

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**SEDE ESMERALDAS**



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADOS**

**TEMA:**

ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INDICADOR EPR EN LA UNIDAD  
CATALÍTICAS 2 EN REFINERÍA ESMERALDAS

**AUTOR:**

Ing. Juan Fernando Calle de la Torre

**ASESORA DE TESIS:**

Mgt. Roxana Benites Cañizares

Esmeraldas – Ecuador

Agosto 2016

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

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

TEMA: ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INDICADOR EPR EN LA  
UNIDAD CATALÍTICAS 2 EN REFINERÍA ESMERALDAS

Autor: Juan Fernando Calle de la Torre

Mgt. Roxana Benites f.....

DIRECTOR DE TESIS

Mgt. Mercedes Sarrade f. ....

LECTOR 1

Mgt. José Luis Vergara f.....

LECTOR 2

Mgt. Mercedes Sarrade f.....

COORDINADORA DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

Mgt. Maritza Demera Mejía, f.....

SECRETARIA GENERAL PUCESE

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, Juan Fernando Calle de la Torre, portador de la cédula de ciudadanía N° 1719889279 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de MASTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN son absolutamente originales, auténticos y personales.

En la virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y 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.

Juan Fernando Calle de la Torre

CI 1719889279

## **CERTIFICACIÓN**

Yo, Roxana Benites en calidad de Directora de Tesis, previo a la obtención del grado Académico de Magister en Administración de empresas mención Planeación, certifico:

Que El Ing. Juan Fernando Calle de la Torre, autor de la tesis titulada “ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INDICADOR EPR EN LA UNIDAD CATALÍTICAS 2 EN REFINERÍA ESMERALDAS”. Ha sido revisada e incorporado todas las sugerencias realizadas en la sustentación privada, en todos sus componentes, la misma que está apta para la presentación y sustentación pública, por lo que se autoriza su presentación formal ante el tribunal respectivo.

Mgt. Roxana Benites Cañizares.

DIRECTORA DE TESIS

## **DEDICATORIA**

A mis padres que durante todo este tiempo me han ayudado a continuar con el desarrollo de mi vida profesional y en ser cada día mejor persona.

A mis hermanos que me colaboraron con sus vastos conocimientos en administración de empresas para resolver mis inquietudes que se generaban durante el transcurso del desarrollo de la tesis.

A mí prometida Karlita Mercado, quien con paciencia y continuidad, me acompañó en todo momento en la elaboración del trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Esmeraldas, por brindarme las herramientas necesarias para aprender un tema tan importante como es la administración de empresas.

Agradezco a todos los profesores quienes estuvieron pendientes en todo momento brindando las pautas necesarias para desarrollar el presente trabajo de investigación con calidad.

Agradezco a todo el pueblo esmeraldeño por la acogida que me ha brindado en todo momento desde que establecí mi vivienda en Tonsupa.

## RESUMEN

Refinería Esmeraldas cuenta con el indicador de productividad (EPR) que se utiliza para cuantificar la remuneración variable de los servidores públicos, así como también cuenta con la matriz de valoración de riesgos (MVR), la cual clasifica un riesgo o incidente en función de su complejidad. Por ello, esta investigación tiene como objetivo comparar los resultados de los dos indicadores y aplicar los resultados para el mejoramiento de la productividad de la unidad Catalíticas 2. La metodología desarrollada se basó en realizar matrices y ponderaciones, las mismas que identificaron las restricciones operativas consideradas como riesgos para la producción, los bienes de la planta y el personal operativo. En base a lo anterior se validó la aplicación de los dos indicadores para identificar al compresor P2C01, como el equipo de mayor criticidad, ya que los resultados de las matrices, reportaron un valor de “alto riesgo”, ahora bien, ese análisis se lo realizó para 10 equipos considerados como críticos en el año 2014, desarrollándose como línea base el estado actual de los equipos y sustento para los próximos planes de mantenimiento.

**PALABRAS CLAVE:** refinación de petróleo / indicadores de productividad / restricciones operativas

## **ABSTRACT**

Refinery Esmeraldas has the productivity indicator (EPR) used to quantify the variable remuneration of public employee, so it has the risk assessment matrix (MVR), which classifies a risk or incident based on their complexity. Therefore, this research aims to compare the results of the two indicators and apply the results to improve productivity Catalytic unit 2. The methodology was based on development matrix, the same as identified operational restrictions regarded as production risks, property plant and operational staff. The application of the two indicators are validated to identify the compressor P2C01, as the machine most critical, since the results of parent, reported a value of "high risk", however, this analysis it made for 10 critical in 2014, developed as a baseline the current state of equipment and support for the next maintenance plans

**KEYWORDS:** oil refining / productivity indicators / operating restrictions

## Índice

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
Índice.....	ix
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
Introducción .....	1
1.1 Justificación .....	2
1.2 Marco teórico de la investigación.....	3
1.2.1 Fundamentación teorica /conceptual.....	3
1.2.1.1 Indicadores de Gestión.....	3
1.2.1.2 Proposición de indicadores y Metas.....	4
1.2.1.3 Fundamentos del GPR y EPR.....	5
1.2.1.4 Teoría de Restricciones.....	5
1.2.1.5 Matriz de Valoración de Riesgos (MVR) para Refinería Esmeraldas.....	6
1.2.1.5.1 Metodología de la Matriz de valoración de Riesgo (MVR).....	7
1.2.2 Fundamentación legal.....	8
1.2.3 Revisión de estudios previos.....	9
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo principal.....	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO II.....	11
MATERIALES Y MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.1 Metodos usados en la investigación.....	11
2.2 Universo de la muestra.....	11
Tabla2.2-1 Descripción de equipos críticos sometidos a la investigación.....	1

2.3 Instrumentos.....	12
Tabla 2.3-1 Programación de la Producción unidad Catalíticas 2 año 2015.....	13
Tabla 2.3-2 Tiempo Empleado por mantenimiento para equipos crítico.....	14
Tabla 2.3-3 Disponibilidad Operativa de la unidad catalíticas 2.....	15
Tabla 2.3-4 Ponderación del Impacto generado por la restricción hacia las personas.....	16
Tabla 2.3-5 Claves de valoración según la consecuencia.....	16
Tabla 2.3-6 Ponderación del Impacto generado por la restricción hacia el ambiente.....	17
Tabla 2.3-7 Claves para la valoración según ponderación.....	17
Tabla 2.3-8 Ponderación del Impacto generado por la restricción hacia la producción.....	18
Tabla 2.3-9 Claves de valoración según la consecuencia.....	18
Tabla 2.3-10 Ponderación del Impacto generado por la restricción al ambiente	19
Tabla 2.3-11 Claves de valoración según la consecuencia.....	19
Tabla 2.3-12 Cálculo de la probabilidad de Ocurrencia.....	20
Tabla 2.3-13 valoración de la probabilidad de Ocurrencia.....	21
Tabla 2.3-14 Tabla de valoración según la probabilidad.....	21
CAPITULO III.....	22
ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	22
3.1 Análisis de la muestra.....	22
3.1 Análisis y descripción de los resultados.....	22
Tabla 3.2-1 Tabla de Resultados.....	23
Tabla 3.2-2 Ponderación cuantitativa de las consecuencias.....	24
Tabla 3.2-3 Valores de Severidad de Ocurrencia.....	25
Tabla 3.2-4 Valores para el eje y de la matriz de valoración de riesgos.....	25
Tabla 3.2-5 Resultados de la valoración de la restricción operativa.....	26
CAPÍTULO IV.....	27
DISCUSIÓN.....	27
CAPITULO V.....	28
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....	28
5.1 Conclusiones.....	28
5.2 Propuestas.....	29
	10

GLOSARIO.....30  
REFERENCIAS.....32  
ANEXOS.....35

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Refinería estatal Esmeraldas constituye la planta de refinación de petróleo más grande del país, con una capacidad de 110.000 barriles por día (BPD). Fue fundada en el año 1974 con tecnología de UOP (United Oil Petroleum) y construida por la empresa japonesa Simutomi Chiyoda.

Dentro del campo de refinación de petróleo se empieza a trabajar con indicadores capaces de cuantificar factores de eficiencia y productividad, por ello el 30 de noviembre del 2010 la secretaria nacional de la administración propone la “*Norma técnica de implementación y operación de la metodología y herramienta de gobierno por resultados*” (GPR gobierno por resultados). La cual expone que se debe implementar para poder valorar la eficiencia de los servidores públicos. “[ CITATION MarcadorDePosición3 \l 12298 ]”.

En el año 2012 EP Petroecuador contrató a la empresa mexicana *e-Strategia Consulting Andes*, para desarrollar un software capaz de manejar información necesaria para que el indicador de gestión (EPR), sea confiable para las gerencias de refinación, mantenimiento y proyectos.

Según el acuerdo N°366, el Ministerio de Relaciones Laborales en el Art. uno indica: “esta norma tiene por objeto establecer el sistema de indicadores para el cálculo y pago de la remuneración variable por eficiencia a las y los servidores que ocupen puestos de carrera a través de nombramientos o contratos de servicios ocasionales” [CITATION MIN12 \l 12298 ]. Es decir, el indicador de productividad EPR tenía aplicación únicamente para el cálculo de la remuneración de los trabajadores. Por tal razón, esta investigación, tiene como objetivo encontrar los fundamentos necesarios para comparar dos indicadores de productividad (EPR) y la matriz de riesgo (MVR) para identificar y evaluar

restricciones operativas, y posteriormente mitigar las fallas mecánicas, mediante el uso de matrices ya establecidas y realizando ponderaciones y teoría de probabilidad, y así estructurar una línea base útil para la planificación de mantenimientos a futuro en la unidad Catalíticas 2.

## **1.1 Justificación**

Con ayuda de los indicadores del EPR se puede identificar los meses con menor producción en el año de la unidad Catalíticas 2. Los datos necesarios para implementar la investigación son muy factibles de obtener en los reportes de la unidad de Programación de la Producción (carga real procesada)

Mediante la generación de un banco de información de los equipos críticos de paros emergentes, se puede definir las restricciones operativas y elaborar un plan de acción que beneficiará de manera directa al personal del departamento de mantenimiento en identificación y ejecución de los trabajos a realizar durante el paro programado de la unidad Catalíticas 2.

Después de evaluar los resultados del indicador EPR y de la matriz de valoración de riesgos, hay que priorizar los trabajos de mantenimiento en los equipos según la incidencia en la operatividad y la probabilidad de daño.

Cumpliendo el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen vivir, apoyamos a la soberanía de Ecuador respecto al cuidado de su biodiversidad y al uso sostenible del patrimonio natural al reducir los paros emergentes, disminuir los impactos ambientales y el uso excesivo de energía no renovable.

## **1.2 Marco Teórico de la Investigación**

### **1.2.1 Fundamentación Teórica / Conceptual**

#### **1.2.1.1 Indicadores de Gestión**

“Los indicadores de gestión constituyen los signos vitales de la organización” [CITATION Jar98 \l 12298 ], y su continuo monitoreo permite identificar a tiempo la existencia fallas operativas o mecánicas en la empresa, antes de que estas afecten los márgenes de ganancia.

“Un indicador es una relación de dos actividades que deben evaluarse de una manera analítica y no solamente tomar fríamente su valor y realizar comparaciones” [ CITATION Ger06 \l 12298 ]. Mediante el análisis de resultados se puede identificar restricciones de productividad y posteriormente evaluar la implementación de las buenas prácticas en función de las metas propuestas.

No existe procedimiento establecido en el campo de los indicadores, pero es aconsejable elegir una meta que sea tangible y realizable de acuerdo a las características actuales de la empresa, y así los resultados generados puedan reflejar adelantos o mejoras de acuerdo a la escala que representan. De la misma manera no se recomienda metas que sean extremadamente fáciles, debido a que el indicador jamás revelara problemas en la empresa, es decir que todo estará bien siempre.

Según Jesús Beltrán en su libro “Indicadores de gestión”, afirma que para que un indicador se encuentre bien elaborado debe tener las siguientes partes:

- Nombre: constituye como se lo conoce al indicador
- Forma de Calculo: Se debe generar una fórmula que sea acorde con la realidad operativa y refleje un dato real.
- Unidad (porcentaje es la más común %)
- Glosario (una pequeña explicación).

Un indicador se lo clasifica según los siguientes factores:

**Su naturaleza:** Los indicadores pueden clasificarse de acuerdo al tipo de factor que se está midiendo, es decir “que encontraremos indicadores de efectividad, de eficacia (resultados, calidad, satisfacción al cliente, de impacto), de eficiencia (actividad, uso de capacidad cumplimiento de programación), de productividad” (Jaramillo, 1998, p. 42)

**Vigencia:** Pueden ser temporales como puede ser el caso de un proyecto donde se conoce el tiempo de inicio y fin del proyecto, pero también puede ser permanente por ejemplo la productividad operativa de una empresa.

**Valor agregado:** “consiste en una representación de todos los factores que se toman en cuenta cuando se elige una decisión.”. (Jaramillo, 1998, p. 42)

### 1.2.1.2 Proposición de indicadores y metas

“Todo componente (también, los objetivos específicos) debe estar asociado con un enunciado de meta a alcanzar (resultados).” [ CITATION Sup04 \l 12298 ]. Por ello al definir objetivos en la empresa, se pueden definir metas a largo plazo que ayuden a cuantificar los avances operacionales, estructurales ya sea a corto o a largo plazo.

Las metas a partir de los resultados deben contener:

- Un enunciado del resultado a lograr
- La población que se atenderá
- La delimitación geográfica
- El tiempo en que se espera lograrlo

### **1.2.1.3 Fundamentos del GPR y EPR**

La operación de la metodología de gobierno por resultados se refiere a la “gestión y actualización continua de todos los elementos de la jerarquía de planes del modelo GPR en el portal GPR de la institución incluyendo la construcción, aprobación, cierre actualización y cambio de los planes estratégicos los planes operativos, los proyectos y los procesos.” (Secretaría Nacional de la Administración Pública, 2008, p. 10).

Al poseer una “estructura por niveles, es flexible y se puede adecuar a las estructuras organizacionales de las instituciones, esta flexibilidad permite que en el mismo sistema puedan convivir instituciones con diferente complejidad cada una” (S.A, e-Strategia Consulting group, 2012, p. 35).

El GPR se lo puede aplicar mediante el EPR en el campo de Productividad operativa de la unidad Catalíticas 2. Para ello el software requiere las metas mensuales y acumuladas en función de su máxima capacidad operativa.

### **1.2.1.4 Teoría de Restricciones**

Es también conocida como la Teoría de las Limitaciones. Fue desarrollada por el Doctor Eliyahu M. Goldratt en su libro la meta. Esta teoría estudia “un conjunto de metodologías que ayuda a identificar aquellos impedimentos que dificultan la consecución de los objetivos fijados. Se trata pues de un sistema de mejora continua a implementar en una organización con problemas de desarrollo o productividad” [ CITATION Chr14 \l 12298 ].

### 1.2.1.5 Matriz de Valoración de Riesgos (MVR) para Refinería Esmeraldas

Desde el año 2013, la empresa KBC advanced technologies. INC. Fue contratada por EPPetroecuador como consultora y promotora de planes de mejora continua, mediante el contrato denominado “Plan de mejores prácticas PMP”.

Dentro del plan de mejoras se encuentra la matriz de valoración de riesgo la cual fue aprobada por el Subgerente de Operaciones y Superintendente de Refinería Estatal Esmeraldas vigentes en el año 2014, la cual se fundamenta en estudios probabilísticos de ocurrencia de un suceso que ponga en riesgo las actividades de operación de la refinería, y sus consecuencias potenciales (Riesgo a la persona, ambiente, producción e imagen empresarial). Para después mediante dos ejes cartesianos generar un valor cualitativo al suceso o riesgo.

**Gráfico 1.2.5-1 Matriz de valoración de riesgo**

		Personas	Ambiente	Producción	Imagen	Probabilidad de Ocurrencia*				
<b>Severidad de Consecuencia Potencial</b>	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/ inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional				Alto	
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional			Medio		
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local		Tolerable			
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K - 500K)	Impacto Interno	Bajo				
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto					
Montos en US\$: K-miles, M-millones						<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
*Probabilidad de ocurrencia en el plazo analizado:						<0.1%	0.1-1%	1-10%	10-80%	>80%
1. Para paros programados es la próxima corrida						Improbable	Raro	Poco probable	Probable	Muy Probable
2. Para mantenimiento de rutina es el plazo máximo de entrega acordada										

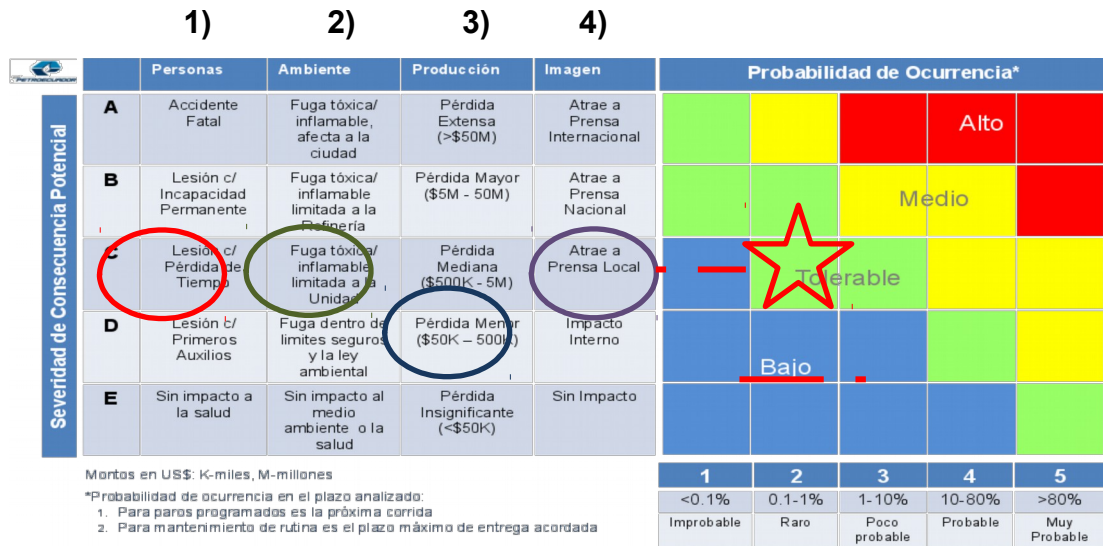
#### 1.2.1.5.1 Metodología de la Matriz de valoración de Riesgo (MVR)

Para estudio se va a simular ***un incendio en la unidad de Catalíticas 2 el cual produjo quemaduras de un operador, cinco días de paro de la unidad y fue transmitido por la radio regional “La Voz de su Amigo” REE reportó un estimado de 4 incendios en el transcurso del año.***

- 1) **Riesgo a las personas** calificación “C” debido a que no hubo accidente fatal ni incapacidad únicamente quemaduras de 1ro y 2do grado.
  
- 2) **Riesgo al ambiente** calificación “C” debido a que fue un incendio controlado en la unidad.
  
- 3) **Riesgo a la producción** calificación “D” debido a que la unidad tiene un lucro cesante de 50000 usd por día. Al ser cinco días las pérdidas económicas equivalen a 250000 usd.
  
- 4) **Afectación a la imagen empresarial** calificación “C” debido a que atrajo a la prensa local “la voz de su amigo”
  
- 5) **Probabilidad de ocurrencia:** ocurrió en cuatro ocasiones de 365 días por ello la probabilidad es del 1.19%.

RESULTADO: el riesgo evaluado es “**TOLERABLE**”

**Gráfico 1.2.1.5.1-1 Resultados (MVR)**



**1.2.2 Fundamentación Legal**

5))

La investigación se fundamenta en la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 227 determina que la administración pública constituye un servicio a la colectividad que rige por los principios de eficacia, eficiencia calidad, jerarquía descentralización, coordinación, participación, planificación transparencia y evaluación

“El tercer inciso del Art. 51 de la Ley Orgánica del Servicio Publico dispone que la Secretaria Nacional de la Administración Publica establece políticas, metodología de gestión institucional y herramientas”

“El Decreto ejecutivo N°555 publicado en el suplemento del registro oficial N° 331 del 30 de Noviembre del 2010, dispone la implementación *del proyecto Gobierno por Resultados GPR*, en todas las instituciones de la administración pública”.

El acuerdo ministerial N°366, el Ministerio de Relaciones Laborales en el Art. 1 indica que “esta norma tiene por objeto establecer el sistema de indicadores para el cálculo y pago de la remuneración variable por eficiencia a las y los servidores que ocupen puestos de carrera a través de nombramientos o contratos de servicios ocasionales” (Ministerio de Relaciones Laborales “Pago de remuneración variable por competencias 2012.”)

En el Reglamento a las Reformas a la ley de Hidrocarburos, 2010, decreto ejecutivo #546, en la política Hidrocarburífera Art.18 numeral 7 que indica: “Determinar parámetros e indicadores para el seguimiento, evaluación de la gestión de las empresas públicas en el sector hidrocarburífero...”

### **1.2.3 Revisión de estudios previos**

La aplicación de indicadores de gestión dentro del campo de la explotación y refinación de hidrocarburos, constituye una herramienta fundamental para evaluar el cumplimiento de las metas corporativas respecto a productividad y márgenes de ganancia.

Los indicadores de gestión según Rodríguez en su publicación, Gestión de Mantenimiento en una Refinería, hace referencia a los costos que se generan al producir un barril de crudo procesado. Este indicador señala que “al disminuir el costo de refinación, aumenta el margen de utilidad.”[ CITATION Rod05 \l 12298 ]. El objetivo fundamental de una empresa es generar utilidad, y los indicadores son los responsables de evaluar si se cumplen o no los objetivos empresariales.

En el campo de refinación es muy utilizado el “Índice de Complejidad de Nelson”, el mismo que permite realizar una comparación entre costo y complejidad de una planta de refinación específica, en comparación de los recursos utilizados y la complejidad de operar una unidad de destilación de

crudo. Con los resultados obtenidos se manejan índices que evalúan la eficiencia de costos de producción y del aprovechamiento de la materia prima.

A inicios del año 2014 la empresa pública Petroecuador, firmó contrato con la empresa internacional Solomon Associates para que brinde asesoría técnica mediante “un enfoque único para la evaluación comparativa, análisis de datos, y servicios de consultoría de mejora de rendimiento de los activos energéticos de capital intensivo en industrias clave (refinado, productos químicos, tuberías, terminales, generación de energía y talento humano).”[CITATION HSB14 \l 12298 ]. Para ello la empresa Solomon utiliza modelos matemáticos patentados, con los cuales a fin del período de evaluación, era entregado a EPPetroecuador un informe con índices los cuales evaluaban el funcionamiento de Refinería Esmeraldas, como conjunto e individualmente como unidades de proceso por separado. Dicho informe reportó datos importantes respecto a las pérdidas energéticas así como identifico un excedente el tiempo de mantenimiento de las unidades.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar los resultados del indicador EPR y la Matriz de valoración de riesgos (MVR) correspondientes al año 2014, para considerar estrategias operativas que garanticen la continuidad operativa de la unidad Catalíticas 2 para el año 2015.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información donde esté detallado el historial de daños en los equipos críticos de la unidad Catalíticas 2.

- Describir los indicadores para poder evaluar los meses de producción bajos e identificar las razones potenciales y mitigar.
- Señalar la aplicación de la matriz de valoración de riesgos para la identificación de restricciones operativas.

## **CAPÍTULO II**

### **MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 Métodos usados en la investigación**

La metodología constituye en el diseño de investigación no experimental debido a que los datos obtenidos son en base a reportes mensuales que emite el departamento de programación de la producción (PROPRO) de refinería Esmeraldas que tiene información de la cantidad de nafta pesada procesada mensualmente por la unidad Catalíticas 2 durante el año 2014.

Otra fuente de información constituyen los reportes mensuales de operación que contiene información de los equipos que tuvieron dificultades durante el mes y el tiempo que requirió el mantenimiento.

La investigación es de tipo descriptivo, ya que los datos requeridos se obtendrán de reportes históricos de los paros emergentes de la unidad. Con ello se conocerá los causales más comunes de fallas y así poder identificar las restricciones operativas de la planta de procesamiento de nafta pesada.

#### **2.2 Universo y muestra**

La Unidad Catalíticas 2 de Refinería Esmeraldas fué el lugar de investigación, la cual está conformada por dos plantas industriales: la unidad HDT (hidrodesulfuradora de nafta pesada) y la unidad Octanizing (producción gasolina de alto octano). Tiene como capacidad 13000 BPD y 10000 BPD respectivamente.

El método de investigación constituye al método deductivo, es decir en base a los resultados expuestos por el EPR y sumado con los valores históricos de la unidad respecto a los equipos críticos, se expresan los resultados y posteriormente las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se escogió nueve equipos considerados como críticos por medio de los informes mensuales de operación.

**Tabla2.2-1** Descripción de equipos críticos sometidos a la investigación

<b>N</b>	<b>EQUIPO CRÍTICO</b>	<b>CLASE</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>FALLAS MECANICAS COMUNES</b>
1	P2C01	Compresor	Compresor centrífugo de hidrógeno a baja presión, para la zona de reacción de reformado	Daños en los cojinetes, se desalinean los ejes, daños internos en sellos
2	P2C02B	Compresor	Compresor reciprocante que maneja Hidrógeno a alta presión	Vibraciones, altas temperaturas
3	P1E05	Aeroenfriador	Enfría la nafta de 125°C a 60°C	rotura de los tubos, daños en el ventilador
4	P1E07	Intercambiador	Enfría la nafta que va a tanque de 50°C a 35°C	Rotura de los tubos,
4	P2E05	Aeroenfriador	Enfría la nafta reformada de 60°C a 40°C	Rotura de tubos, daños en el ventilador
5	P2P08	Bomba	Alimentación de agua a alta presión y temperatura a la caldera	Rotura del sello mecánico. Cavitación, fugas, daños en el motor
6	Y-T 8009	Tanque	Tanque de recepción de nafta ( producto intermedio con bajo azufre)	Rotura del fondo, fugas por los cordones de soldadura, caída del techo.

7	P2P01	Bomba	Maneja nafta reformada	Rotura del sello mecánico. Cavitación, fugas, daños en el motor
8	P1E04	Intercambiador	Calienta la nafta reformada a la torre estabilizadora (de 60°C a 180°C)	Rotura de los tubos.
9	Panel DCS	Paneles de control	Manejan las variables operativas del proceso	Fallas por falta de señal, problemas de conexión con la instrumentación eléctrica.

## 2.3 Instrumentos

Las herramientas necesarias para la investigación, fueron primeramente los informes mensuales elaborados por el jefe de área de la unidad Catalíticas 2, los cuales tienen definidos los días en que la unidad salió fuera de operación así como el motivo del paro de la unidad y el tiempo que se demoró el reparar el equipo crítico. Dicha información se tabuló y clasificó en la tabla 3.2-1.

Los reportes generados por la unidad de “programación de la producción”, contienen información respecto a la productividad de la unidad Catalíticas 2; dicha información ingresa al sistema EPR para calcular el índice de productividad.

Con los resultados obtenidos del EPR, y al complementar con lo obtenido en los informes mensuales de la unidad Catalíticas 2, se conoce la información necesaria para generar un banco de información que contenga los causales de las fallos de los equipos, el tiempo en que duró el mantenimiento y las consecuencias generadas a partir de la emergencia como por ejemplo fugas de hidrocarburo. En otras palabras se generó la línea base para mantenimiento de los equipos.

Una vez identificado las causas por las que la unidad Catalíticas 2 salió de operación, se procede a evaluar cada equipo crítico por medio de la matriz de

valoración de riesgo, para cuantificar los impactos al ambiente, personal, producción y a la imagen de la empresa; así como la probabilidad de ocurrencia. (de acuerdo a información de las tablas en las p.p13 – 21).

**Tabla 2.3-1** Programación de la Producción unidad Catalíticas 2 año 2014

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA UNIDAD HDT Y CCR EN EL AÑO 2014</b>										
<b>MES</b>	<b>MEMORANDO RESUMEN MENSUAL</b>	<b>días</b>	<b>CARGA HDT</b>				<b>CARGA CCR</b>			
			<b>(M3/#días)</b>	<b>(bls/#días)</b>	<b>Promedio mensual</b>	<b>% productividad</b>	<b>(M3/#días)</b>	<b>(bls/#días)</b>	<b>Promedio mensual</b>	<b>% productividad</b>
Enero	Se envió por email Jefe área encargado	31	18112,1	113921,49	3674,89	47,11	17321	108945,63	3514,38	50,21
Febrero	00084-RREF-REE-IRE-CT2-2014	28	17.229,90	108372,63	3870,45	49,62	16.006,30	100676,43	3595,59	51,37
Marzo	00129-RREF-REE-IRE-CT2-2014	31	27.726,70	174395,40	5625,66	72,12	24.786,50	155902,13	5029,10	71,84
Abril	00173-RREF-REE-IRE-CT2-2014	30	23.414,40	147271,89	4909,06	62,94	19.664,60	123686,40	4122,88	58,90
Mayo	00237-RREF-REE-IRE-CT2-2014	31	27.072,70	170281,87	5492,96	70,42	21.079,40	132585,21	4276,94	61,10
Junio	00282-RREF-REE-IRE-CT2-2014	30	35.421,30	222792,89	7426,43	95,21	31.925,10	200802,49	6693,42	95,62
Julio	00346-RREF-REE-IRE-CT2-2014	31	30.974,20	194821,52	6284,57	80,57	27.550,80	173289,02	5589,97	79,86
Agosto	00394-RREF-REE-IRE-CT2-2014	31	36.769,80	231274,69	7460,47	95,65	33.489,90	210644,77	6794,99	97,07
Septiembre	00455-RREF-REE-IRE-CT2-2014	30	29.311,20	184361,59	6145,39	78,79	25.970,30	163347,99	5444,93	77,78
Octubre	00512-RREF-REE-IRE-CT2-2014	31	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00
Noviembre	00567-RREF-REE-IRE-CT2-2014	30	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00
Diciembre	00012-RREF-REE-IRE-CT2-2015	31	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00

**Bibliografía:** Reporte mensual del departamento de programación de la producción año 2015

**Tabla 2.3-2** Tiempo empleado por mantenimiento para equipos crítico

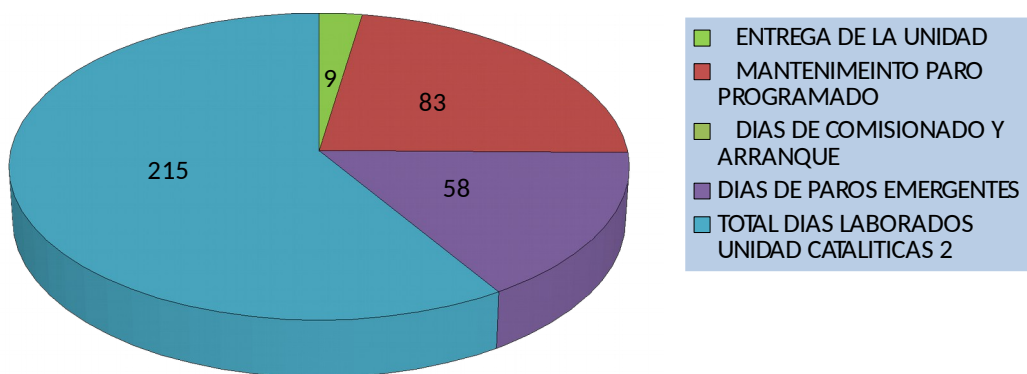
<b>BUSQUEDA DE RESTRICCIONES OPERATIVAS DURANTE EL AÑO 2014</b>								
MES	% PRODUCTIVIDAD	DIAS DE PARO	OPERATIVIDAD EN EL MES	EQUIPO EMERGENTE	MOTIVO DE DISPARO	EMPRESA RESPONSABLE	DIAS MMTO	OBSERVACIONES
Ene	47,11	14	0,52	P2C01	altas vibraciones	Dresser-Rand	14	cambio bundle
				P1R01	Sobrepresionamiento	EPP	0	
				P3V05	fuerte corrosión	EPP	0	
Feb	49,62	7	0,75	P2C01	Alta temperatura cojinete	Dresser-Rand	1	
					Rotura de vástago	Dresser-Rand	1	
				P1E04	Rotura	EPP	1	
				P2P08 A/B	Rotura de sello	EPP	2	
Mar	72,12	9	0,71	P2C02B	Fuga de agua		9	
				P1E05	Rotura	EPP	0	Se lo reparo dentro de los 9 días de P2C02B
Abr	62,94	3	0,90	P2C02B	Fuga de agua	EPP	1	
				Paro total	contaminación tanque	EPP	2	
				P1E05	Continua pequeña fuga	EPP	0	Se reparó en los días de contaminación
May	70,42	11	0,65	P1E07	tubos rotos	EPP	4	
				P2E05	tubos rotos	EPP	4	
				DCS	Se apagaron las pantallas	EPP	1	
				P2P08	fuerte ruido	EPP	1	
				P2C02B	Disparo del compresor	Dresser-Rand	1	
Jun	95,21	0	1,00	No hubo paros emergentes por equipos críticos				
Jul	80,57	7	0,77	P2C01	disparo por instrumentos	Dresser Rand	2	
				P2C02B	Falla de energía		4	
Ago	95,65	1	0,97	Paro total	Suministro eléctrico	EPP	1	
Sep.	78,79	4	0,87	P1E04	fusible quemado	EPP	4	
				P2C02B	fusible quemado	EPP	1	
				P1C01B	fusible quemado	EPP	0	Se corrigió en el día del P2C02B
Oct.	0,00	0	0,00	Paro total programado por refinería Esmeraldas				
Nov.	0,00	0	0,00	Paro total programado por refinería Esmeraldas				
Dic.	0,00	0	0,00	Paro total programado por refinería Esmeraldas				
Total						56		TIEMPO CESANTE (DIAS)

**Tabla 2.3-3** Disponibilidad operativa de la unidad Catalíticas 2

<b>DISTRIBUCION DE DIAS LABORALES AÑO 2014</b>	<b>DIAS</b>
DIAS DEL PERIODO VIGENTE (AÑO 2014)	365
<b>DIAS PROGRAMADOS PARA MANTENIMIENTO</b>	
ENTREGA DE LA UNIDAD	9
MANTENIMEINTO PARO PROGRAMADO	83
DIAS DE COMISIONADO Y ARRANQUE	0
DIAS DE PAROS EMERGENTES	56
<b>TOTAL DIAS LABORADOS UNIDAD CATALITICAS 2</b>	<b>217</b>
PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD EN EI AÑO	<b>78,75</b>

**Grafico 2.3.3-1** Distribución de productividad año 2014

### DISTRIBUCIÓN DE DÍAS AÑO 2014



### 2.3.1 Evaluación de la restricción operativa mediante la matriz de valoración de riesgos (MVR)

Para la investigación se va a separar la (MVR) en tres aspectos fundamentales, con la finalidad de explicar de mejor manera la aplicación a la identificación de las restricciones operativas:

- a) Cálculo de la severidad de Ocurrencia
- b) Cálculo de la probabilidad de Ocurrencia
- c) Valoración de la criticidad del equipo

#### 2.3.1.1 Cálculo de la severidad de ocurrencia

Como caso práctico se toma el compresor P2C01 con la información retomada de los informes del jefe de área de la unidad Catalíticas 2 y por el departamento de Programación de la producción.

##### 2.3.1.1.1 Evaluación de riesgos al personal

La primera columna de la matriz de valoración de riesgo existe una escala para evaluar las consecuencias a los trabajadores, producto de la mala operación de los equipos. Como ejemplo se tomó el compresor P2C01:

**Gráfico 2.3.1.1.1-1 Severidad de consecuencia a la salud**

	Personas	Ambiente	Producción	Imagen	
Severidad de Consecuencia Potencial	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/ inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K – 500K)	Impacto Interno
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto

### 2.3.1.1.2 Evaluación de riesgos al ambiente

La segunda columna de la matriz de valoración de riesgo existe una escala para evaluar las consecuencias al ambiente, producto de la mala operación de los equipos. Como ejemplo se tomó el compresor P2C01:

**Gráfico 2.3.1.1.1-2 Severidad de consecuencia al ambiente**

	Personas	Ambiente	Producción	Imagen	
<b>Severidad de Consecuencia Potencial</b>	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/ inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K - 500K)	Impacto Interno
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto

### 2.3.1.1.3 Evaluación de riesgos a la producción

La tercera columna de la matriz de valoración de riesgo existe una escala para evaluar las consecuencias a la producción, debido a la mala operación de los equipos. Como ejemplo se tomó el compresor P2C01:

**Tabla 2.3.1.1.3-1 Datos para calcular las pérdidas económicas**

<b>Equipo analizado:</b>	P2C01
<b>Días de falla mecánica:</b>	18
<b>Lucro cesante Unidad Catalíticas 2 (USD/día)</b>	250000

**Modelo de cálculo:**

Pérdidas falla de equipo = días que falló el equipo \* Lucro cesante de unidad

Pérdidas del P2C01 = 18 días \* 250000 USD/día

**Pérdidas por P2C01 = 4'500.000 USD (Perdida mediana)**

**Gráfico 2.3.1.1.1-3 Severidad de consecuencia a la producción**

	Personas	Ambiente	Producción	Imagen	
<b>Severidad de Consecuencia Potencial</b>	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/ inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K - 500K)	Impacto Interno
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto

**2.3.1.1.4 Evaluación de riesgos a la imagen empresarial**

La cuarta columna de la matriz de valoración de riesgo existe una escala para evaluar las consecuencias a la imagen empresarial, debido a la mala operación de los equipos. Como ejemplo se tomó el compresor P2C01:

**Gráfico 2.3.1.1.1-4 Severidad de consecuencia a la imagen empresarial**

	Personas	Ambiente	Producción	Imagen	
<b>Severidad de Consecuencia Potencial</b>	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/ inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/ inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K - 500K)	Impacto Interno
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto

### Análisis:

Como se puede observar los valores para evaluar las consecuencias están de manera cualitativa, por tal razón el siguiente paso en el procedimiento es dar valores a las letras asignadas según su complejidad:

### Ponderación para el P2C01

Tabla 2.3.1.1-2 Ponderación cuantitativa de las consecuencias

VALOR NUMERICO DEL EJE Y MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGO				
PONDERACIÓN	PERSONAS	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN
A	A	A	A	A
B	B	B	B	B
<b>C</b>	C	C	C	C
D	D	D	D	D
E	E	E	E	E

Para poder categorizar las consecuencias generadas por la falla del compresor P2C01, se hace una relación con respecto a la tendencia de los ítems en las filas, en este caso corresponde a la fila "C".

**Tabla 2.3.1.1-1** Resultados para la severidad de ocurrencia

<b>EQUIPO</b>	<b>SEVERIDAD DE OCURRENCIA</b>
P2C01	A
P2C02B	C
P1E05	C
P1E07	D
P2E05	D
P2P08	C
Contaminación YT 8009	D
P2P01	D
P1E04	D
DCS panel de control	E

### **2.3.1.2 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia**

La probabilidad de ocurrencia se mide en una escala de 0 a 100 en porcentaje y determina cuan posible es la repetitividad de que este suceso o incidente se repita, para la presente investigación se calculó la probabilidad de un paro emergente de la unidad Catalíticas 2 por fallo del compresor P2C01:

**Tabla 2.3.1.2.1** Datos para calcular la probabilidad de fallo del compresor P2C01

<b>Equipo analizado:</b>	P2C01
<b>Días en que la Unidad Catalíticas 2 salió de operación:</b>	56
<b>Días en que paro la unidad Catalíticas 2 por falla del P2C01</b>	18

### Modelo de cálculo

$$\text{Probabilidad de fallo equipo} = \frac{\text{días de fallo del equipo}}{\text{días totales de paro de la unidad Catalíticas2}} * 100$$

$$\text{Probabilidad de fallo P2C01} = 18/56$$

$$\text{Probabilidad de fallo P2C01} = 32 \%$$

**Tabla 2.3.1.2** Resumen de la probabilidad de ocurrencia calculada para todos los equipos críticos

CAUSA DEL PARO EMERGENTE	DÍAS DE PARO	Probabilidad (%)	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
P2C01	18	32,00	Probable
P2C02B	16	25,00	Probable
P1E05	11	18,33	Probable
P1E07	4	6,67	poco probable
P2E05	4	6,67	poco probable
P2P08	3	5,00	poco probable
Contaminación YT 8009	2	3,33	poco probable

**Gráfico 2.3.1.2-1** área de evaluación del Riesgo

Severidad de Consecuencia Potencial	Personas	Ambiente	Producción	Imagen	Probabilidad de Ocurrencia*					
	<b>A</b>	Accidente Fatal	Fuga tóxica/inflamable, afecta a la ciudad	Pérdida Extensa (>\$50M)	Atrae a Prensa Internacional				Alto	
	<b>B</b>	Lesión c/ Incapacidad Permanente	Fuga tóxica/inflamable limitada a la Refinería	Pérdida Mayor (\$5M - 50M)	Atrae a Prensa Nacional			Medio		
	<b>C</b>	Lesión c/ Pérdida de Tiempo	Fuga tóxica/inflamable limitada a la Unidad	Pérdida Mediana (\$500K - 5M)	Atrae a Prensa Local		Tolerable			
	<b>D</b>	Lesión c/ Primeros Auxilios	Fuga dentro de límites seguros y la ley ambiental	Pérdida Menor (\$50K - 500K)	Impacto Interno	Bajo				
	<b>E</b>	Sin impacto a la salud	Sin impacto al medio ambiente o la salud	Pérdida Insignificante (<\$50K)	Sin Impacto					
					1	2	3	4	5	
					<0.1%	0.1-1%	1-10%	10-80%	>80%	
					Improbable	Raro	Poco probable	Probable	Muy Probable	

Montos en US\$: K-miles, M-millones

\*Probabilidad de ocurrencia en el plazo analizado:

- Para paros programados es la próxima corrida
- Para mantenimiento de rutina es el plazo máximo de entrega acordada

**Análisis:** Al calcular la **probabilidad de la ocurrencia** se observa que es necesario combinar con los resultados de la **severidad de ocurrencia** para poder categorizar el riesgo según lo enmarcado en la (MVR): alto, medio, tolerable o bajo.

## **CAPÍTULO III ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **3.1 Descripción de la muestra**

Los datos obtenidos para el desarrollo de la investigación, están fundamentados en los informes mensuales elaborados por el coordinador del área de la unidad Catalíticas 2 en el año 2014 (tabla 3.2-1).

Los datos obtenidos correspondientes a la producción mensual de la unidad Catalíticas 2 se la obtuvo mediante tabulación de los valores registrados por la unidad de Control de la Producción (PROPRO).

### **3.2 Análisis y descripción de los resultados**

Los resultados se encuentran en la tabla 3.2.-2

3.2.1 Tabla de Resultados para la severidad de ocurrencia y la probabilidad de ocurrencia

BUSQUEDA DE LAS RESTRICCIONES OPERATIVAS MEDIANTE LA MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS UNIDAD CATALITICAS 2											
EQUIPOS CRITICOS		SEVERIDAD DE LA CONSECUENCIA POTENCIAL EJE Y								EJE X	
RESTRICCIÓN	DIAS DE PARO	PERSONAS		AMBIENTE		PRIDUCCION		IMAGEN		PROBABILIDAD DE OCURENCIA	
		CONSECUENCIA	PONDERADO	CONSECUENCIA	PONDERADO	CONSECUENCIA	PONDERADO	CONSECUENCIA	PONDERADO	VALOR	PONDERADO
P2C01	18	Lesión/pérdida de tiempo	C	Fuga Tóxica/ limitada a REE	B	Pérdida mediana	C	Impacto interno	D	30,00	PROBABLE
P2C02B	15	Lesión/pérdida de tiempo	C	Fuga dentro de los limites seguros y la ley ambiental	D	Pérdida mediana	C	Impacto interno	D	25,00	PROBABLE
P1E05	11	Lesión/pérdida de tiempo	C	Fuga tóxica/inflamable afecta a la unidad	C	Pérdida mediana	C	Impacto interno	D	18,33	PROBABLE
P1E07	4	Lesión/pérdida de tiempo	C	Sin impacto al medio ambiente o a la salud	E	Pérdida mediana	C	sin impacto	E	6,67	POCO PROBABLE
P2E05	4	Lesión/pérdida de tiempo	C	Fuga dentro de los limites seguros y la ley ambiental	D	Pérdida mediana	C	sin impacto	E	6,67	POCO PROBABLE
P2P08	3	Lesión/pérdida de tiempo	C	Sin impacto al medio ambiente o a la salud	E	Pérdida mediana	C	Impacto interno	D	5,00	POCO PROBABLE
Contaminación YT 8009	2	Lesión/pérdida de tiempo	C	Sin impacto al medio ambiente o a la salud	E	Perdida mediana	C	Impacto interno	D	3,33	POCO PROBABLE
P2P01	1	Sin impacto a la salud	E	Fuga dentro de los limites seguros y la ley ambiental	D	Perdida menor	D	sin impacto	E	1,67	POCO PROBABLE
P1E04	1	Lesión/pérdida de tiempo	C	Sin impacto al medio ambiente o a la salud	E	Pérdida menor	D	sin impacto	E	1,67	POCO PROBABLE
DCS panel de control	1	FALSO	E	Sin impacto al medio ambiente o a la salud	E	Pérdida menor	D	Impacto interno	D	1,67	POCO PROBABLE

**Tabla 3.2-2** Resultados de la valoración del riesgo

CAUSA DEL PARO EMERGENTE	SEVERIDAD DE CONSECUENCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	VALORACIÓN DEL RIESGO
	EJE Y	EJE X	PROBABILIDAD
P2C01	A	Probable	ALTO
P2C02B	C	Probable	MEDIO
P1E05	C	Probable	MEDIO
P1E07	D	Poco probable	TOLERABLE
P2E05	D	Poco probable	MEDIO
P2P08	C	Poco probable	MEDIO
Contaminación YT 8009	D	Poco probable	TOLERABLE
P2P01	D	Poco probable	TOLERABLE
P1E04	D	Poco probable	BAJO
DCS panel de control	E	Raro	BAJO

**Análisis:**

Al evaluar la **severidad y la probabilidad de la consecuencia**, se puede categorizar el riesgo, utilizando la metodología de la matriz de valoración de riesgos; definiendo al **compresor de gas P2C01 de reciclado como el equipo que presenta la mayor restricción operativa**. Siendo este el responsable de la mayoría de paradas de la unidad Catalíticas 2, a más de producir una fuga tóxica en el área de trabajo.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. DISCUSIÓN**

Refinería Esmeraldas, actualmente se encuentra en etapa de recopilación de la información para ser nuevamente evaluada por los indicadores de Solomon, los que sirven para clasificar la operatividad de Refinería Esmeraldas y según los resultados entraría en un cuartil de eficiencia. Es decir el indicador de Solomon evalúa desde un punto macro las malas prácticas que hacen la operación ineficiente; en contraste con los resultados presentados en esta investigación tiene aplicación en aspectos micros para localizar la fuente que ocasiona una mala operación lo cual podría desencadenar en un déficit de stock de gasolina extra y súper para el país.

Un indicador utilizado por las empresas hidrocarburíferas a nivel mundial constituye el indicador de complejidad de Nelson, el cual realiza una evaluación de la eficiencia de una unidad de proceso, comparándola con otra unidad que sea más eficiente; por tal motivo el índice de Nelson no se aplica de manera autónoma, en comparación de los resultados obtenidos en esta investigación, que se maneja de manera autónoma con la productividad de la unidad Catalíticas 2.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

#### **5.1 Conclusiones**

Al analizar los resultados obtenidos con el indicador de productividad y la matriz de valoración de riesgo, se pudo identificar al compresor P2C01 como el equipo de mayor criticidad para la operatividad de la unidad Catalíticas 2, por tal motivo se debe considerar como objetivo principal para la planificación del paro programado para el año 2015, incluyendo los contratos complementarios de mano de obra, materiales, herramientas y repuestos.

Mediante la recopilación de información se pudo preparar un banco de información con respecto a los daños en los equipos de la unidad Catalíticas 2, que será de mucha utilidad para la planificación de trabajos por parte de mantenimiento.

Al describir los resultados de los indicadores EPR y MVR, mediante la metodología de comparación de resultados, se pudo demostrar la compatibilidad de los dos indicadores al momento de predecir restricciones operativas.

Con los resultados de la investigación, se pudo señalar la aplicación de la matriz de valoración de riesgos para diferenciar y especificar las consecuencias de los incidentes generados por los equipos críticos en la unidad Catalíticas 2.

## 5.2 Propuestas

Al conocer las principales restricciones operativas de la unidad Catalíticas 2, se puede priorizar recursos y mejorar los tiempos de mantenimiento, para garantizar el cumplimiento de objetivos del siguiente paro programado.

Para próximos estudios, constituye una buena práctica el elaborar un banco de datos para predecir los posibles daños de los equipos y planificar la compra de repuestos, disminuyendo el tiempo de procura y logística de materiales y repuestos.

Se puede implementar al plan de buenas prácticas, el realizar una comparación de los resultados de la matriz de valoración de riesgos y aplicar en los mantenimientos programados de las otras unidades de proceso que no entraron a la investigación.

En la planificación de los mantenimientos, actualmente se desarrollan de manera correctiva, que por lo general son más costosos y demoran más tiempo, que los mantenimientos preventivos. Ahora bien, al trabajar con tendencias e historiales del funcionamiento de un equipo, se podrá conocer cual repuesto presenta daño recurrente, dato importante para realizar compras frecuentes, mejorando los tiempos de reparación y reduciendo los costos de hora- hombre por ejecución del trabajo.

En la industria petrolera no es justificado dejar de percibir aproximadamente 3'000.000 \$USD por lucro cesante diario, debido a fallas operativas, por ejemplo, en el caso de una bomba, cuyo kit de repuestos no pasa los 30.000 \$USD, en esos casos se aplican las sanciones correspondientes al Superintendente de Refinería Esmeraldas, por tal motivo la implementación de un plan de mantenimiento, que permita reducir tiempos es una necesidad.

## **GLOSARIO**

**Unidad Catalíticas 2:** unidad de refinería Esmeraldas que trabaja con nafta pesada; contiene dos plantas HDT y CCR.

**Nafta pesada:** destilado de Petróleo, se utiliza para la elaboración de gasolinas.

**Planta HDT:** unidad de proceso que produce nafta hidrotratada.

**Nafta hidrotratada:** nafta de bajo azufre (0,5 ppm) para cumplimiento de normas ambientales.

**Planta CCR:** unidad de proceso que produce nafta reformada

**Nafta reformada:** nafta que contiene un numero de Octano elevado (89-92).

**Número de octano:** parámetro de calidad de las gasolinas (89 extra y 92 Súper).

**P2C01:** Compresor de gas de reciclo, circula gas hidrógeno para generar las reacciones para aumento del número de octano.

**P2C02B:** Compresor de gas hidrógeno que aumenta la presión a 20 PSI para distribuir al resto de unidades de proceso.

**P1E05:** Aeroenfriador de nafta, utiliza un ventilador de aire para reducir la temperatura según las necesidades del proceso.

**P1E07:** Intercambiador de calor con agua fría.

**P2E05:** Aeroenfriador de nafta, utiliza un ventilador de aire para reducir la temperatura según las necesidades del proceso.

**P2P08:** Bomba que maneja agua de calderas a alta presión y alta temperatura

**P2P01:** Bomba que circula nafta a presión.

**P1E04:** Intercambiador que sube la temperatura de la nafta según las necesidades del proceso.

**Panel DCS:** Control automático y manual de las variables de proceso de la unidad Catalíticas 2 mediante pantallas con un software cargado.

**Reciclo:** gas que recircula en la zona de reacción.

**Solomon:** indicador para comparación de eficiencia de Refinerías.

**Y-T 8009:** Tanque de almacenamiento de nafta tratada (nafta de bajo azufre).

**Parada de emergencia / planta:** La unidad sale de operación de manera brusca debido a la mala operación de un equipo.

**Equipo crítico:** Equipo que presenta daños severos y ocasionan paros emergentes de las unidades de proceso.

**Contratos complementarios:** Contratos que se ejecutan para la culminación de un proceso contractual

**MVR:** Matriz de valoración de riesgo.

**EPR:** indicador empresa por resultados.**Restricción operativa:** Equipos que se encuentran en pésimas condiciones cuyo desempeño repercute en la productividad de la unidad Catalíticas 2.

**Paros programados:** Cada tres años la unidad sale de operación para realizar mantenimiento de equipos según lo planificado.

**Programación de la producción:** Unidad de refinería Esmeraldas, responsable de cuantificar la cantidad de productos elaborados (gasolina, diésel, LPG, gasolina de avión, asfalto y bunker).

**Lucro cesante:** margen de ganancia que se deja de percibir debido a que una unidad de proceso se encuentra fuera de operación

**Plan de mejores prácticas:** implementación de estrategias en base al benchmarking a refinerías de primer nivel.

## REFERENCIAS

Ministerio de Relaciones Laborales. (2012). Pago de Remuneración variable por competencias. Ecuador.

Beltrán, J. (1998). *Indicadores de Gestión, Herramientas para lograr la competitividad* (2 ed.). Colombia: 3R Editores.

EPPetroecuador. (03 de 2014). Instructivo Matriz de valoración de riesgo para Refinería Esmeraldas. Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador: Eppetroecuador.

Jaramillo, J. M. (1998). *Indicadores de Gestión, Herramientas para lograr la competitividad* (2 ed.). Colombia: 3R Editores.

Ministerio de Relaciones Laborales. (2012). Pago de Remuneración variable por competencias . Ecuador.

LCC, HSB Solomon Associates. (2014). *Energy Consulting - Oil & Gas Consultants Solomon Associates*. Obtenido de <http://solomononline.com/>

Navarrete, G. B. (Diciembre de 2006). *Energía a Debate*. Obtenido de [http://www.energiaadebate.com/Articulos/diciembre\\_2006/sustentabilidad.htm](http://www.energiaadebate.com/Articulos/diciembre_2006/sustentabilidad.htm)

Pastrana, C. (11 de Febrero de 2014). *La Teoría de las Restricciones (TOC): cómo superar los cuellos de botella*, Blog de IEBSchool. Obtenido de <http://comunidad.iebschool.com/iebs/scm-comercio-exterior/teoria-restricciones/>

Rodriguez, M. (2005). Gestión de mantenimiento de una refinería. *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica*,, 117-128.

S.A, e-Strategia Consulting group. (2012). *Fundamentos de Gobierno por Resultados*. México, México.

Salgueiro, A. (2001). Indicadores de gestión y cuadro de mando. Díaz de Santos.

Secretaría Nacional de la Administración Pública. (2008). Norma Técnica de Implementación y operación de la metodología y herramientas de Gobierno por Resultados. *Gobierno Por Resultados*, 10.

Secretaría Nacional de la Administración Pública. (2008). Norma Técnica de Implementación y operación de la metodología y herramientas de Gobierno por Resultados. *Gobierno Por Resultados*, 10.

Secretaría Nacional de la Administración Pública. (2008). Norma Técnica de Implementación y operación de la metodología y herramientas de Gobierno por Resultados. *Gobierno Por Resultados*, 10.

Superior Gobierno de Tucumán Secretaria de Estado de Planeamiento Dirección de Modernización. (2004). *Manual Metodológico para la Planificación estratégica*. Tucumán.

Vine, W. E. (1998). Diccionario expositivo de palabras del Antiguo y Nuevo Testamento exhaustivo de Vine. Thomas Nelson Inc.

Boué, J. C. (2002). El programa de internacionalización de Pdvsa: ¿trunfo estratégico o desastre fiscal?. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 8(2), 237-282.

Rofman, A. B. (1999). Las economías regionales a fines del siglo XX: Los circuitos del petróleo, del carbón y del azúcar. Buenos Aires: Ariel.

Fuentes Stuardo, P. S. (2015). Propuesta de un modelo de planificación para el mantenimiento preventivo en ENAP Refinería Bío-Bío.

Ayala, J. (2014). Aplicación de herramienta cognos bi para la generación de reportes e indicadores de gestión de costos y producción de la empresa ep Petroecuador.

Fundación Natura (Ecuador). (1996). La actividad petrolera en el Ecuador: aspectos ambientales y sociales. Fundación Natura.

de la Hoz Granadillo, E. J., Herrera, T. J. F., & Gómez, J. M. (2014). Evaluación del comportamiento de los indicadores de productividad y rentabilidad financiera del sector petróleo y gas en Colombia mediante el análisis discriminante. *Contaduría y administración*, 59(4), 167-191.

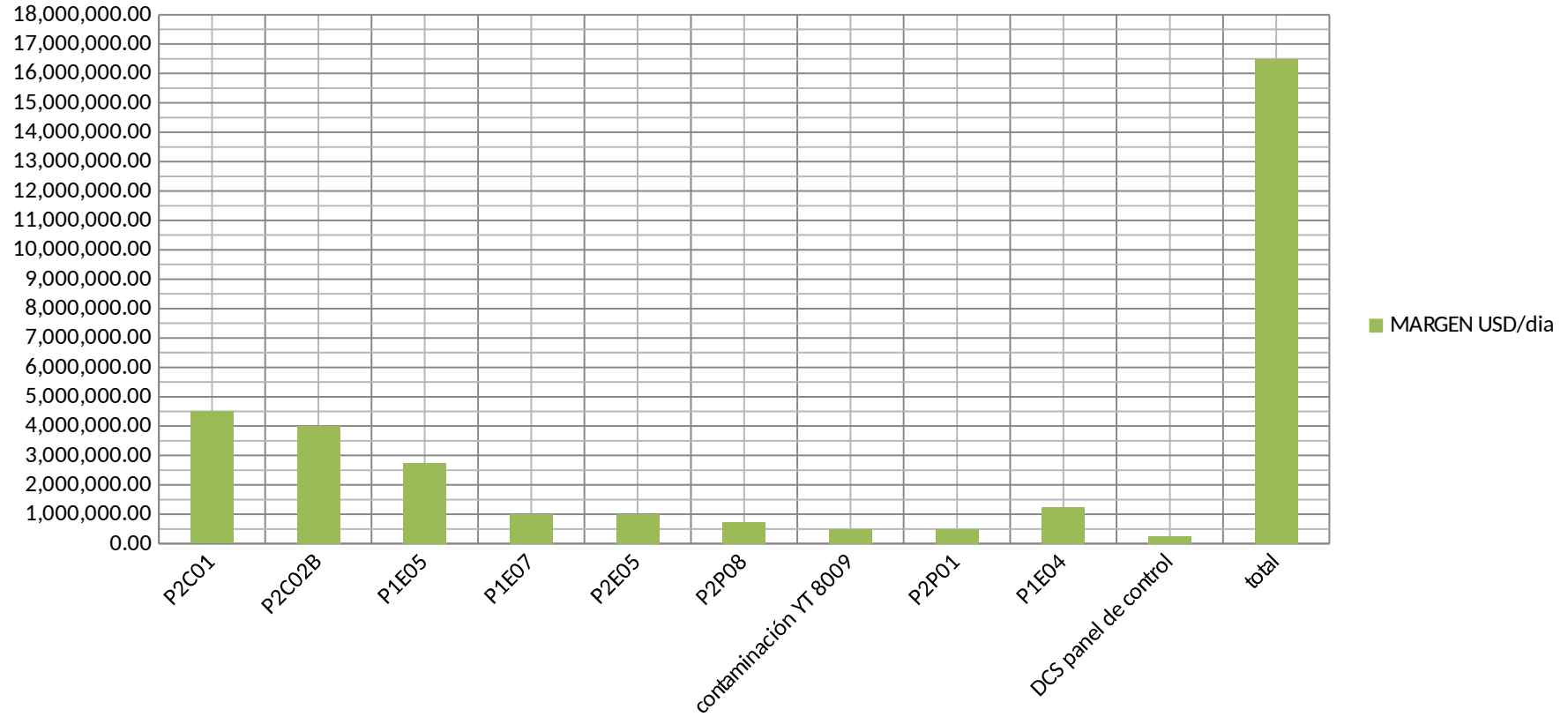
Díaz, A. M., Monroy, C. R., Idoipe, A. V., Soto, M. M., & Araujo, M. G. (2013). Sistema de gestión de la calidad y desempeño organizacional en la industria petrolera. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 38(11), 793-802.

**ANEXOS**

**PRODUCTIVIDAD**

MM US\$

### CAPTURA DE MARGEN 2014 (-) USD/dia



## FORMATO PARA EQUIPOS CRÍTICOS

<b>P2-C01</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	<b>ALTO</b>
	B	B	C	D	
<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	30% PROBABLE				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Constituye un compresor que trabaja con Gas Hidrógeno, favoreciendo las reacciones químicas para elaborar naftas de alto octano				
<b>FLUJO :</b>	10000 Kg/h				
<b>PRESION :</b>	3,3 Kg/cm <sup>2</sup>				
<b>FLUIDO :</b>	Hidrógeno (altamente combustible)				

<b>P2-C02</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	C	D	C	D	<b>MEDIO</b>
<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	25% PROBABLE				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Compresor, el cual comprime hidrógeno para su almacenamiento y a la unidad HDT				
<b>FLUJO :</b>	1700 Kg/h				
<b>PRESION :</b>	20 Kg/cm2				
<b>FLUIDO :</b>	Hidrógeno (altamente combustible)				

**FORMATO PARA EQUIPOS CRÍTICOS**

P1-E05	CALIFICACION DEL RIESGO				VALORACION DEL RIESGO
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	C	C	C	D	MEDIO
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO	A (MUY GRAVE) 18,33% PROBABLE				
DESCRIPCIÓN	Enfriador de gasolina (Nafta) mediante un moto ventilador				
FLUJO :	12500 Kg/h				
PRESION :	12,5 Kg/cm2				
FLUIDO :	combustible (altamente combustible)				

### FORMATO PARA EQUIPOS CRÍTICOS

P1-E07	CALIFICACION DEL RIESGO					VALORACION DEL RIESGO
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN		
	C	E	C	E		TOLERABLE
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO	6,67% POCO PROBABLE					
DESCRIPCIÓN	Enfriador con agua la gasolina que sale del proceso					
FLUJO :	36000 Kg/h					
PRESION :	3,5 Kg/cm2					
FLUIDO :	combustible (altamente combustible)					

P2-P08	CALIFICACION DEL RIESGO				VALORACION DEL RIESGO
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	C	E	C	D	MEDIO

<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	5,0 % POCO PROBABLE
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Bomba de agua de ata presión para alimentar a la caldera
<b>FLUJO :</b>	125000 Kg/h
<b>PRESION :</b>	43,5 Kg/cm2
<b>FLUIDO :</b>	Agua caliente

### FORMATO PARA EQUIPOS CRÍTICOS

<b>Y-T8009</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	C	E	C	D	<b>TOLERABLE</b>
<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	3,33 % POCO PROBABLE				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	tanque de nafta hidrotratada (azufre en bajas concentraciones)				
<b>FLUJO :</b>	N/A	Kg/h			
<b>PRESION :</b>	ambiente	Kg/cm2			
<b>FLUIDO :</b>	nafta a temperatura ambiente				

<b>P2P01</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	E	D	D	E	<b>TOLERABLE</b>

<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	1,67 % POCO PROBABLE
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Bomba de nafta reformada (gasolina alto octano)
<b>FLUJO :</b>	34200 Kg/h
<b>PRESION :</b>	20 Kg/cm2
<b>FLUIDO :</b>	nafta reformada

### FORMATO PARA EQUIPOS CRÍTICOS

<b>P1E04</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	C	E	D	E	<b>BAJO</b>
<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	1,67 % POCO PROBABLE				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	calentador de nafta previo al ingreso a la estabilizadora				
<b>FLUJO :</b>	36000 Kg/h				
<b>PRESION :</b>	16 Kg/cm2				
<b>FLUIDO :</b>	nafta hidrotratada				

<b>panel de control</b>	<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>				<b>VALORACION DEL RIESGO</b>
	PERSONA	AMBIENTE	PRODUCCIÓN	IMAGEN	
	E	E	D	D	<b>BAJO</b>
<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN SUCESO</b>	1,67 % POCO PROBABLE				

<b>DESCRIPCIÓN</b>	panel DCS para control de la operación de la unidad Catalíticas 2
<b>FLUJO :</b>	N/A _____ Kg/h
<b>PRESION :</b>	N/A _____ Kg/cm2
<b>FLUIDO :</b>	N/A