgt. María de Lourdes Solís M.

Esmeraldas- Ecuador

Agosto - 2016

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN**

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Título del trabajo

Análisis del sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos del área de servicios auxiliares (SETIL) en Refinería Esmeraldas

Autor: Ing. Miguel Angel García Becerra

Mgt. Ma. de Lourdes Solís M. f. _____
DIRECTOR DE TESIS

Mgt. Mercedes Sarrade Peláez f. _____
LECTOR 1

Mgt. Alexandra Bautista Segovia f. _____
LECTOR 2

Mgt. Mercedes Sarrade Peláez f. _____
COORDINADORA POSGRADO

Ing. Maritza Demera Mejía f. _____
SECRETARIA GENERAL

Esmeraldas, Ecuador, agosto, 2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo**, Miguel Ángel García Becerra** portador de la cédula de ciudadanía No. 080199238-9 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones, recomendaciones, los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Ing. Miguel Angel García Becerra

CC. 0801992389

CERTIFICACIÓN

Yo**, María de Lourdes Solís Murillo,** en calidad de Directora de tesis, cuyo título es EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ELÉCTRICO A EQUIPOS CRÍTICOS DEL ÁREA SETIL EN REFINERÍA ESMERALDAS, **certifico** que las sugerencias realizadas por el Tribunal de grado han sido incorporadas al documento final, por lo que, autorizo su presentación.

Mgt. Ma. de Lourdes Solís Murillo

DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

Principalmente a mi madre Zoila, por ser mi ejemplo de lucha en cada meta trazada, en cada pensamiento de superación que refleje un logro para seguir siendo un hombre de bien y ejemplo para mis hijas. Cada logro se los debo a ustedes, obtener este título de cuarto nivel significa sacrificio y perseverancia, creo que sin su entendimiento y comprensión a más del tiempo que me toco alejarme para que este sueño fuese una realidad no hubiese sido posible lograrlo. Gracias por estar siempre a mi lado.

Miguel Angel García Becerra

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar cada uno de mis pasos, a mis padres por haber hecho de mí un luchador y un ganador en cada reto que emprendo en la vida.

A mis compañeros, amigos y docentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Esmeraldas. A mi tutora y guía de este proyecto Mgt. Ma. de Lourdes Solís Murillo.

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MONITOREO ELÉCTRICO A EQUIPOS CRÍTICOS DEL ÁREA DE SERVICIOS AUXILIARES (SETIL) EN REFINERÍA ESMERALDAS

RESUMEN EJECUTIVO

Ecuador posee un inmenso tesoro mineral, el petróleo que constituye una fuente de ingresos monetarios para el país. En la actualidad la Refinería Estatal Esmeraldas suministra a la demanda nacional a través de la distribución de derivados de hidrocarburo como GLP, gasolina, diesel 1, diesel 2, asfalto, jet fuel, fuel oil, azufre.

La Refinería Estatal Esmeraldas tiene dentro de sus proyectos de operación y mejora; implementar tecnologías de monitoreo de calidad de energía eléctrica y salud de motores eléctricos, entre otros y con la finalidad de cumplir con este propósito en mayo del 2010 adquirió tecnologías de orden predictivo on line.

Los motores eléctricos de inducción son utilizados para accionar a un gran número de equipos críticos de sus plantas de proceso; vale resaltar que las tecnologías antes descritas les permiten determinar la verdadera condición operativa de sus motores.

Con lo que se tiene un claro conocimiento de todas las variables de índole eléctrico y de la condición mecánica en lo referente a capacidad operacional de los elementos accionadores (motores eléctricos) y accionados como son: bombas, compresores, ventiladores, agitadores, mezcladores, dosificadores, entre otros.

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, en el proceso de levantamiento de información se implementaron técnicas como la observación, entrevistas y encuestas dirigidas a los actores al personal del departamento de análisis predictivo y al coordinador del área SETIL donde se encuentran los equipos críticos con la finalidad de conocer aspectos relacionados a la calidad que prestan los equipos; así como un análisis FODA para corroborar la información recabada en las otras técnicas.

Una vez analizada la información que se obtuvo mediante la implementación de los instrumentos antes descritos, se realizó una discusión en base a investigaciones desarrolladas por diferentes autores cuya problemática se asemejaba a la investigación.

Por medio de esta discusión fue posible determinar que los equipos críticos necesitan ser monitoreados mientras están activos pues permiten observar las variaciones de voltajes y otras condiciones que permitan tomar decisiones a tiempo para la adquisición de piezas o reparaciones inmediatas sin que implique pérdida de tiempo por retrasos de repuestos, paradas inesperadas y no programadas, lo que significa un sustancial ahorro económico para la empresa.

Al final de la investigación se propone fichas técnicas para poder monitorear la funcionalidad de los equipos críticos, revisar los historiales para la toma de decisiones, apoyando a la gestión que realizan sus autoridades para sostener y mejorar el funcionamiento de la planta industrial, lo cual es un aporte directo al estado ecuatoriano.

PALABRAS CLAVE

Empresa Pública Petroecuador (EPP) - Refinería Esmeraldas (RE) - Coordinación de Apoyo Técnico de la Producción (A.T.P) - Equipo Crítico (EC)

Área de Servicios Auxiliares (SETIL)

ABSTRACT

Ecuador has a vast mineral treasure. Oil is a source of monetary income for the country. At present the State Esmeraldas Refinery supplies the national demand through the distribution of hydrocarbon derivatives such as LPG, Petrol, Diesel 1 Diesel 2, Asphalt, Jet fuel, Fuel Oil, Sulphur.

The State Esmeraldas Refinery has among its projects Implement Improved technologies Operation and monitoring power quality and health of electric motors, among others, in order to fulfill this purpose in May 2010 acquired predictive technologies ON- order LINE.

The induction motors are used for driving a large number of critical equipment of the process plant; worth mentioning that the technologies described above enable them to determine the actual operating condition of the engine.

With what you have a clear understanding of all the variables of electric nature and mechanical condition with regard to operational capacity of the drive elements (electric motors) and operated as: pumps, compressors, fans, agitators, mixers, dispensers , etc.

Condition monitoring applied to critical process equipment Refinery Esmeraldas, the example made by Vibration Analysis and Infrared Thermography is held in the General Coordination of Technical Support Production by analysts Predictive Inspection, this has them allowed undoubtedly improve the reliability indices of critical equipment by increasing the availability of equipment, reducing unexpected and unscheduled stops, which has meant substantial cost savings for your company and also this has served to support the management performed its authorities to sustain and improve the functioning of the plant, which is a direct contribution to the Ecuadorian State.

The Esmeraldas refinery to reduce spending for repairs of electric induction motors according to the record in the AS400 system (inventory control of spare

parts) amounting to expenses for repairs of electric induction motors only in the period from 2004 to 2007 exceeded $ 300,000, but this value only accounted for disbursement for repair, this must be added the cost caused by lost profits, cost of skilled and professional support staff work.

After the implementation of such technological system implementation from May 2008 until 2012, but they have spent as reparation of engines totaling approximately 140,000 US dollars which left them with a saving of 53% costs only for repair.

For over 40 years, the company Baker Instrument Company has pioneered the development and manufacture of diagnostic equipment for all types of rotating electrical machinery. Following a full line of its extensive diagnostic equipment is the Explorer. Developed for monitoring operation: power of the machine, overall engine power, load and execution, gives the user a comprehensive view of the overall motor integrity.

This analysis tool helps identify potential power problems that degrade engine power, engine examines general conditions, monitors the load and observe the engine work in addition to estimating energy savings.

Once the tests are completed, the results can be saved individually for each motor. Such documentation is critical for any predictive maintenance program. Allowing recall previous information for true historical trends.

With the EXP3000 / 3000R test results are collected, stored and managed using the MS Access® data base. The main console impressions can generate reports quick and easy, allowing operators visual integrity validation engine.

The data obtained will be valuable only if they are stored in a way that is useful to all employees who are interested. This tool (software) for monitoring electrical EXP3000 / 3000R and data transfer package enables you to create multiple databases to organize information obtained according to your specifications, facilitating communication channels with partners and customers.

The tool helps them perform condition monitoring in electrical induction motors so that their production interruptions due to unexpected failures are minimized (to raise the level of reliability and availability of its motor park).

KEYWORDS

Empresa Pública Petroecuador (EPP) - Refinería Esmeraldas (RE) - Coordinación de Apoyo Técnico de la Producción (A.T.P) - Equipo Crítico (EC)

Área de Servicios Auxiliares (SETIL)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS 1

1.1 Justificación 1

1.2 Marco teórico de la investigación 2

1.2.1 Fundamentación teórico/conceptual 2

1.2.1.1 Modelos de gestión 2

1.2.1.2 Evaluación o análisis de sistemas 3

1.2.1.3 Procesos de producción 4

1.2.1.4 Monitoreo eléctrico 4

1.2.1.5 Equipos críticos 6

1.2.1.6 Refinería Estatal Esmeraldas 9

Misión 11

Visión 11

Valores 11

Área de servicios auxiliares SETIL 16

1.2.2 Fundamentación legal 17

1.2.3 Revisión de estudios previos 21

1.3 Objetivos 24

1.3.1 Objetivo general 24

1.3.2 Objetivos específicos 24

CAPÍTULO 2 25

2. METODOLOGÍA 25

2.1 Método de la investigación 25

2.2 Universo y muestra 26

2.3 Instrumentos 27

CAPÍTULO 3 29

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 29

3.1 Descripción de la muestra 29

3.2 Análisis y descripción de los resultados 29

3.2.1 Situación actual del sistema de monitoreo a equipos críticos en la unidad de A.T.P 29

Diagnóstico FODA 29

3.2.1.2 Análisis de entrevistas 34

3.2.1.3 Beneficios al realizar un análisis del sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos. 36

CAPÍTULO 4 37

4. DISCUSIÓN 37

CAPÍTULO 5 39

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTA 39

5.1 Conclusiones 39

5.2 Propuesta 40

Referencias 53

Anexos 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de la población 27

Tabla 2 Indicadores de tiempo medio entre fallos (mtbf) por salida de operación de equipos críticos 42

Tabla 3 Procedimientos software Baker 43

Tabla 4 Indicador por salida de operación de Refinería 52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Modelo Básico de criticidad 8

Gráfico 2 Organigrama estructural PETROECUADOR EP 12

Gráfico 3 Estructura organizacional Gerencia de Refinación PETROECUADOR EP 13

Gráfico 4 Estructura organizacional Superintendencia de Refinería Esmeraldas 14

Gráfico 5 Proceso de software Beker 44

Gráfico 6 Características del Motor Eléctrico 45

Gráfico 7 Visualizador del Diagrama Fasorial 46

Gráfico 8 Cuadros de Diálogo para Acceder a las Pruebas Realizadas 47

Gráfico 9 Análisis Espectral 48

Gráfico 10 Características de frecuencia de falla 49

Gráfico 11 Análisis de nivel de armónicos 50

Gráfico 12 Análisis de barras rotas en el rotor 51

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Justificación

Los ejes para la transformación de la matriz productiva en la industria ecuatoriana están relacionados al proceso de refinación de petróleo, para ello es fundamental que todos los componentes que intervienen en el proceso estén funcionando de forma adecuada, y uno de estos componentes son los equipos que entre ellos se encuentran los críticos denominados así por su importancia que tienen en la planta, que al dañarse pueden hacer que el proceso como tal demore más de lo planificado, por eso el optimizar su funcionamiento y rendimiento se vuelve clave, supervisar por el monitoreo de condiciones y esté ligada a la estabilidad operativa de la Refinería Esmeraldas, que debe garantizar el aprovechamiento de los recursos no renovables, los cuales están dirigidos hacia los siguientes campos:

- Diversificación productiva basada en el desarrollo de industrias estratégicas-refinería, astillero, petroquímica, metalurgia y siderúrgica.
- Establecimiento de nuevas actividades productivas-maricultura, biocombustibles, productos forestales de madera que amplíen la oferta de productos ecuatorianos y reduzcan la dependencia del país.

La evaluación de los equipos críticos permite monitorear los motores eléctricos de inducción mientras estos están en funcionamiento, para obtener las diferentes variables eléctricas como: voltaje, corriente, factor de potencia; por medio de las cuales se determine la condición operativa del equipo.

Mediante la implementación de esta evaluación se beneficiará **directamente** el área de SETIL y se tendrá un reporte de la condición operativa de todos los equipos críticos e **indirectamente** la Refinería Esmeraldas en su proceso de producción. Esta herramienta facilitara la toma de decisiones oportunas de los departamentos de producción ante un posible inicio de falla en un determinado equipo que se encuentre considerado como crítico dentro del proceso de refinación.

1.2 Marco teórico de la investigación

1.2.1 Fundamentación teórico/conceptual

La revisión bibliográfica es el proceso mediante el cual se recopila toda la información que sirve para sustentar tanto de forma conceptual y teórica toda la investigación; por lo que se hace sumamente importante saber definiciones de análisis y procesos en su contexto más amplio, por lo que esta investigación está basada en la teoría de Frederick Taylor, este enfoque está dirigido a la eliminación de pérdidas, que a su vez se traduce en dinero; los modelos de gestión y los procesos en la actualidad definen la orientación de las empresas y su manejo y es una cuestión innegable el hecho de que las organizaciones se encuentran inmersas en entornos y mercados competitivos y globalizados; entornos en los que toda organización que desee tener éxito (o, al menos, subsistir) tiene la necesidad de alcanzar buenos resultados empresariales.

1.2.1.1 Modelos de gestión

Para Cuatrecasas (2012), la actividad productiva que genera una empresa debe estar organizada de manera que logre los objetivos previstos optimizándolos en lo posible, técnica y económicamente, con el empleo de los sistemas de gestión más adecuados y avanzados; por lo que así como es importante el producto, es imprescindible realizarlo con el mínimo de recursos

empleados, por medio de un proceso oportuno y convenientemente gestionado.

Según Cuatrecasas (2012) los nuevos modelos de gestión basados en la producción ajustada, permiten acometer, allí donde sea conveniente, una extensa variedad de modelo de productos ampliamente personalizado, todo ello obtenido con sistemas de producción flexibles que propician una rápida adaptación al volumen de la demanda.

1.2.1.2 Evaluación o análisis de sistemas

Por medio de la evaluación de los sistemas se lograrán resultados importantes para la mejora continua en toda la organización, de tal forma que esto se convierte en una cultura de trabajo para sus colaboradores, para que exista un buen manejo de sus procesos y toma de decisiones oportunas.

Los resultados de la evaluación describirán las anomalías del proceso de producción y responsabilidades en la toma de decisiones (Amendola, 2011).

Permitirá mejorar la toma de decisiones y la magnitud de la anomalía en los equipos críticos al tener un soporte documental al cual acudir y aclarar sus dudas (David, 2003).

Un sistema de gestión, por lo tanto, ayuda a una organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades, que le permitan una gestión orientada hacia la obtención de esos “buenos resultados” que desea, obteniendo los objetivos establecidos. (Beltrán Sanz, 2002).

1.2.1.3 Procesos de producción

Se considera procesos de producción al conjunto de actividades relacionadas y encaminadas a la transformación de la materia prima, recursos o elementos productivos en bienes o servicios. Es fundamental dentro de esta correlación de las personas y los elementos tecnológicos, el que interactúen para satisfacer la demanda que es un objetivó y razón de ser de la producción.

Sanz (2002), en su planteamiento del mapa de procesos ayuda a identificar los procesos existentes en una organización y darles su importancia de acuerdo al rol que cumplen en la misma, para que tengan un manejo apropiado.

Sanz (2002) asegura que debe encontrarse los resultados en todas las etapas del proceso de una organización de manera objetiva, de esta forma habrá un cliente satisfecho y se estará agregando valor a su requerimiento.

Salgueiro (2001) establece que las organizaciones que aumentan la productividad es porque eliminan desperdicios dentro de su producción y ahorran recursos, claro está que esto es algo que no se podría obtener dentro de una organización que no tiene indicadores de medición.

Arbós (2009) señala que las actividades de producción en las empresas deben estar organizadas con la finalidad de que todo lo que se plantee como un objetivo se desarrolle a cabalidad, utilizando herramientas que ayuden a gestionar los activos a lo largo del tiempo sacando el mayor provecho para la organización.

1.2.1.4 Monitoreo eléctrico

El monitoreo de condición en equipos críticos, es una actividad muy relevante para la industria, ya que permite controlar los signos vitales del equipo tal que se puedan establecer alarmas de cambio de las variables en estudio y dar aviso oportuno para poder detectar y corregir la causa raíz de una futura

anomalía, maximizando el tiempo de producción y disminuyendo las mantenciones preventivas y correctivas.

El sistema de monitoreo puede determinar dónde existe un exceso de consumo, identificar equipos sobrecargados y balancear cargas en subestaciones, tableros de distribución y otros equipos eléctricos. Al optimizar su sistema eléctrico, amplía la vida útil de la instalación.

El primer paso en la optimización de todo proceso es la medición. Sólo lo que se mide se puede administrar y, por tanto, mejorar. No es posible la disminución y el buen uso de la energía sin tener una fuente confiable de información. Un sistema útil de monitoreo indica dónde se está gastando, de qué manera y con qué oportunidades reales de ahorro se cuentan.

La conceptualización de Harper (2009) sobre el rendimiento energético, establece las diferencias entre el suministro de energía y el consumo real de energía de un motor eléctrico y las determina como pérdidas. En el análisis del estudio de evaluación es fundamental eliminar y cuantificar perdidas en la organización para mejorar el rendimiento.

Fernandez (2004), en su comparación entre AMFE (Análisis de Modo de Falla de los Equipos) y el RCM (Reliability Centered Maintenance) le da mayor valor al objetivo del RCM, porque analiza cada componente como parte de un todo ligándolos o interrelacionándolos entre sí; creando esa dependencia de los actores dentro de un proceso.

López, (2007) básicamente describe que si todo lo que está relacionado a la mejora continua no es medido, monitoreado y se realiza un ajuste; estaremos desperdiciando la razón de ser de este propósito y es muy probable que no se pueda cumplir con la visión y objetivos de la empresa.

La conceptualización de Harper (2009) sobre el rendimiento energético, establece las diferencias entre el suministro de energía y el consumo real de energía de un motor eléctrico y las determina como perdidas. En el análisis del estudio de evaluación es fundamental eliminar y cuantificar perdidas en la

organización para mejorar el rendimiento de cada componente que forma un proceso productivo.

1.2.1.5 Equipos críticos

Los equipos críticos para seguridad de procesos son los sistemas, equipos o componentes cuya falla podría resultar en, permitir, o contribuir a, la liberación de, o a la exposición a suficiente cantidad de sustancias peligrosas, o su energía (por ejemplo fuego y explosión); que pudieran ocasionar la muerte, efectos a la salud irreversibles, impactos ambientales significativos o daños importantes a la propiedad. (Zabala, 2013).

Los equipos críticos son aquellos que, principalmente cuando fallan lo que hacen es producir una paralización total de la producción; o, que pueden llegar a la suspensión drástica; por lo que afecta directamente al funcionamiento de todo sistema productivo, redundando en pérdidas económicas.

Para Reliabilityweb (2010) en su estudio sobre criticidad identifica algunas definiciones:

Análisis de criticidad: Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

Confiabilidad: Se define como la probabilidad de un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

Confiabilidad Operacional: Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

Es importante puntualizar que en un programa de optimización de confiabilidad operacional, es necesario el análisis de los siguiente cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

El análisis de criticidad:

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que pueden ser manejadas de manera controlada y auditable. Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar
- Frecuencia de falla

Un modelo básico de análisis de criticidad, es igual al que se puede observar en el gráfico nó 1. El establecimiento de criterios se basa en los seis criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

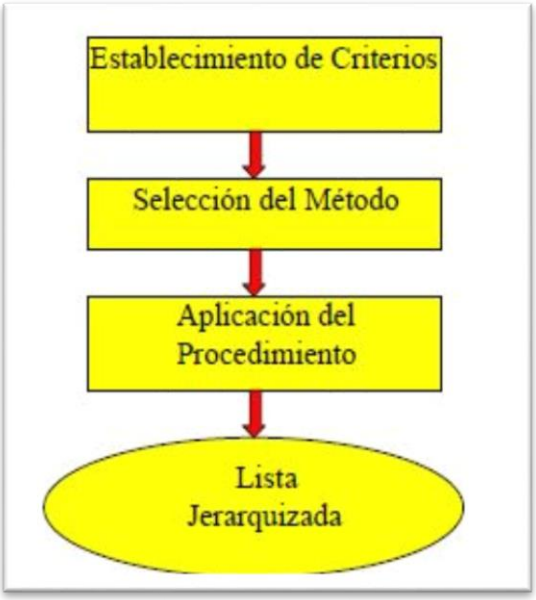


Gráfico 1 Modelo Básico de criticidad

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

1.2.1.6 Refinería Estatal Esmeraldas

Antecedentes

Está ubicada en el sector noroccidental, en la provincia del mismo nombre y es la más grande del país, se encuentra a 7 kms. de la ciudad en la dirección suroeste, justo a la vía que conduce al cantón Atacames. Las instalaciones se encuentran a 300 mts. del río Teaone, a 3 kms. del río Esmeraldas y a 3,8 kms. del océano Pacífico en línea recta. El sitio se encuentra en una región tropical.

Fue diseñada por la empresa latinoamericana Universal Oil Products (UOP) y construida por el consorcio japonés Sumitomo Shoji Kaisha – Chiyoda Chemical Engineering & Construction e inició su operación el 4 de mayo de 1977, produciendo 55600 barriles diarios de petróleo (bpd) operados totalmente por técnicos ecuatorianos. Más adelante con la demanda del sector productivo del país y para mejorar los ingresos económicos fue ampliada, este proceso se realizaron por dos ocasiones: en el año 1987 y la segunda ampliación de 1995 a 1997. (Valencia, 2011).

La Refinería Esmeraldas produce gasolinas Súper y Extra, diésel 1 (queroseno), gas licuado de petróleo, jet fuel, diésel 2, fuel oil No. 4, fuel oil

No. 6, asfaltos 80/100 y RC-2, diésel Premium y combustibles para pesca artesanal. Está en marcha su rehabilitación integral, para recuperar su capacidad de procesamiento de 110.000 barriles por día, con una inversión de US$ 740’000.000 (los trabajos concluirán en el 2014).

Breve historia

En 1972 se inició la construcción de la Refinería Estatal de Esmeraldas con el diseño presentado por la compañía Norteamericana UOP. La capacidad de procesamiento fue de 55 615 barriles diarios de crudo procedente de la Región Amazónica Ecuatoriana con un rango de 27.9 a 28.3 grados API (American Petroleum Instituto). La construcción la realizó el consorcio japonés Sumitomo Chiyoda.

En 1977 inicia sus actividades.

En 1987 concluyó la primera ampliación. Se instalaron unidades adicionales de Destilación Atmosférica, Destilación al Vacío y Reducción de Viscosidad. La capacidad de procesamiento alcanzada con esta ampliación fue de 90 000 barriles diarios de petróleo, con lo cual se cubrió la demanda interna proyectada a esa fecha.

En 1997 concluyó la segunda ampliación de la Refinería Estatal Esmeraldas para el procesamiento de crudos pesados, y consistió principalmente en la ampliación de la capacidad de refinación de 90 000 a 110 000 barriles diarios, a fin de compensar la pérdida de producción de derivados debido a la disminución del API del crudo, suprimir la utilización del tetratilo de plomo como aditivo en las gasolinas y mejorar la calidad de diésel. Para esto, se amplió la capacidad de refinación de las Unidades de Destilación Atmosférica existente, se instalaron nuevas unidades como la Unidad de Reformación con regeneración continua de catalizador (CCR), Hidroesulfurizadora de diésel, además de otras plantas de tratamiento de efluentes, necesarias para minimizar los impactos y cumplir los requerimientos ambientales.

En la actualidad la Refinería se encuentra procesando un petróleo de 24.3 grados API, calidad que puede variar de acuerdo a la producción y mezcla de crudos transportado por el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), desde los campos petroleros de la Región Amazónica Ecuatoriana. (PETROECUADOR, 2010).

Filosofía empresarial

La EP PETROECUADOR desarrolla su gestión empresarial acorde con la política nacional de respeto al ambiente y de responsabilidad social con sus integrantes y las comunidades aledañas a las áreas de operación que mantiene en el ámbito nacional.

Misión

"Generar riqueza y desarrollo sostenible para el Ecuador, con talento humano comprometido, gestionando rentable y eficientemente los procesos de transporte, refinación, almacenamiento y comercialización nacional e internacional de hidrocarburos, garantizando el abastecimiento interno de productos con calidad, cantidad, oportunidad, responsabilidad social y ambiental".

Visión

"Ser la empresa reconocida nacional e internacionalmente por su rentabilidad, eficiente gestión, productos y servicios con elevados estándares de calidad, excelencia en su talento humano, buscando siempre el equilibrio con la naturaleza, la sociedad y el hombre"

Valores

- Integridad
- Respeto
- Responsabilidad
- Excelencia

- Trabajo en equipo (PETROECUADOR, 2010).

Estructura orgaizacional:

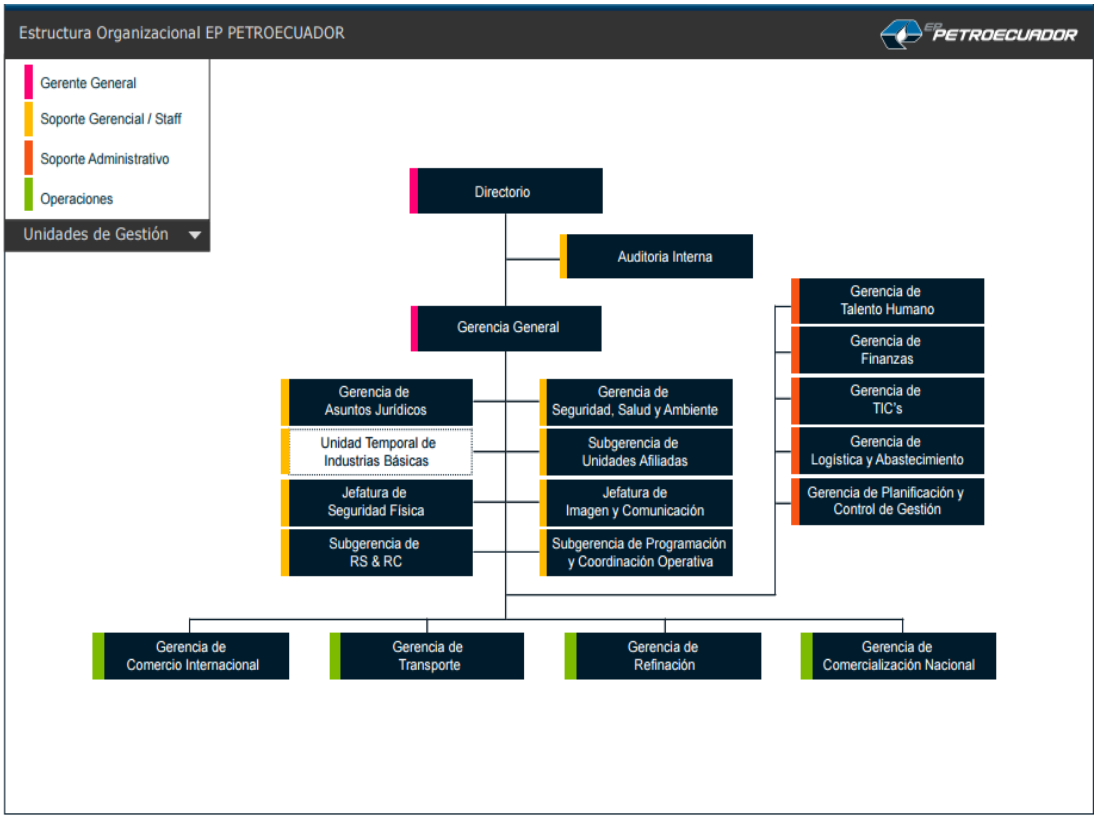


Gráfico 2 Organigrama estructural PETROECUADOR EP
Fuente: PETROECUADOR EP, 2010

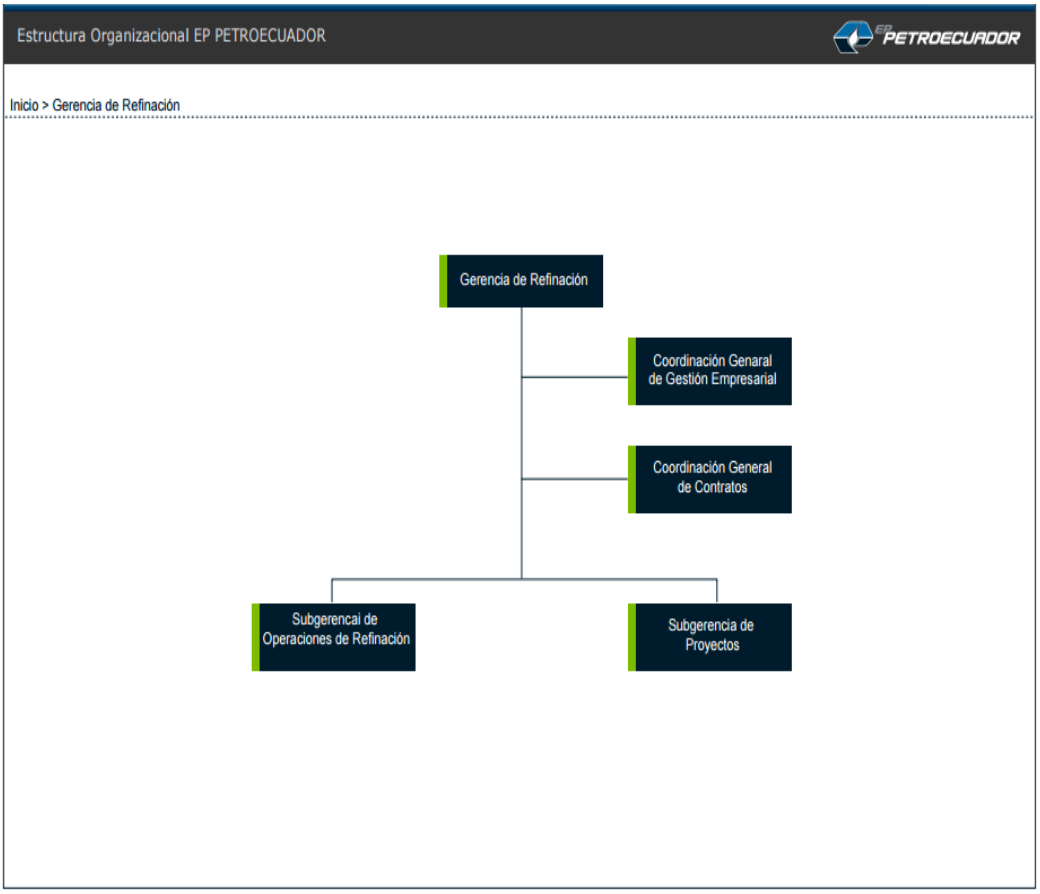


Gráfico 3 Estructura organizacional Gerencia de Refinación PETROECUADOR EP

Fuente: PETROECUADOR EP, 2010

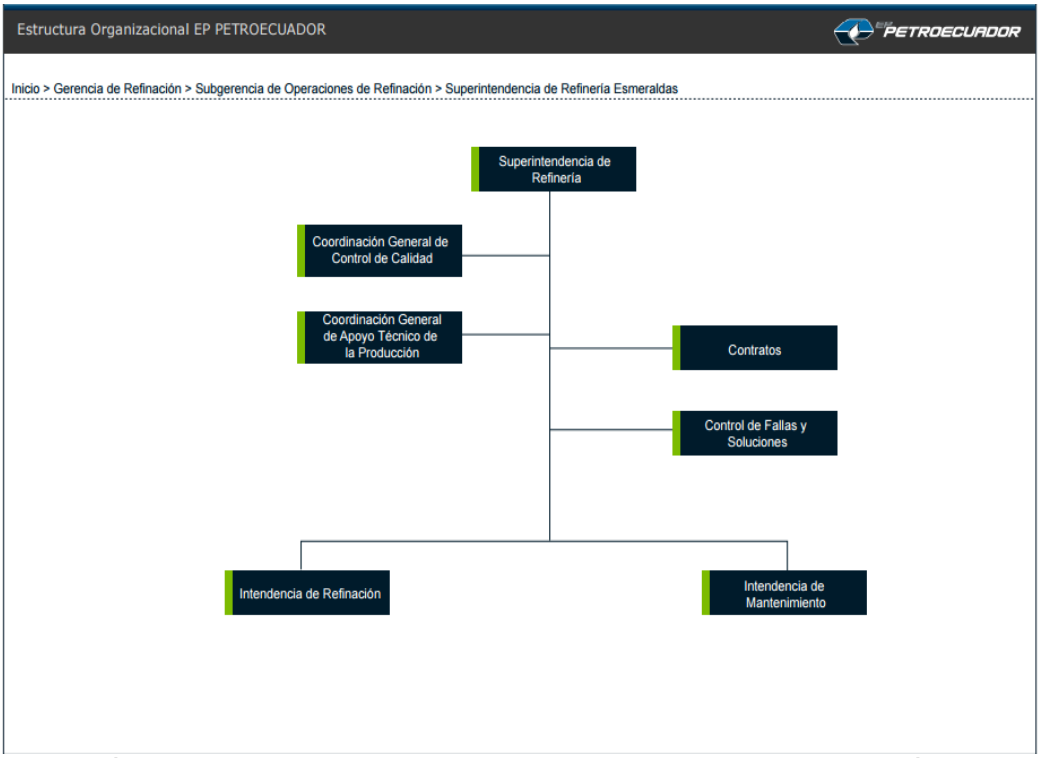


Gráfico 4 Estructura organizacional Superintendencia de Refinería Esmeraldas

Fuente: PETROECUADOR EP, 2010

Motores eléctricos:

Los motores eléctricos de inducción son utilizados para accionar a un gran número de equipos críticos de sus plantas de proceso; vale resaltar que las tecnologías antes descritas les permiten determinar la verdadera condición operativa de sus motores.

Con lo que se tiene un claro conocimiento de todas las variables de índole eléctrico y de la condición mecánica en lo referente a capacidad operacional de los elementos accionadores (motores eléctricos) y accionados como son: bombas, compresores, ventiladores, agitadores, mezcladores, dosificadores, entre otros.

El monitoreo de condición aplicado a equipos críticos de procesos de la Refinería Esmeraldas, como ejemplo el realizado mediante análisis de vibraciones y termografía infrarroja, es llevado a cabo en la Coordinación General de Apoyo Técnico de la Producción por Analistas de Inspección

Predictiva, éste les ha permitido sin lugar a dudas mejorar los índices de confiabilidad de sus equipos críticos incrementando la disponibilidad de equipos, reduciendo paradas inesperadas y no programadas, lo que ha significado un sustancial ahorro económico para su empresa y además esto ha servido como apoyo a la gestión que realizan sus autoridades para sostener y mejorar el funcionamiento de la planta industrial, lo cual es un aporte directo al estado ecuatoriano.

La Refinería Esmeraldas (2008) para reducir los gastos por reparaciones de motores eléctricos de inducción de acuerdo al registro en el Sistema AS400 (control de inventario de repuestos), que ascendían a gastos por reparaciones de motores eléctricos de inducción solo en el período del año 2004 al 2007 superó los $ 300.000 dólares, pero este valor únicamente representó el desembolso por concepto de reparación, a esto hay que agregarle el costo causado por lucro cesante, costo de mano de obra especializada y personal profesional de apoyo.

Sin embargo luego de la ejecución del sistema dicha implementación tecnológica a partir de mayo del año 2008 hasta el año 2012, han gastado por concepto de reparación de motores un monto aproximado de USD 140.000 dólares según (REE, 2008) lo cual les generó un ahorro del 53% solo en costos por reparación.

Por más de 40 años, la empresa Baker Instrument Company ha sido pionera del desarrollo y manufactura de equipo de diagnóstico para todo tipo de maquinaria eléctrica rotativa. Siguiendo una línea completa de sus amplios equipos de diagnóstico viene el Explorer. Desarrollado para monitoreo en operación de alimentación eléctrica de la máquina, potencia del motor en general, carga y ejecución, da al usuario una vista amplia de la integridad del motor en general.

Área de servicios auxiliares SETIL

La Refinería Estatal de Esmeraldas se encuentra distribuida en varias áreas o unidades operativas, una de las cuales es la Unidad de Servicios Auxiliares (SETIL); esta unidad operativa se encarga de todos los procesos de apoyo como generación de vapor, generación eléctrica, agua tratada, suministro de gas y aceite combustible entre otros, los cuales son indispensables para la operación de la planta

La capacidad de generación de vapor de la refinería es de aproximadamente 400 toneladas por hora con una presión de 600 PSIG (42,2 Kg/cm2) y 395ºC de temperatura, producidas por 4 calderas de combustión directa y 2 generadores de vapor por intercambio de calor.

1.2.2 Fundamentación legal

La investigación se sustentó en la siguiente normativa legal:

Constitución de la República:

La Constitución de la República en su Art. 313 establece que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos.

En el Art. 315 se dispone que el Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas. Las empresas públicas estarán bajo la regulación y el control específico de los organismos pertinentes, de acuerdo con la ley; funcionarán como sociedades de derecho público, con personalidad jurídica, autonomía financiera, económica, administrativa y de gestión, con altos parámetros de calidad y criterios empresariales, económicos, sociales y ambientales.

El Art. 317 determina que los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. En su gestión, el Estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y de participaciones empresariales; y minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico.

Ley Orgánica de Empresas Públicas:

En el Suplemento del Registro Oficial No. 48 de 16 de octubre del 2009 se expidió la Ley Orgánica de Empresas Públicas que regula la constitución, organización, funcionamiento, fusión, escisión y liquidación de las empresas públicas que no pertenezcan al sector financiero y que actúen en el ámbito

internacional, nacional, regional, provincial o local; y, establecen los mecanismos de control económico, administrativo, financiero y de gestión que se ejercerán sobre ellas, de acuerdo a lo dispuesto por la Constitución de la República.

Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública:

Los procesos de contratación para la adquisición de bienes, ejecución de obras y prestación de servicios, incluidos los de consultoría, que realiza la EP PETROECUADOR se rigen por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCP), su Reglamento y demás normativa relacionada, de conformidad con lo dispuesto en los Arts. 288 de la Constitución y 34 de la Ley Orgánica de Empresas Públicas.

Codificación de la Ley de Hidrocarburos:

Mediante Decreto Supremo No. 2967, publicado en el R.O. No. 711, de 15 de noviembre de 1978 se Codificó la Ley de Hidrocarburos, la que regula las actividades hidrocarburíferas en sus fases de exploración, explotación, industrialización y de transporte y comercialización de hidrocarburos. Esta Ley ha sido reformada en varias ocasiones, siendo su última reforma la publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 244 de 27 de Julio del 2010.

Plan Nacional para el Buen Vivir:

De conformidad con el Art. 280 de la Constitución de la República, la EP PETROECUADOR, para la ejecución de las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y, la inversión y la asignación de los recursos públicos observa el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010; Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 y Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017.

Decreto Ejecutivo de creación de la EP PETROECUADOR:

Mediante Decreto Ejecutivo No. 315, expedido el 06 de abril de 2010, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 171 de 14 de abril del

2010, se creó la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR, como una persona de derecho público con personalidad jurídica, patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión, con domicilio principal en el cantón Quito, provincia de Pichincha. Con Decreto Ejecutivo No. 1351-A, publicado en el Segundo Suplemento del Registro Oficial No. 860 de 2 de enero del 2013, se reformó el Decreto Ejecutivo No. 315, modificando el objeto principal de EP PETROECUADOR, excluyendo su intervención de la actividad hidrocarburífera, las fases de exploración y explotación.

Esquema de Gestión por Procesos:

El Directorio de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR, mediante Resolución No. DIR-EPP-002-2010 de 06 de abril de 2010, recomendó al Gerente General que “de forma inmediata, expida la normativa interna que asegure la continuidad de la actividad empresarial y la gestión operativa de la empresa”, así como “dispuso al Gerente que “implemente esquemas de gestión por procesos de forma desconcentrada”.

Mediante Resolución No. 2010001 de 07 de abril de 2010, el Gerente General de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR, aprobó la “Normativa de Gestión” que la rige, determinando en el mencionado instrumento legal, las áreas de Gestión del Negocio, las características de los macroprocesos, las normas internas de aplicación general de los mismos y, en acápites posteriores, estableciendo que los procesos se regirán por la normativa específica de cada uno de ellos. Mediante Resoluciones Nos. DIR-EPP-18-2013, DIR-EPP-22-2013 y DIR-EPP-27-2013, del 18 de abril del 2013, 14 de junio del 2013 y del 2 de agosto del 2013, respectivamente, aprobó la nueva estructura organizacional hasta el nivel 3 de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, "EP PETROECUADOR” y dispuso: “Delegar al Gerente General la aprobación de las estructuras de la Empresa a partir del nivel 4 e informar al Directorio sobre la misma”. Con Resoluciones Nos. 2013236 y 2013251 del 7 y 16 de octubre del 2013, respectivamente, el Gerente General de la “EP PETROECUADOR” aprobó la estructura orgánica

del nivel 4 hasta el último nivel de acuerdo a lo dispuesto por el Directorio de la "EP PETROECUADOR". El Gerente General Enc. de la EP PETROECUADOR, mediante Resolución No. 2014113 de 7 de abril del 2014 dispuso la modificación de la "Normativa de Gestión" vigente, considerando marco legal, plan estratégico, políticas internas de las unidades orgánicas, estructura de la gestión por procesos, manuales de procesos, entre otros aspectos estratégicos empresariales y las disposiciones establecidas en esta Resolución. (EP PETROECUADOR, 2010).

Ley de Hidrocarburos (1978) Decreto Supremo 2967 Registro Oficial 711 Art. 1.- Los yacimientos de hidrocarburos y sustancias que los acompañan, en cualquier estado físico en que se encuentren situados en el territorio nacional, incluyendo las zonas cubiertas por las aguas del mar territorial, pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado.

Y su explotación se ceñirá a los lineamientos del desarrollo sustentable y de la protección y conservación del medio ambiente.

Que el numeral 11 del Art. 261 de la Carta Magna, señala que el Estado Ecuatoriano tendrá competencia exclusiva sobre los recursos hidrocarburíferos.

Con Resolución 2010001, del 7 de abril de 2010, el Gerente General de la Empresa resuelve: "…Art. 2: Disponer que la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR se maneje bajo el enfoque de procesos, con el fin de garantizar el desarrollo empresarial, maximización de la rentabilidad, permanencia en el tiempo, eficiente utilización de los recursos y un esquema de mejora continua en todos los ámbitos de gestión…". (EPPETROECUADOR, 2010).

Para la implementación de esta metodología de monitoreo de condiciones referente a estas evaluaciones deberá cumplir con un mínimo y estar acorde

con la última edición de los siguientes códigos, estándares y reglamentaciones; en caso de haber discrepancias entre normas se utilizará para implementación la norma más exigente:

1. IEEE 315 Simbología Eléctrica
2. NFPA 70 Código nacional eléctrico.
3. API RP 540 Diseño de instalaciones eléctricas en plantas industriales

1.2.3 Revisión de estudios previos

Para cimentar la presente investigación se revisaron algunos estudios sobre la temática presentada, donde se pudo observar que no se encuentra un trabajo igual que permita continuar con la investigación, pero algunos trabajos similares han permitido comparar las conclusiones obtenidas de ellos; por lo que nuevamente se justifica la investigación sobre el tema tratado.

Por lo tanto la revisión de estudios se centró en investigaciones muy parecidas en cuanto a análisis de equipos críticos y en sistemas de mantenimiento preventivos.

El artículo de la revista Ingeniería Mecánica en su vol. 12 “Análisis de criticidad personalizados” muestra el estudio de tres casos con análisis de criticidad de equipos de plantas industriales, en donde se validan los resultados que se aplicando en los mantenimientos basados en enfoques, como es el mantenimiento centrado en la confiabilidad (CRM), el cual constituye un modelo avanzado de gestión, que con una correcta implementación garantiza la eficiencia del mantenimiento, el trabajo verifica la factibilidad de la metodología propuesta para analizar el sistema y el análisis de criticidad personalizada.

Esta metodología ha permitido direccionar los recursos de mantenimiento hacia los subsistemas de mayor criticidad, mejorando significativamente la

relación costo beneficio, así como la obtención de un software que automatiza este análisis. (Del Castillo, Brito y Fraga, 2009).

Según Méndez Coello & Rosero Jarrín (2010) en su estudio de investigación elaboran un ficha técnica para el control del comportamiento de los equipos críticos y sus parámetros más relevantes. De acuerdo a esa ficha se podrá identificar parámetros que nos alejen del punto de mejor eficiencia en los equipos y sea un llamado de atención en la toma de decisiones determinantes para una buena continuidad operativa.

El artículo científico “Metodología de dirección y gestión de proyectos de paradas de planta de proceso”, publicado por la Universidad Politécnica de Valencia España, concluye que la metodología para afrontar una parada inesperada de un equipo crítico debe estar orientada a mantener los activos incrementando las utilidades de la organización sobre el ciclo de vida útil del equipo.

Este tipo de análisis pierde enfoque cuando no cuantifica los riesgos de una parada inesperada, no identificar las causas posibles podría derivar en afectaciones funcionalidad del equipo sin saber su impacto en el ciclo de vida del activo o cuan complejo seria si esta falla es repetitiva.

El que se garantice el ciclo de vida útil del activo se reflejará en utilidades a largo plazo y de forma continua sin perder los objetivos empresariales (Améndola Luis, 2006).

El artículo “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, publicado por la revista chilena de ingeniería, Ingeniare, enfatiza que el modelo de gestión para equipos críticos estará bajo la visión de la mejora continua, considera que los análisis deben ser profundizados para un mejor modelo de gestión que esté ligados a los objetivos planteados por la organización.

Este enfoque plantea lo que las organizaciones deben tener como horizonte para el logro de cada objetivo planteado. La mejora continua es un feedback

de cada resultado obtenido y evalúa si la organización está alineada en cada departamento. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, Crespo, 2013).

El artículo “Evaluación de riesgo de sistemas ininterrumpidos de potencia eléctrica en una refinería de petróleo”, publicado por la revista Researchgate, luego de su evolución en una de las empresas líder en el sector petrolero de la región; determina la importación como cadena de valor la de implementar estrategias de control del activo, que garanticen una alta disponibilidad de todos los componentes dentro del engranaje de la producción para mejorar de forma efectiva su costo benefició; además se desarrolló un modelo de toma de decisiones de reposición de equipos, y definición de políticas de mantenimiento, basado en análisis LCC. (Manrique, 2015).

La tesis “Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón” realizada en la Escuela Politécnica Nacional concluye que la operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentren los equipos que intervienen en él, por lo tanto este proyecto de investigación estuvo orientado a permitir la correcta operación por medio del plan de mantenimiento predictivo y preventivo presentado.

Así mismo es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de forma efectiva un plan de mantenimiento programado, el no tenerlo hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta, realizando ciertas tareas de mantenimiento no programadas basadas en la experiencia de los técnicos o sobre la base de averías que se presentaban. (Pesántez, 2007).

El “Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol.S. A.", trabajo de tesis de la Universidad de Cuenca, concluye que el programa realizado facilita la ubicación de cada uno de los equipos, el estado en que se encuentran simplemente con la correcta información dada por los operadores y se puede

revisar con el uso de un computador. En el computador se encuentra una carpeta compartida la cual tendrá acceso todos los operadores de equipos de Mirasol, en esta carpeta se llenara de una manera constante y responsable todo lo que tiene que ver con los respectivos ficheros de los equipos, haciendo que se optimicen recursos y dinero. (Tamaríz, 2014).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar las condiciones operativas a los equipos críticos del área SETIL en Refinería Estatal Esmeraldas para evitar pérdidas de producción en el proceso de refinación.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la situación actual del sistema de monitoreo a equipos críticos en la unidad de A.T.P.
- Enumerar los beneficios de realizar un análisis al sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología a utilizar para el desarrollo de la investigación, determinando el universo, muestra, métodos, técnicas e instrumentos aplicables.

2.1 Método de la investigación

En la investigación se aplicó el método exploratorio - descriptivo el cual permitió realizar la colección de datos y análisis de tendencias, bases históricas por sus características, permitiendo recolectar la información existente de los diferentes equipos críticos (dinámicos) de Refinería Esmeraldas y de esta forma determinar su comportamiento operacional durante un período de tiempo, comparando con el cumplimiento de la programación operacional planteada por la refinería.

Según los objetivos de la investigación, este trabajo se convierte en una investigación aplicada ya que busca el conocer para hacer, para actuar, para construir y para modificar.

En el caso del análisis para el mantenimiento de equipos críticos se buscó conocer cómo se realiza el mantenimiento para luego saber qué hacer, construyendo o modificando actividades que conlleven a la mejora significativa.

Según el nivel de profundidad y alcance se consideró la aplicación de una investigación descriptiva que sirve para analizar el cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes, permitiendo describirlo.

Mediante este tipo de investigación se pretendió obtener información acerca de estado actual de los equipos críticos, recabando información de acuerdo a los objetivos planteados con la finalidad de determinar cuáles son los factores o variables que influyen en la situación presentada.

Para cumplir con ese análisis se utilizó técnicas investigativas como: la observación, la entrevista y la encuesta dirigidas a los actores al personal del departamento de análisis predictivo y al coordinador del área SETIL donde se encuentran los equipos críticos, de quien depende la buena operación de los equipos críticos y a su vez poder determinar las mejoras para fortalecer el sistema actual.

Para la obtención de información relacionada a ese estudio se realizó de forma directa; las fuentes que aportaron para en la investigación estuvieron ligadas a:

- Los encargados de la colección de datos y custodios de la información para este estudio, que están relacionados día a día con el objetivo de esta evaluación.
- Las entrevistas estructuradas al departamento de apoyo técnico de la producción al equipo de Inspección Predictiva compuesto por cuatro personas: tres analistas de inspección predictiva, un inspector de campo de inspección predictiva.

Para ampliar el diagnóstico y poder evaluar, la investigación también se apoyó en documentos originales, Informes emitidos, bases de datos, registros de operación, bitácoras y manuales de las unidades.

Basada en cómo se pudo interpretar la fuente primaria luego del análisis respectivo, se respalda en información obtenida de las siguientes fuentes: monografías, sitios web, libros, artículos, tesis.

2.2 Universo y muestra

Para esta investigación se trabajó con una muestra intencional que se aplicó para entrevistar de forma directa a los seis empleados de la Coordinación de Apoyo Técnico de la Producción que está compuesto por un Coordinador de Operaciones, tres Analistas de Inspección Predictiva y dos Inspectores de Campo de Inspección Predictiva.

Tabla 1 Distribución de la población

Nº	NOMBRE	CARGO
1	Ing. Germán Cevallos Noboa	Coordinador de operaciones de SETIL
2	Ing. Vicente González Suárez	Analista de inspección predictiva
3	Ing. Luis Arroyo Arroyo	Analista de inspección predictiva
4	Ing. Janeth Muñoz Caicedo	Analista de inspección predictiva
5	Tlgo. Cristhian Reyes Ordóñez	Inspector de campo predictivo
6	Ing. Paúl Zambrano Cuero	Inspector de campo predictivo

2.3 Instrumentos

Para la obtención de información relacionada a ese estudio se realizó de forma directa; las fuentes que aportaron para en la investigación estuvieron ligadas a: Los encargados de la colección de datos y custodios de la información para este estudio, que están relacionados día a día con el objetivo de esta evaluación.

Las entrevistas estructuradas al departamento de apoyo técnico de la producción al equipo de Inspección Predictiva compuesto por cuatro personas: tres analistas de inspección predictiva, un inspector de campo de inspección predictiva.

Para ampliar el diagnóstico y poder evaluar, la investigación también se apoyó en documentos originales, Informes emitidos, bases de datos, registros de operación, bitácoras y manuales de las unidades.

Basada en cómo se pudo interpretar la fuente primaria luego del análisis respectivo, se respalda en información obtenida de las siguientes fuentes: monografías, sitios web, libros, artículos, tesis.

Los instrumentos para la investigación han sido diseñados respondiendo a las necesidades de información con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados para la presente investigación debido a que los estudios previos analizados en el capítulo anterior exponen conclusiones muy generalizados debido a que no se halla un estudio similar por las características del campo investigado.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de cada uno de los instrumentos de investigación y la metodología detallados anteriormente.

Para el análisis se utilizó el programa Excel.

3.1 Descripción de la muestra

Estuvieron ligadas a los encargados de la colección de datos y custodios de la información para este estudio, que están relacionados día a día con el objetivo de esta evaluación. Las entrevistas estructuradas al departamento de Apoyo técnico de la producción al equipo de Inspección Predictiva compuesto por cuatro personas: tres analistas de inspección predictiva, un inspector de campo de inspección predictiva.

3.2 Análisis y descripción de los resultados

3.2.1 Situación actual del sistema de monitoreo a equipos críticos en la unidad de A.T.P

Diagnóstico FODA

Según (David, 2003) el diagnóstico FODA “Es una herramienta para ayudar de forma gerencial a los directivos o al gerente de una organización a crear más de una estrategia”, por tanto este estudio se basó en la aplicación de estas estrategias como herramienta para que toda la información obtenida de las encuestas dirigidas al departamento de A.T.P, así identificar debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presenta el área.

Fortalezas

1. Objetivos claros y personal comprometido
2. Personal capacitado y cualificado para el análisis de anomalías
3. Atención oportuna a la presencia de anomalías en equipos críticos
4. Personal satisfecho con los reportes de anomalías

Oportunidades

1. Adquisición de equipos y software para análisis de equipos
2. Sistema de contratación publica
3. Cambio de matriz productiva en el sector petrolero
4. Rehabilitación e inversión pública

Debilidades

1. Falta de recurso humano
2. Falta de capacitación continua
3. El resultado de los reportes no es tomado con seriedad
4. Poco conocimiento de la importancia del departamento de A.T.P

Amenazas

1. Cambios en la Constitución del Estado
2. Caídas del precio del petróleo en mercados internacionales
3. Baja inversión en el sector público
4. Riesgo de explosión o cortes de energía continuos

MATRIZ FODA

		FORTALEZAS		DEBILIDADES
	1	Objetivos claros y personal comprometido	1	Falta de recurso humano
	2	Personal capacitado y cualificado para el análisis de anomalías	2	Falta de capacitación continua
	3	Atención oportuna a la presencia de anomalías en equipos críticos	3	El resultado de los reportes no es tomado con seriedad
	4	Personal satisfecho con los reportes de anomalías	4	Poco conocimiento de la importancia del departamento de A.T.P
	OPORTUNIDADES	**ESTRATEGIAS FO**		**ESTRATEGIAS D0**
1	Adquisición de equipos y software para análisis de equipos	1 Aprovechar las capacidades del talento humano utilizando los recursos tecnológicos, que facilite a los técnicos de ATP realizar un análisis de anomalías más exhaustivo y confiable para sus informes.(F2, O1, F4)	1	Elaborar un plan anual de formación continua utilizando el cambio de matriz productiva para incursionar en mayores formas de aprovechamiento de recursos no renovables (D2,O1)
2	Sistema de contratación publica			
3	Cambio de matriz productiva en el sector petrolero			
4	Rehabilitación e inversión pública			
	AMENAZAS	**ESTRATEGIAS FA**		**ESTRATEGIAS DA**

1	Cambios en la Constitución del Estado	1	Implementar un sistema de vigilancia y respuesta inmediata para evitar paradas inesperadas y afectación a los equipos y daños catastróficos en las instalaciones (F3, A4).	1	Implementar pasantías con empresas internacionales dedicadas a la refinación de petróleo para alimentar el know how de los técnicos (D2, A3)
2	Caída del precio del petróleo en mercados internacionales				
3	Poco o nada de inversión en el sector público				
4	Riesgo de explosión o cortes de energía continuos				

3.2.1.2 Análisis de entrevistas

Este proceso investigativo consideró necesario saber de buena fuente la realidad de cada uno de los actores que se ven inmersos en el proceso de evaluación de las condiciones funcionales operativas de un equipo crítico en área de SETIL de la empresa, esta evaluación la realizan cinco funcionarios, por ser un número muy reducido se procedió a entrevistarlos.

A continuación se detallan las conclusiones generales de las entrevistas:

- Los técnicos concuerdan que la unidad de SETIL en Refinería Esmeraldas es el corazón de los procesos de refinación por contar con la variedad de equipos críticos más grande de la planta industrial, por lo que su impacto en la operación normal de la refinería es muy importante porque garantiza los servicios auxiliares como son agua, luz, aire y vapor.

- Los funcionarios comentan que el personal de la empresa que realiza las funciones de operadores de campo tienen un comportamiento algo inusual, pues existe una forma de reportar las anomalías que están ligadas a crear juicios de valor previos a establecer un análisis de comportamiento del equipo crítico con las tecnologías y equipos de análisis predictivo con las cuales cuenta en departamento de A.T.P.

- Los analistas de inspección predictiva señalan su preocupación por las negligencias de la parte operativa cuando las recomendaciones por el estado de condiciones de un equipo critico son reportadas con la disposición de sacar de servicio el equipo, pero ellos señalan que el nivel jerárquico es quien debe determinar ese impacto en la producción a pesar de estar de acuerdo con el criterio de los analistas de A.T.P.

- Los analistas de inspección predictiva comentan que llevan un registro de daños y causa raíz de eventos como un historial de comportamiento

o funcionalidad para determinar la vida útil de un equipo crítico, tomando en cuenta su costo y su impacto en la producción diaria de la unidad de SETIL.

- Los entrevistados indican que la estabilidad operacional de los equipos críticos depende mucho de la calidad y estabilidad de la red de distribución eléctrica interna y externa, con lo cual se alimentan de energía los equipos críticos.

- Los proyectos energéticos desarrollados por el estado ecuatoriano obligan a la utilización de esta red eléctrica nacional, por lo cual la estabilidad operativa pasará a depender de que tan estable sea el sistema de distribución eléctrico alimentado por las hidroeléctricas.

- Los entrevistados concuerdan que el impacto ambiental que se genera por la salida de operación de un equipo crítico es mínimo por cuanto esto no general un riesgo ambiental o genera un pasivo ambiental.

- Los especialistas comentan que la empresa está en una etapa de rehabilitación integral del sistema eléctrico y de varios equipos críticos que tienen más de 35 años en operación constante, los cuales ya cumplieron con su tiempo de vida útil y deben ser cambiados por seguridad tanto del talento humano como de las instalaciones de EPPETROECUADOR.

3.2.1.3 Beneficios al realizar un análisis del sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos.

La Gerencia de Refinación de la EPPETROECUADOR posee una gran planta industrial para la refinación de derivados de hidrocarburos con tecnología de punta a nivel mundial debido a que esta infraestructura es un pilar para la producción de derivados a nivel nacional.

La Coordinación General de Apoyo Técnico de la Producción cuenta con el equipamiento tecnológico y el talento humano adecuado para evaluar, analizar y determinar los problemas que se presenten en un equipo crítico.

Por lo que se puede enumerar los beneficios cuando se aplica un sistema de monitoreo eléctrico a equipos críticos en el área de SETIL.

1. Conocer si se está cumpliendo con los cronogramas o rutas de monitoreo programados.
2. Reducir el número de paros no programados.
3. Minimizar las fallas funcionales de los equipos críticos.
4. Aumentar la eficiencia del equipo de trabajo.
5. Incrementar la productividad de las unidades de procesos.
6. Justificar la contratación de más talento humano.
7. Capacitar al talento humano en el desarrollo de habilidades para determinar fallas funcionales.

Por lo que se deben implementar acciones de mejoras tales como:

- Levantar un registro de historiales que permita visualizar los tiempos de paralización del proceso de refinación.
- Diseñar un instructivo para utilización del software BAKER que indica la condición real de los equipos críticos.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN

Los ejes para la transformación de la matriz productiva en la industria ecuatoriana están relacionados al proceso de refinación de petróleo, para ello es fundamental que los equipos críticos tengan un rendimiento óptimo en su funcionamiento, supervisado por el monitoreo de condiciones y esté ligada a la estabilidad operativa de la Refinería Esmeraldas, esto a su vez debe garantizar el aprovechamiento de los recursos no renovables, los cuales están dirigidos hacia los siguientes campos:

- Diversificación productiva basada en el desarrollo de industrias estratégicas-refinería, astillero, petroquímica, metalurgia y siderúrgica.

- Establecimiento de nuevas actividades productivas-maricultura, biocombustibles, productos forestales de madera que amplíen la oferta de productos ecuatorianos y reduzcan la dependencia del país.

La evaluación de los equipos críticos permite monitorear los motores eléctricos de inducción mientras estos están en funcionamiento, para obtener las diferentes variables eléctricas como: voltaje, corriente, factor de potencia; por medio de las cuales se determine la condición operativa del equipo.

Como lo conceptualiza Harper (2009) sobre el rendimiento energético, establece las diferencias entre el suministro de energía y el consumo real de energía de un motor eléctrico y las determina como pérdidas. En el análisis del estudio de evaluación es fundamental eliminar y cuantificar pérdidas en la organización para mejorar el rendimiento.

Mediante la implementación de esta evaluación se beneficiará directamente el área de SETIL y se tendrá un reporte de la condición operativa de todos los equipos críticos e indirectamente la Refinería Esmeraldas en su proceso de producción. Esta herramienta facilitará la toma de decisiones oportunas de los

departamentos de producción ante un posible inicio de falla en un determinado equipo que se encuentre considerado como crítico dentro del proceso de refinación.

Al igual como lo establecieron Méndez Coello & Rosero Jarrín (2010) en su estudio de investigación deberá elaborarse una ficha técnica para el control del comportamiento de los equipos críticos y sus parámetros más relevantes. De acuerdo a esa ficha se podrá identificar parámetros que se alejen del punto de mejor eficiencia en los equipos y sea un llamado de atención en la toma de decisiones determinantes para una buena continuidad operativa.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTA

5.1 Conclusiones

- El personal operativo del Área de SETIL tiene una percepción de riesgo en la toma de decisiones al momento de sacar de operación un equipo crítico, por la inestabilidad que esto representa en las diferentes unidades de proceso de Refinería Esmeraldas.

- Este análisis permitió identificar la falta de conocimiento del personal operativo en cuanto a las funciones que en realidad desempeñan los analistas de inspección predictiva del departamento de A.T.P, y la importancia de sus resultados luego de realizar la evaluación a un equipo crítico.

- Se determinó también la falta de talento humano para el desarrollo de las actividades diarias de análisis por cuanto solo dos analistas realizan esta función a tiempo completo.

- Se identificó los procedimientos en los cuales el personal operativo se basa para sacar de servicio un equipo crítico luego del análisis de condiciones operacionales emitido por los analistas de inspección predictiva, tomando en cuenta que no solo el informe es un elemento para tomar esta acción si no también la autorización por parte del departamento de producción.

5.2 Propuesta

5.2.1 Título de la propuesta

Analizar las condiciones operativas a los equipos críticos del área SETIL en Refinería Estatal Esmeraldas para reducir el riesgo de falla funcional total de equipos críticos para evitar la generación de pérdidas de producción en el proceso de refinación.

OBJETIVOS:

- Levantar un registro de historiales que permita visualizar los tiempos de paralización del proceso de refinación.

- Diseñar un instructivo para utilización del software BAKER que indica la condición real de los equipos críticos.

Desarrollo de las acciones

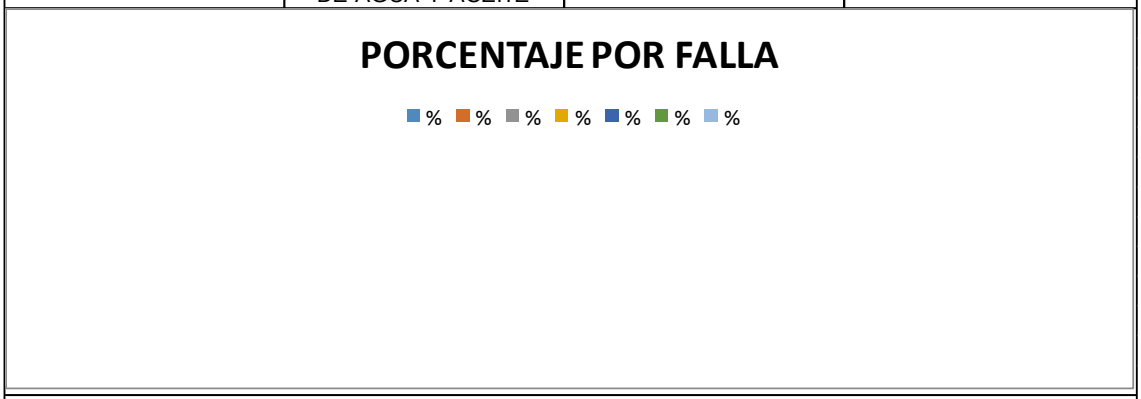
Levantar un registro de historiales que permita visualizar los tiempos de paralización del proceso de refinación.

- Elaborar un cuadro de indicadores para visualizar los tiempos de operatividad de la unidad de procesos.
- Revisar los indicadores que miden el funcionamiento de los equipos críticos.
- Diseñar indicadores que identifiquen los equipos críticos ineficientes y así evitar fallas funcionales, para reducir costos de reparación.
- Diagramar un cuadro de indicadores para comprobación de resultados y que determine los equipos ineficientes para que se tomen acciones correctivas por mantenimiento.

De acuerdo con (Fernández, 2004) la eficiencia de un equipo está íntimamente ligada a la disponibilidad en el proceso de producción, estas etapas debes ser medidas; sean correctivas o de prevención hasta que se entrega al área operativa para continuar con la producción. Luego de este análisis que esta dado en función del tiempo será este quien determine en porcentaje la disponibilidad de los equipos.

Tabla 2 Indicadores de tiempo medio entre fallos (mtbf) por salida de operación de equipos críticos

EPPETROECUADOR			HOJA 1 DE 1
INDICADORES MTBF POR SALIDA DE OPERACIÓN DE EQUIPOS CRITICOS			
FALLAS EN : NOMBRE DEL EQUIPO			
FECHA DE EVENTOS OCURRIDOS	**DESCRIPCION DEL EVENTO**	**NUMERO TOTAL DE EVENTOS**	**PORCENTAJE POR FALLA**
	REVISION Y/O CAMBIO ANUAL		%
	FUGA POR SELLOS		%
	MOTOR ELECTRICO ENGRASE RODAMIETN		%
	MOTOR ELECTRICO QUEMADO		%
	MOTOR ELECTRICO CON RODAMIENTOS MALOS		%
	BOMBA NO GIRA YP7003A		%
	ALTA VIBRACION-FUGA DE AGUA Y ACEITE		%



NOTA: LOS DATOS MOSTRADOS TANTO EN LA TABLA COMO EN EL GRAFICO TIPO PASTEL CORRESPONDE A INFORMACION OBTENIDA DEL MAIN TRACKER Y CORRESPONDEN A LOS ULTIMOS CINCO AÑOS CONTADOS HASTA LA PRESENTE FECHA; ADEMÁS VALE INDICAR QUE LAS ACTIVIDADES DESCRITAS SON LAS DE MAYOR OCURRENCIA DE ACUERDO AL HISTORIAL DE EVENTOS. **MTBF**=NUMERO DE DIAS

Proponer un instructivo para utilización del software BAKER que indica la condición real de los equipos críticos.

Se detalla un procedimiento que debe ser ejecutado por los analistas de inspección predictiva del departamento de A.T.P.

Tabla 3 Procedimientos software Baker

No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
1	Levantar información de datos de los motores eléctricos de la planta.	
2	Elaborar rutas de monitoreo de condición.	Analistas Predictivos
3	Revisar que el equipo y accesorios a ser utilizados en las pruebas estén en buenas condiciones.	
4	Solicitar permisos de trabajo.	Analistas Predictivos
5	Comprobar que la alimentación de voltaje sea la indicada por el fabricante para la alimentación del equipo BAKER.	Analistas Predictivos
6	Revisar que la fuente de alimentación de voltaje para el equipo de testeo eléctrico este efectivamente aterrizada. No se debe proceder con el testeo del equipo critico mientras no se halle una conexión efectiva a tierra.	Analistas Predictivos
7	Verificar los datos característicos de placa del equipo eléctrico a ser testeado en el equipo BAKER Explorer 3000.	Analistas Predictivos
8	Realizar los ajustes respectivos en el BAKER Explorer3000 antes de iniciar el proceso de medición dependiendo de los niveles de voltaje al cual operen los motores eléctricos.	Analistas Predictivos
9	Seleccionar las pinzas amperimétricas y pinzas de voltaje a ser utilizados en la medición de acuerdo a las características de operación descritas en la placa de datos del motor eléctrico.	Analistas Predictivos
10	Colocar las pinzas amperimétricas y de voltaje para la captura de datos desde el CCM con el posicionamiento respectivo indicado por el fabricante para evitar toma de señales erróneas.	Analistas Predictivos
11	Verificar que no existan conexiones erróneas que puedan provocar la avería del equipo de testeo o del equipo a ser testeado.	Analistas Predictivos
12	Verificar el conexionado de pinzas de voltaje y corriente para que no existan conexiones erróneas, esto lo hacemos con ayuda del visualizador del diagrama fasorial del Explorer.	Analistas Predictivos
13	Una vez verificado que los ángulos de desfase corresponden a un desplazamiento normal y verificado las secuencias de fase se procede a correr las pruebas.	Analistas Predictivos
14	Una vez realizadas las pruebas se procede al análisis de todas y cada una de las variables capturadas con el BAKER Explorer3000 para su análisis con la ayuda de software experto y se realizan las respectivas recomendaciones dependiendo del modo de falla y grado de severidad de la condición encontrada.	Analistas Predictivos
15	Una vez analizados los resultados y emitido las respectivas recomendaciones y orden de trabajo en caso sea necesario.	Analistas Predictivos
16	Los resultados de las pruebas se archivan para su control e historial del equipo	Analistas Predictivos

Proceso:

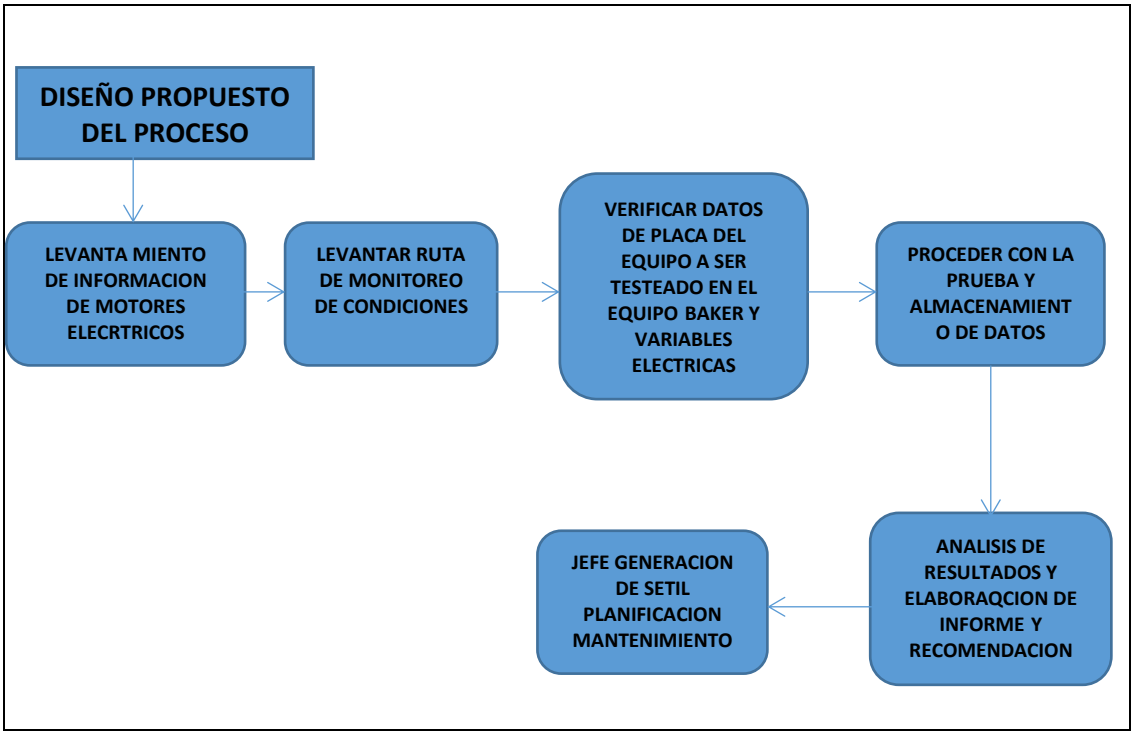


Gráfico 5 Proceso de software Beker

1.-) Levantar información de los datos de los motores eléctricos de la planta

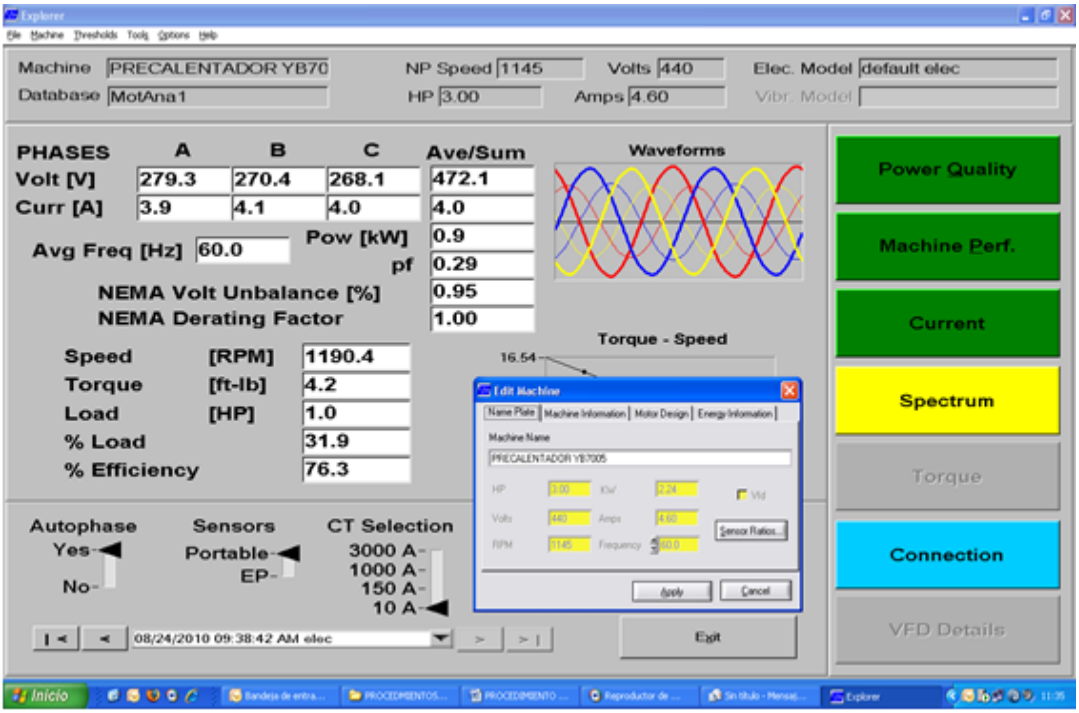


Gráfico 6 Características del Motor Eléctrico

Fuente: BAKER Explorer 3000

2.-) Elaborar rutas de monitoreo de condición

Al igual que la anterior, se deberá mantener actualizada. Los motores eléctricos de media tensión que requieren mayor cuidado en el monitoreo deberán ser ubicados en una ruta crítica.

3.-) Se procede a comprobar que la alimentación de voltaje sea la indicada por el fabricante para la alimentación del equipo de testeo.

4.-) Antes de proceder a correr las pruebas se verifica el conexionado de pinzas de voltaje y corriente para que no existan conexiones erróneas, esto lo hacemos con ayuda del visualizador del diagrama fasorial del Explorer.

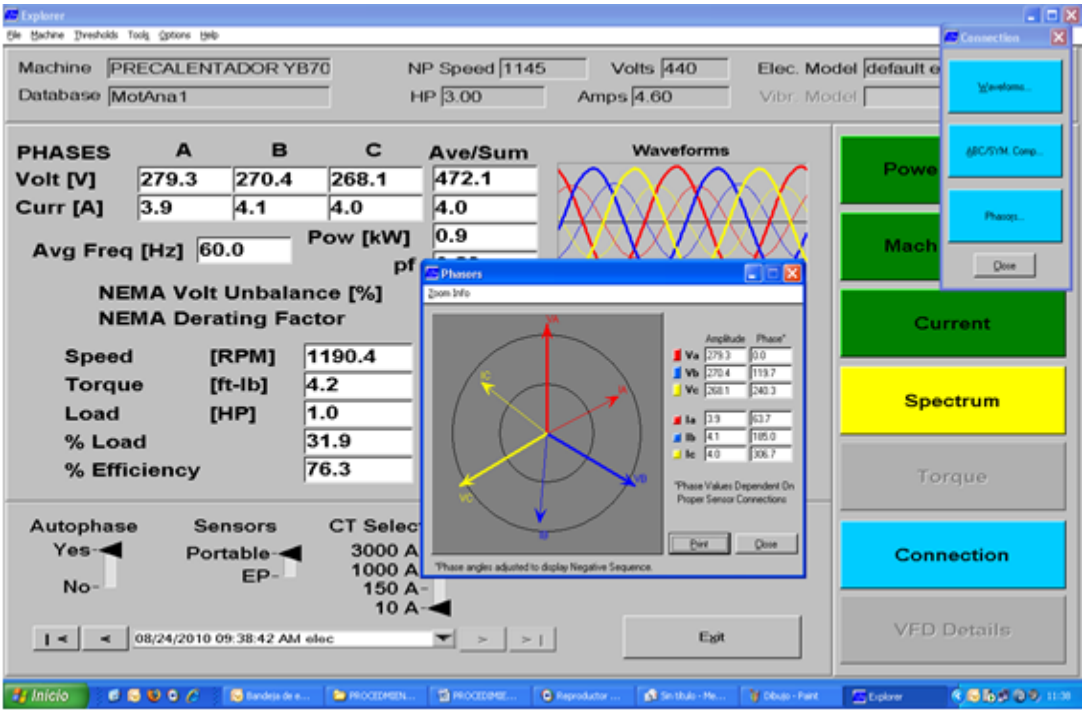


Gráfico 7 Visualizador del Diagrama Fasorial

Fuente: BAKER Explorer 3000

5.-) Una vez realizadas las pruebas se procede al análisis de todas y cada una de las variables capturadas con el Explorer3000 para su análisis con la ayuda de software experto y se realizan las respectivas recomendaciones dependiendo del modo de falla y grado de severidad de la condición encontrada.

Para analizar los espectros de corriente deberá previamente establecer las frecuencias de falla típicas según el tipo de rotor y número de barras, frecuencia de línea, resbalamiento, etc. De esa manera establecer siempre como mínimo en el análisis frecuencias de excentricidad dinámica, saturación, ranurado del rotor, etc.

a.-) Al pulsar en cada uno de los casilleros se desplegara un cuadro de dialogo que permitirá acceder todas las pruebas realizaras según calidad de potencia,

performance del motor, corriente, espectros, torque, conexión, drive de frecuencia variable si fuere el caso.

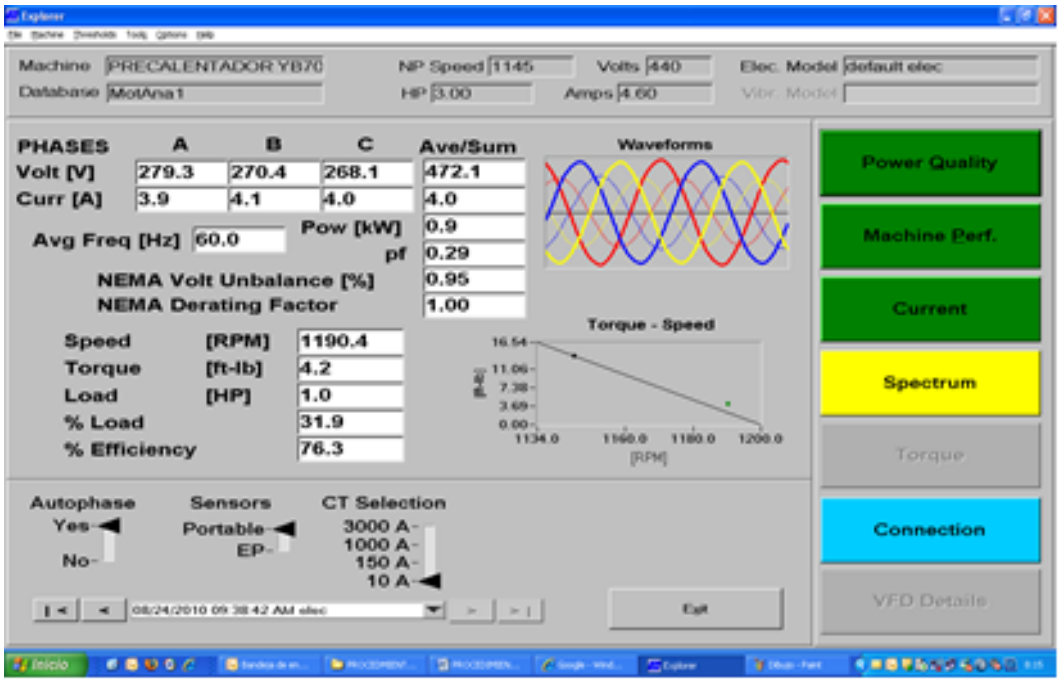


Gráfico 8 Cuadros de Diálogo para Acceder a las Pruebas Realizadas

Fuente: BAKER Explorer 3000

b.-) Matemáticamente para el análisis espectral de corriente previo, deben establecerse las frecuencias de falla típica

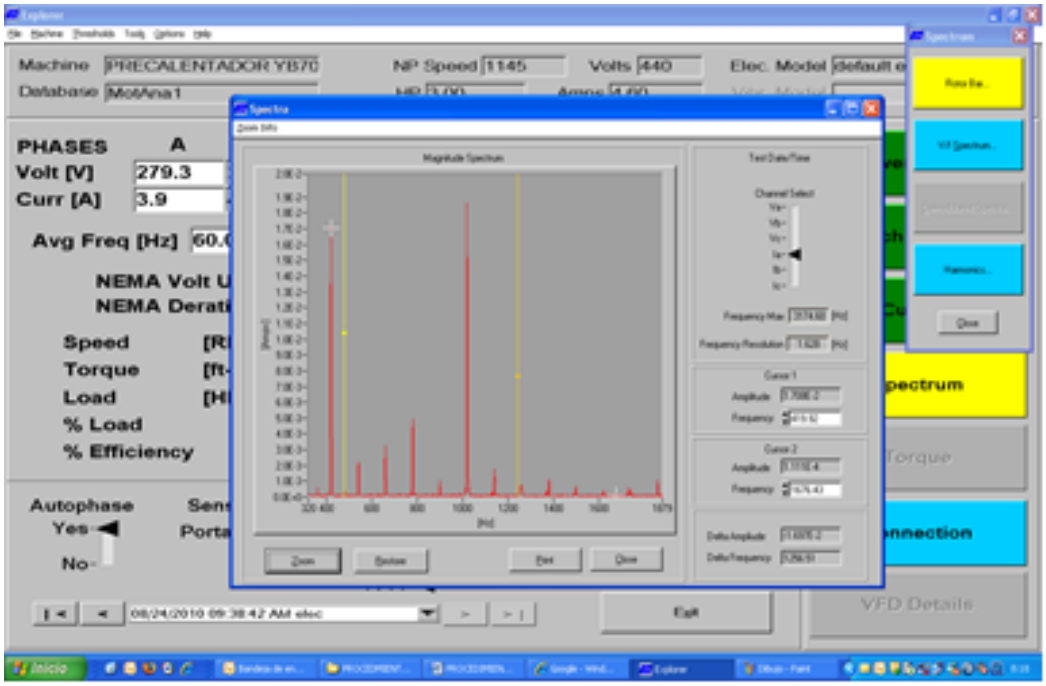


Gráfico 9 Análisis Espectral

Fuente: BAKER Explorer 3000

c.-) En caso de análisis de fallas en rodamientos podrá utilizarse el banco de datos internos del Explorer para visualizar de manera mecánica las frecuencias de falla en pistas internas, externas, canastillas, entre otros.

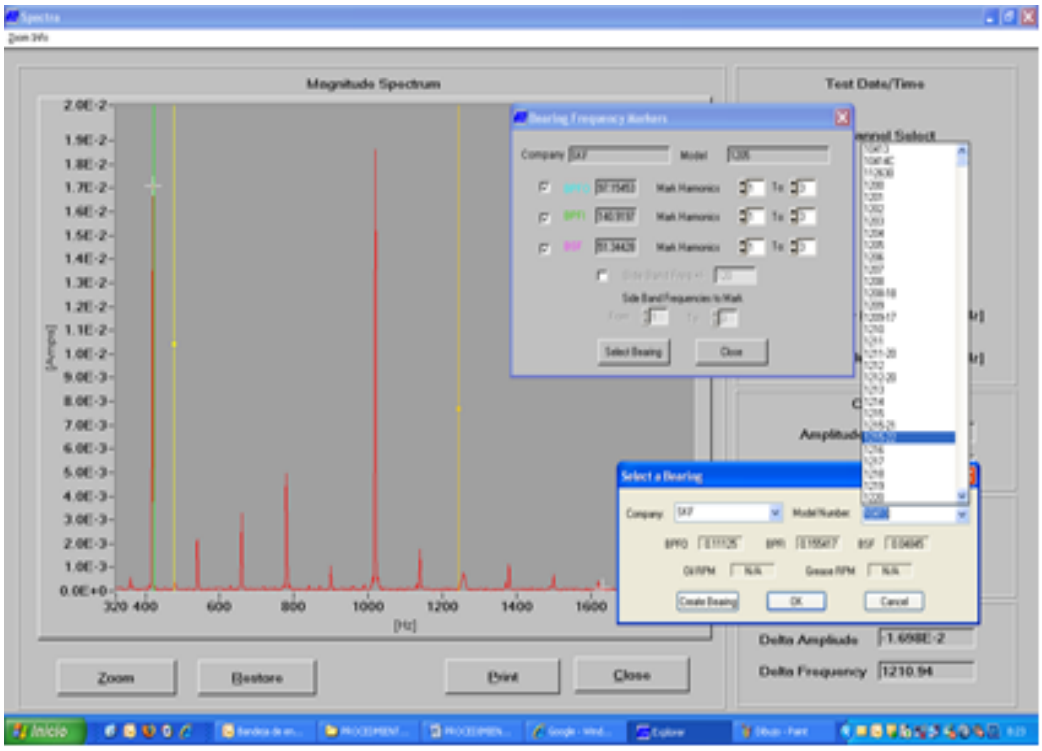


Gráfico 10 Características de frecuencia de falla

Fuente: BAKER Explorer 3000

d.-) Realizar siempre el análisis de nivel de armónicos

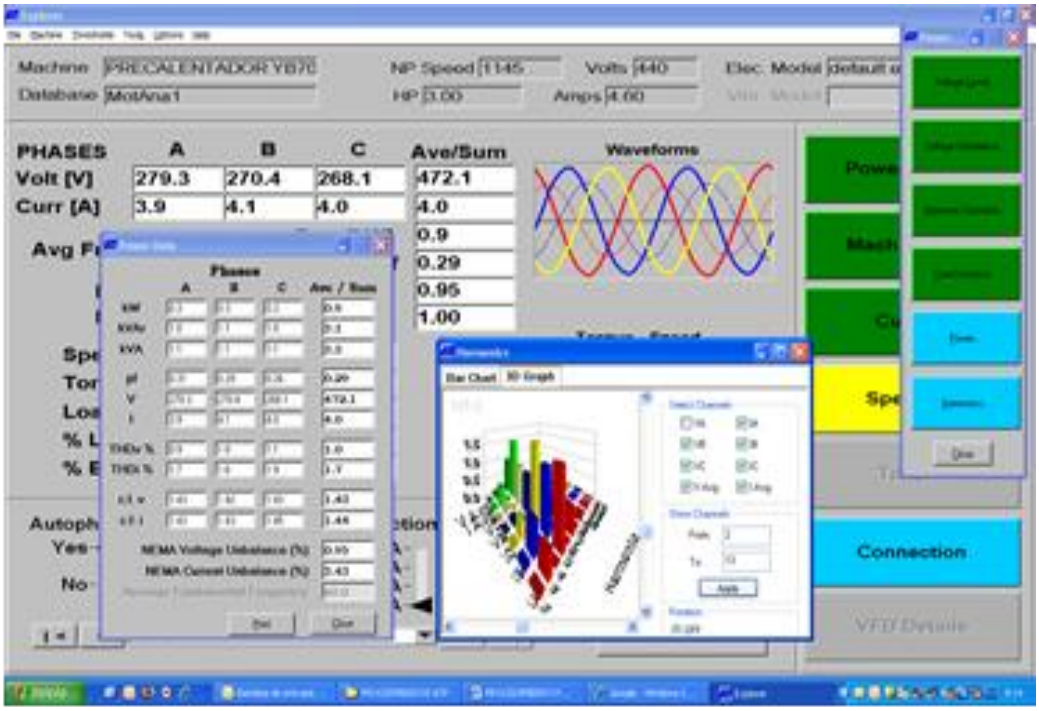


Gráfico 11 Análisis de nivel de armónicos

Fuente: BAKER Explorer 3000

e.-) Se verificará siempre el estado de barras del rotor, mediante el análisis espectral de corriente.

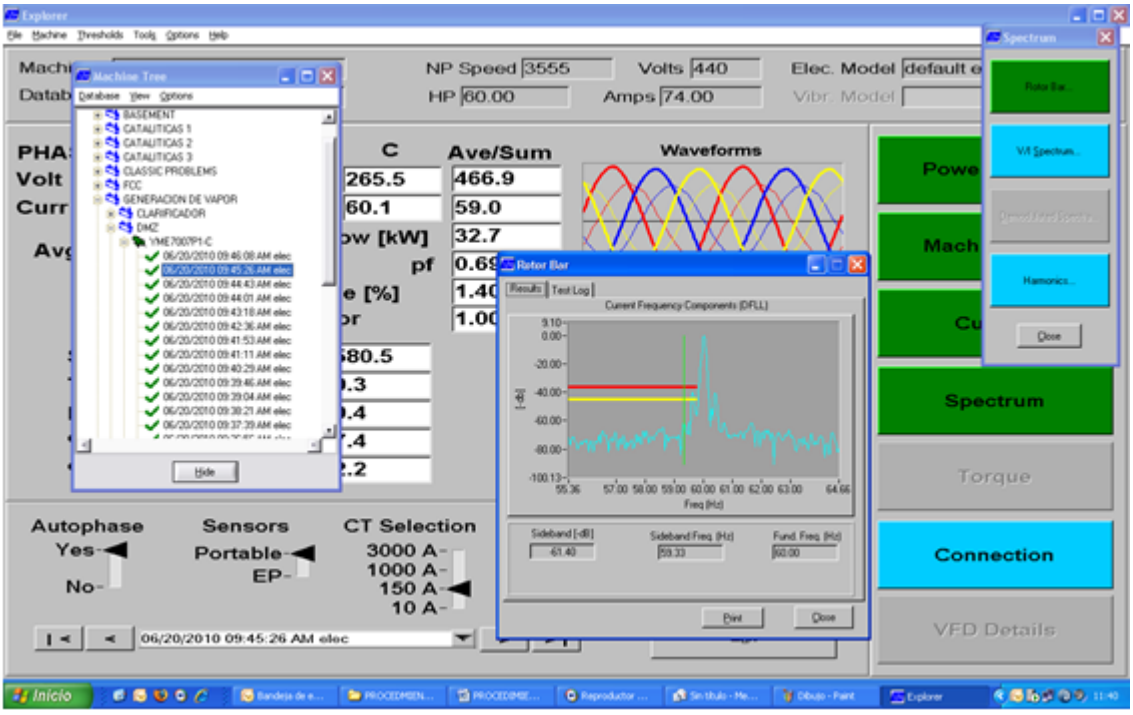
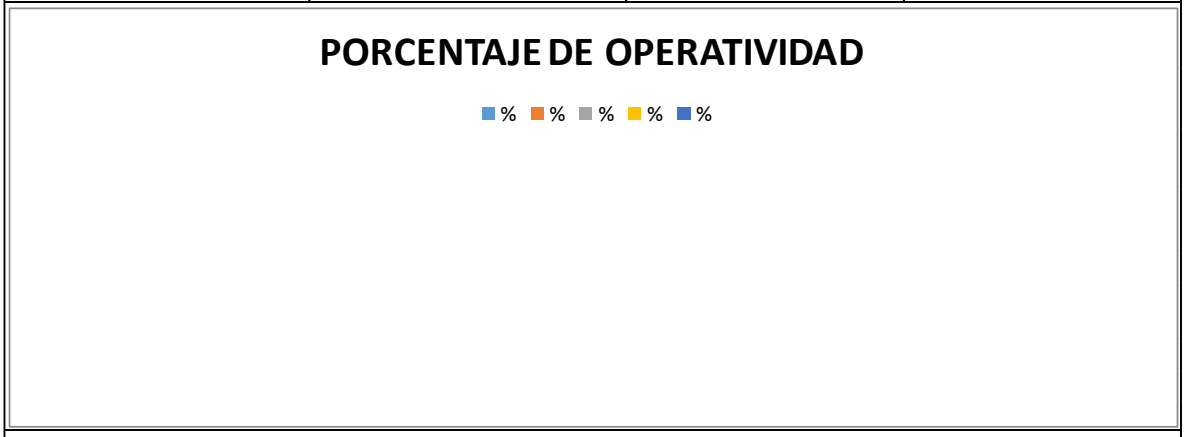


Gráfico 12 Análisis de barras rotas en el rotor

Fuente: BAKER Explorer 3000

Tabla 4 Indicador por salida de operación de Refinería

EPPETROECUADOR			HOJA 1 DE 1
INDICADOR POR SALIDA DE OPERACIÓN DE REFINERIA			
FECHA DEL EVENTOS	**DIAS DE OPERACIÓN**	**DIAS FUERA DE SERVICIO**	**PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD**
AÑO 2011			%
AÑO 2012			%
AÑO 2013			%
AÑO 2014			%
AÑO 2015			%



NOTA: LOS DATOS MOSTRADOS TANTO EN LA TABLA COMO EN EL GRAFICO TIPO PASTEL CORRESPONDE A INFORMACION OBTENIDA DEL ISERVER Y CORRESPONDEN A LOS ULTIMOS CINCO AÑOS CONTADOS HASTA LA PRESENTE FECHA.

Referencias

Améndola, L. (2002). Aplicación de la confiabilidad de la gestión de proyectos en paradas de plantas químicas, Papers VI Internacional Congreso on Project Engineering, AEIPRO, ISBN 84-600-9800-1, pp. 154, Barcelona, Spain, Octubre 2002.

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf

Asamblea Constituyente. (2008). Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública. . Recuperado de http://portal.compraspublicas.gob.ec/compraspublicas/taxonomy/term/213

Beltrán Sanz, J. &. (2002). Guía para la gestión basada en procesos. Sevilla: AIT.

Consejo de participación ciudadana y control social. (2011). Ley Orgánica de empresas públicas. Recuperado de http://www.cpccs.gob.ec/docs/normativaDocs/666.pdf

Cuatrecasas, L. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexibles. Barcelona - España: Profit.

Cuatrecasas, L. (2012). Gestión de la producción. Modelos Lean Management: Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

David, Fred R. (2003). Conceptos de administración estratégica. México. PEARSON EDUCACIÓN.

Del Castillo-Serpa A. M., Brito-Ballina M. L., Fraga-Guerra E. (2009). Análisis de criticidad personalizados. Revista Ingeniería Mecánica. Vol. 12. Nó.3, septiembre-diciembre de 2009, pag. 1-12 ISSN 1815-5944. Recuperado de

http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/viewFile/72/395

Fernandez, F. J. (2004). Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. Madrid- España: Fundación Confemetal.

Harper, E. (2009). Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica. Mexico: Autor- Editor.

López, I. G. (2007). Evaluación y Mejora Continua . Bloomington- Indiana - U.S.A: Author- House.

Manríquez, J. (2015, Septiembre). Evaluación de riesgo de sistemas ininterrumpidos de potencia eléctrica en una refinería de petróleo. Researchgate, DOI: 10.13140/RG.2.1.4797.2323.

Méndez, R. y Rosero, E. (2010). *Tendencias vibracionales para la determinación de fallas en los equipos críticos del área de procesos de la planta Parsons de la refinería la libertad.* Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba.

Ministerio de Hidrocarburos. (1989). Codificación de la ley de hidrocarburos. Recuperado de http://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/LEY-DE-HIDROCARBUROS.pdf

Pesántez, A. (2007). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil.

PETROECUADOR (2010). La institución. [Web log post]. Recuperado de http://www.eppetroecuador.ec/?p=1936.

PETROECUADOR (2010). La institución. [Web log post]. Recuperado de http://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/estructura-Organizacional-Web2.pdf

PETROECUADOR (2010). La institución. [Web log post]. Recuperado de http://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Memoria-de-sostenibilidad-Refiner%C3%ADa-Esmeraldas.pdf

Refinería Estatal Esmeraldas. (2008). *Control de inventario de repuestos*. S/N. Recuperado de http://eppintranet.eppetroecuador.ec/idc/groups/public/documents/archivo/ep002703.pdf

Reliabilityweb (2010). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Fort Myers, F. USA. Recuperado de http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope

Salgueiro, A. (2001). Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando. Madrid-España: Ediciones Díaz de santos S.A.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. Recuperado de http://www.planificacion.gob.ec/biblioteca/

Tamaríz, M. (2014). Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca.

Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera & Crespo (2013, abril). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare, revista chilena de ingeniería*. Vol. 21 no.1.Arica. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011

Zavala, L. (2013). Integridad mecánica de equios críticos para seguridad de procesos. Conferencia llevada a cabo en el congreso *5th CCPS Latin American Conference on Process Safety*. Cartagena de Indias. Colombia.

Anexos

ANEXO 1

ENTREVISTAS A TRABAJADORES DEL ÁREA DE MONITOREO DE CONDICIONES EN LA UNIDAD DE A.T.P

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN

1) ¿Cómo define el Área de SETIL en Refinería Esmeraldas?

2) ¿Qué sucedería si se suspende el servicio de energía eléctrica? ¿Saldrían de operación los equipos?

3) ¿Qué pasaría si no se realiza el monitoreo de condiciones a los equipos críticos?

4) ¿Cómo se determina el tiempo de vida útil de un equipo critico?

5) ¿Qué acciones se toman luego de detectada la anomalía en un equipo critico?

6) ¿Influye la calidad de energía en el funcionamiento óptimo de un equipo crítico y por qué?

7) ¿Qué impacto en el ambiente genera la salida de operación de un equipo critico?

8) ¿Qué se está haciendo para disminuir al mínimo las paralizaciones inesperadas de los equipos críticos?

ANEXO 2

ENTREVISTAS A TRABAJADORES DEL ÁREA OPERATIVA DE LA UNIDAD DE SETIL

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN

1. ¿Cómo define el Área de SETIL en Refinería Esmeraldas?

2) ¿Cuáles serían los eventos no deseados en la operación de los equipos críticos? ¿En arranques o parada de plantas? ¿En los mantenimientos emergentes?

3) ¿Cuál podría ser el peor evento causado por equipo critico en el proceso de producción?

4) ¿Están capacitados adecuadamente para responder a alguna emergencia provocada por un salida inesperada de un equipo critico?

5) ¿Qué eventos han ocurrido en el pasado, asociado a los equipos críticos?

6) ¿Qué pasa si se suspende el servicio de energía eléctrica? ¿Saldrían de operación los equipos?

7) ¿Qué acciones se deben de aplicar cuando está en riesgo la continuidad operativa, por mal funcionamiento en un equipo crítico?

8) ¿Considera necesario mayor capacitación para simular situación de emergencia y poder actuar eficazmente en un posible mal funcionamiento de un equipo critico?