

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

UNIDAD DE TITULACIÓN

**EVALUACIÓN EX - POST DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN
DE LA REFINERÍA ESMERALDAS 2008-2017**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGÍSTER EN GERENCIA EMPRESARIAL**

NELSON EDUARDO CHULDE RUANO

nchulde@gmail.com

Director: Ing. Rivadeneira Vallejo Noé Milton, MBA.

milton.rivadeneira@epn.edu.ec

2018

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como director del trabajo de titulación “Evaluación Ex - post del proyecto de Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas 2008-2017” desarrollado por Nelson Eduardo Chulde Ruano, estudiante de la Maestría en Gerencia Empresarial, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

Ing. Rivadeneira Vallejo Noé Milton, MBA

DIRDIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Nelson Eduardo Chulde Ruano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Nelson Eduardo Chulde Ruano

AGRADECIMIENTO

*"IT IS DECREED, THE HOLY AND PURE ARE FILLED with secret wisdom.
The knowledge is the result of understanding"*

Book of the Vestment

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	ii
LISTA DE ANEXOS	iii
RESUMEN.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.4 HIPÓTESIS.....	10
1.5 MARCO TEÓRICO	10
1.5.1 Refinería Esmeraldas; configuración y descripción de las operaciones.....	10
1.5.2 Definición de Proyecto.....	15
1.5.3 El Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas	16
1.5.4 Conceptos y normas en la evaluación de proyectos de inversión	25
1.5.5 Evaluación Ex - Post de Proyectos	30
1.5.6 Evaluación Ex – Post del Proyecto Rehabilitación	33
1.5.7 Indicadores de producción, integridad mecánica y eficiencia para la evaluación del desempeño de la Refinería Esmeraldas	35
1.5.8 Desempeño de la Refinería Esmeraldas 1998 – 2008: línea base ..	40
1.5.9 Sistema de Gestión Empresarial.....	51
2.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	55
2.4. FUENTES DE INFORMACIÓN	55
2.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	56
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1 RESULTADOS	56

3.1.1 Situación de la Refinería Esmeraldas luego del Proyecto.....	56
3.1.2 Evaluación Ex - Post del Proyecto Rehabilitación 2016 -2017.....	60
3.1.3 Desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas 2016 – 2017.....	70
3.1.4 Evaluación del cumplimiento de los objetivos mediante la comparación de los indicadores antes y después del proyecto.	77
3.1.5 Propuesta de Sistema de Gestión para la Refinería Esmeraldas....	88
3.2 DISCUSIONES	90
4.1 CONCLUSIONES.....	92
4.2 RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Capacidad de operación de la Refinería Esmeraldas 1998 – 2008.....	6
Figura 1.2 - Esquema de procesos de la Refinería Esmeraldas.....	11
Figura 1.3 - Tipos de evaluación durante el ciclo de vida de un proyecto.	16
Figura 1.4 - Cronograma final de parada de unidades de la Refinería Esmerald..	22
Figura 1.5 - Presupuesto operativo en Refinería Esmeraldas 2009-2016	24
Figura 1.6 - Presupuesto de inversiones en Refinería Esmeraldas 2009-2016	24
Figura 1.7 - Tipos de comparación en la evaluación Ex Post.....	32
Figura 1.8 - Carga de crudo diaria 1998 – 2008	41
Figura 1.9 - Curva de producción de GLP 1998 - 2008	43
Figura 1.10 - Curva de producción de Gasolina en barriles 1998 – 2008	44
Figura 1.11 - Curva de producción de Diesel en barriles 1998-2008	46
Figura 1.12 - Curva de producción de Fuel Oíl en barriles 1998-2008.....	47
Figura 1.13 - Costos de Refinación 2001 – 2008	48
Figura 1.14 - Paros emergentes de la Refinería Esmeraldas 2008 -2012	49
Figura 1.15 - El sistema de gestión como herramienta para alcanzar los objetiv .	51
Figura 1.16 - Cuadro de Mando Integral.....	53
Figura 1.17 - Mapa estratégico y la interrelación con las perspectivas del CMI....	54
Figura 3.1 - Volumen de carga de crudo a Refinería Esmeraldas 2008-2017.....	71
Figura 3.2 - Curva de producción de GLP 2008 -2017.....	72
Figura 3.3 - Curva de producción de gasolina 2008 - 2017	73
Figura 3.4 - Curva de producción de diésel 2008 -2017 de REE	73
Figura 3.5 - Curva de producción de Fuel Oíl de 2008 -2017	74
Figura 3.6 - Curva de costos de refinación 2008 -2017	75
Figura 3.7 - Número de paros emergentes en Refinería Esmeraldas 2008-2017.	76
Figura 3.8 - Días de paros emergentes Refinería Esmeraldas 2007-2017	77
Figura 3.9 - Análisis FODA de la Refinería Esmeralda 2018	88
Figura 3.10 - Propuesta de Cuadro de Mando Integral para Refinería Esmerald .	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 - Paros emergentes Refinería Esmeraldas 2007-2009	7
Tabla 1.2 - Naftas y propiedades fisicoquímicas para la preparación de gasolinas	14
Tabla 1.3 - Alcance y presupuesto del proyecto Rehabilitación 2008.....	17
Tabla 1.4 - Avance de la ejecución del Proyecto Rehabilitación año 2011	18
Tabla 1.5 - Objetivos y metas del Proyecto Rehabilitación.	19
Tabla 1.6 - Presupuesto inicial e incremento del costo del proyecto	20
Tabla 1.7 - Normas para la evaluación de proyectos.....	27
Tabla 1.8 - Tipos de indicadores en la evaluación de proyectos	29
Tabla 1.9 - Características de los indicadores.....	30
Tabla 1.10 - Los cinco criterios de la Evaluación Ex Post.....	31
Tabla 1.11 - Indicadores para la evaluación Ex -Post del Proyecto Rehabilitació.	33
Tabla 1.12 - Indicadores de evaluación del desempeño de Refinería Esmeralda.	34
Tabla 1.13 - Costos de refinación a nivel mundial	37
Tabla 1.14 - Cargas de crudo 1998 – 2008	41
Tabla 1.15 - Producción de GLP 1998 – 2008	42
Tabla 1.16 - Producción de Gasolinas 1998-2008	43
Tabla 1.17 - Producción de Diesel 1998 – 2008	45
Tabla 1.18 - Producción de Fuel Oil 1998 – 2008.....	46
Tabla 1.19 - Costos de refinación 2001 – 2008.....	48
Tabla 1.20 - Paros emergentes 2008 – 2012	49
Tabla 1.21 - Línea base del desempeño de Refinería Esmeraldas: 2008	50
Tabla 3.1 - Días de parada de unidades de Refinería Esmeraldas, año 2016	57
Tabla 3.2 - Causas de paradas de unidades de Refinería Esmeraldas, año 2017	58
Tabla 3.3 - Evaluación de la Pertinencia del Proyecto Rehabilitación	61
Tabla 3.4. Fases y cambios de alcance del proyecto Rehabilitación	64
Tabla 3.5. Incremento del plazo del Proyecto Rehabilitación	66
Tabla 3.6. Evaluación del Impacto del Proyecto Rehabilitación	68
Tabla 3.7. Evaluación de la Sostenibilidad del Proyecto Rehabilitación.....	69
Tabla 3.8. Resultados de la evaluación Ex – Post del proyecto	70

Tabla 3.9. Cumplimiento de objetivo de incrementar la capacidad de operación..	78
Tabla 3.10. Cumplimiento de objetivo de disminuir paros emergentes	79
Tabla 3.11. Cumplimiento de objetivo de disminuir producción de residuo en 8.000 BPD	83
Tabla 3.12. Cumplimiento de objetivo de disminuir el costo refinación	84
Tabla 3.13. Cumplimiento de los objetivos del Proyecto Rehabilitación.....	85

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como propósito realizar la evaluación Ex - Post del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, ejecutado entre los años 2008 - 2015. La evaluación del desarrollo del proyecto en los aspectos de cumplimiento de alcance, costo y plazo, así como los resultados del desempeño operacional de la refinería se fundamenta en el análisis de los cinco criterios básicos: la pertinencia, la eficiencia, la eficacia, el impacto y la sostenibilidad. Los resultados de la evaluación se basan en la determinación de indicadores cualitativos y cuantitativos que reflejan el grado de los beneficios alcanzados por el proyecto. Este estudio investigativo constituye un aporte para el conocimiento general de la configuración de los procesos de refinación y la descripción de las operaciones de la Refinería Esmeraldas; así como la determinación del desempeño operacional de la refinería antes y después de la ejecución de los trabajos de rehabilitación, en términos de los volúmenes de refinación de crudo, producción de combustibles, integridad mecánica, confiabilidad operacional y eficiencia. Ante la difícil y compleja situación de la Refinería Esmeraldas, este trabajo propone un sistema de gestión que permitiría mejorar de forma integral el manejo de la refinería, utilizando para ello, el Cuadro de Mando Integral CMI, que establece objetivos estratégicos específicos y realizables, para las perspectivas *financiera, del cliente, de procesos internos y aprendizaje/crecimiento*, que conforman esta herramienta de gestión empresarial.

Palabras clave: proyecto, desempeño, evaluación Ex - Post, pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto, sostenibilidad, Cuadro de Mando Integral.

ABSTRACT

This research work has the purpose of carrying out the Ex - Post evaluation of the Rehabilitation Project of the Esmeraldas Refinery, carried out between 2008 and 2015. The evaluation of the development of the project in the compliance aspects of scope, cost and term, as well as the results of the operational performance of the refinery are based on the analysis of the five basic criteria: relevance, efficiency, effectiveness, impact and sustainability. The results of the evaluation are based on the determination of qualitative and quantitative indicators that reflect the degree of the benefits achieved by the project. This research study is very interesting for the general knowledge of the configuration of the refining processes and the description of the operations of the Esmeraldas Refinery, as well as the determination of the operational performance of the refinery before and after the execution of the rehabilitation works, in terms of crude refining volumes, fuel production, mechanical integrity, reliability and efficiency. Given the difficult and complex situation of the Esmeraldas Refinery, this work proposes a management system that would allow an integral improvement of the refinery's management, using the Balanced Scorecard, which establishes specific and achievable strategic objectives, for the *financial, customer, internal processes and learning/growth* perspectives that make up this business management tool.

Key words: project, performance, evaluation Ex - Post, relevance, efficiency, effectiveness, impact, sustainability, Balanced Scorecard.

1. INTRODUCCIÓN

La Refinería Esmeraldas, fue diseñada y construida entre 1975 y 1977 para procesar 55.600 barriles de petróleo por día (BPD). En 1987 se amplió para procesar 90.000 BPD y luego, en 1997, amplió sus instalaciones para procesar 110.000 BPD, adaptándose para refinar crudos pesados, incorporando nuevas unidades para mejorar la calidad de los combustibles y minimizar el impacto ambiental. (EP PETROECUADOR, 2012).

Hasta el año 2008, la Refinería Esmeraldas había operado de manera continua durante 30 años las plantas originales, 20 años, las unidades de la primera ampliación y 10 años las unidades de la última ampliación. En esta dinámica de operación continua, la refinería experimentó varios paros no programados, debido al deterioro y falla de equipos críticos, como reactores, torres de destilación, recipientes, hornos, calderos, generadores, intercambiadores de calor, compresores, bombas y otros equipos menores, de cada una de las plantas de refinación. (EP PETROECUADOR, 2013)

La operación de la Refinería Esmeraldas entre 1998 al 2008, alcanzó el 84,02% de la capacidad instalada, es decir, refinó alrededor 92.424 BPD en lugar de los 110.000 BPD del diseño. En la **Figura 1.1** se muestra la tendencia de la capacidad de procesamiento entre 1998-2008.

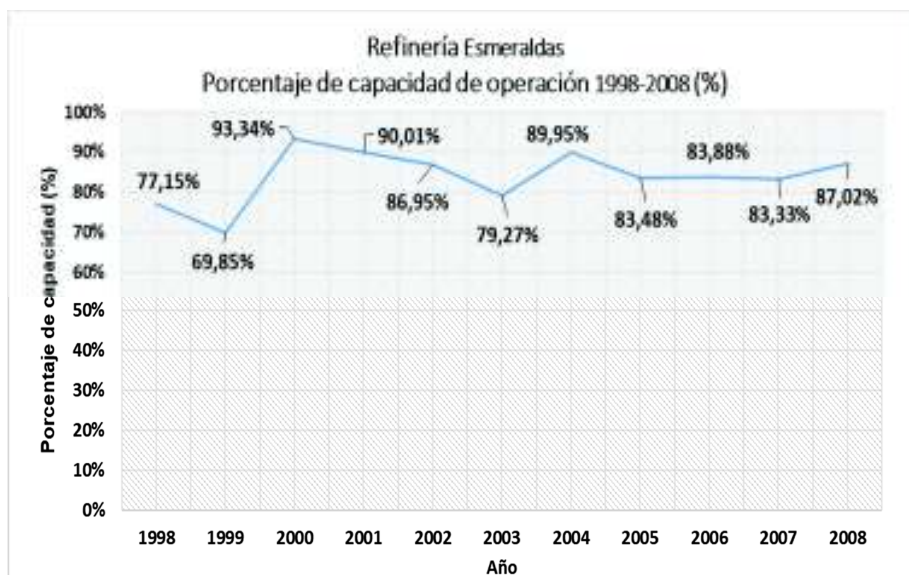


Figura 1.1 - Capacidad de operación de la Refinería Esmeraldas 1998 – 2008

Fuente: Estadísticas de la EP PETROECUADOR (EP PETROECUADOR, 2012)

Los paros emergentes se habían incrementado de manera alarmante, afectando la continuidad operativa y la integridad mecánica de los equipos, que se traduce en la pérdida de capacidad de refinación y producción de combustibles. Las 9 unidades de Refinería Esmeraldas, que producen combustibles, tuvieron 69 paros emergentes, que acumularon en total 512 días en el 2007; 38 paros - 279 días en el 2008; y, 59 paros – 356 días, en el 2009. En la Tabla 1.1 se muestra el número de paros emergentes de cada unidad de refinación y los días acumulados.

Tabla 1.1. Paros emergentes Refinería Esmeraldas 2007-2009

UNIDADES	AÑO 2007 EMERGENTES		AÑO 2008 EMERGENTES		AÑO 2009 EMERGENTES	
	No. PAROS	No. DIAS	No. PAROS	No. DIAS	No. PAROS	No. DIAS
CRUDO 1	10	29,14	3	18,27	2	6,27
CRUDO 2	3	0,9	3	8,06	7	21,83
VACÍO 1	11	37,84	2	18,24	2	6,27
VACÍO 2	6	3,95	4	17,57	8	25,74
VISBREAKING 1	6	52,05	1	10,39	2	2,82
VISBREAKING 2	4	37,48	3	37,35	8	62,93
Cracking Catalítico (FCC)	5	4,58	3	16,05	7	51,43
Hidrosulfurizadora de Naphtas (HDT)/ Reformación Catalítica de Naphtas (CCR)	10	154,13	9	51,88	10	40,26
Hidrosulfurizadora de Diesel (HDS)	14	191,87	10	101,22	13	138,52
TOTAL	69	511,94	38	279,03	59	356,07

Fuente: Revista Plan V (PLAN V, 2013, pág. 6)

En este escenario, con una disminuida capacidad operacional y apremiante baja de confiabilidad mecánica, la Refinería Esmeraldas debía ser intervenida para corregir las deficiencias mecánicas, modernizar sus instalaciones, recuperar la capacidad de procesamiento de crudo y mejorar la eficiencia operacional.

La conceptualización del Proyecto de Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas inicia en el 2005, el resultado fue un documento en el que PETROINDUSTRIAL consideraba necesaria la ejecución de 28 sub - proyectos, con un costo de 127 millones de dólares y un plazo de ejecución de dos años. En la actualización de la guía descriptiva de proyectos en

abril del 2008, se contemplaban 25 subproyectos con un presupuesto de 187 millones (Vistazo, 2016).

Los objetivos del proyecto de Rehabilitación, conforme el Superintendente de Refinería Esmeraldas, fueron:

- ✓ Recuperar la capacidad de refinación, que en el año 2008 tenía un promedio de operación del 84 por ciento; con un 16 por ciento que no estaba siendo utilizado y se perdía capacidad de producción y de refinación.
- ✓ Recuperar la integridad mecánica, porque la refinería llevaba 34 años de operación, desde 1977; y, varios equipos ya cumplieron su vida útil, como el reactor y regenerador de la Unidad Fluid Cracking Catalytic – FCC, que era prioritario reemplazarlo (El Telégrafo, 2012).

La Contraloría General del Estado, informe DA3 -0014-2012, “*Al programa de modernización, repotenciación y rehabilitación de las refinerías estatales de Esmeraldas, Shushufindi, La Libertad...*” (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO, 2012) refiere que el Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, al año 2011 tenía un presupuesto de USD. 855.411.165,90 y estaba previsto finalizar en noviembre de 2012. En el año 2016, la fiscalizadora internacional del proyecto reporta que, la gestión financiera del proyecto alcanzó al monto de \$ USD. 2.177.565.472,97, el mismo que finalizó en octubre de 2015.

Ante el importante incremento del alcance, monto de inversión y el retraso en el tiempo de ejecución del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas y las polémicas publicaciones periodísticas sobre las contrataciones efectuadas, informes de la Contraloría General del Estado que señalan irregularidades y casos de corrupción, así como las observaciones y críticas sobre el alcance de los objetivos de este proyecto, resulta de interés nacional realizar el análisis y la evaluación Ex - Post de los aspectos técnicos y financieros del Proyecto Rehabilitación y del desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas luego de concluidos los trabajos de modernización y reemplazo de equipos y sistemas en la refinería, a fin de determinar si los indicadores de gestión son mejores con la realización de este proyecto y establecer si la inversión produjo los beneficios esperados en relación con los resultados conseguidos.

La presente investigación y evaluación Ex - Post, se realizará, siguiendo las definiciones y normas de evaluación establecidas por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD; y sobre la base de la metodología de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA, que utiliza los criterios de pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad del proyecto, lo que permitirá conocer de manera cualitativa y cuantitativa los cambios positivos o negativos que se dieron en la Refinería Esmeraldas, luego del Proyecto Rehabilitación. Esta evaluación se realizará de la manera más imparcial posible, aplicando el mejor conocimiento y experticia en la gestión de la Refinería Esmeraldas, a fin de que los resultados aporten en el análisis para la toma de acciones correctivas, la mejora y el perfeccionamiento en el manejo de los proyectos y la operación la refinería; tal como lo afirma Stufflebeam, que refiere que la evaluación es también una necesaria faceta del perfeccionamiento (Stufflebeam, 1993, pág. 209)

El Ing. Químico Nelson Chulde, autor de esta investigación, trabajó 22 años en la Refinería Esmeraldas: 1998 – 2012. Se inició como Jefe de Turno y posteriormente se desempeñó como Jefe de Área de las Unidades No Catalíticas 2, y en los años 2008 y 2011 fue Superintendente General. En el proyecto Rehabilitación participó en el equipo técnico en el diagnóstico y definición del alcance de la intervención mecánica de las Unidades No catalíticas y participó durante la primera etapa de ejecución. Por tanto, la trayectoria y conocimiento técnico operativo y administrativo de la REE y la participación directa en la conceptualización y definición del alcance, en la ejecución inicial de este proyecto, constituyen una base teórica y práctica sólida para la evaluación Ex - Post de este proyecto y la determinación e interpretación de los indicadores de desempeño operacional de la refinería, antes y después del proyecto Rehabilitación.

1.1 Pregunta de investigación

¿Cómo se evidencia que el Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas cumplió con los objetivos propuestos y cumplieron las expectativas del Gobierno Nacional en beneficio de la sociedad?

1.2 Objetivo general

Analizar el proyecto de Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas del periodo 2008 - 2017.

1.3 Objetivos específicos

- ❖ Definir la situación de la Refinería Esmeraldas antes del proyecto de Rehabilitación.
- ❖ Realizar la evaluación de indicadores de la Refinería Esmeraldas antes y después del proyecto de Rehabilitación 2008-2017.
- ❖ Proponer un sistema de gestión empresarial para mejorar el desempeño y resultados de la Refinería Esmeraldas.

1.4 Hipótesis

El proyecto de Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas cumplió parcialmente los objetivos propuestos y no satisfizo las expectativas del Gobierno Nacional en beneficio de la sociedad.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Refinería Esmeraldas; configuración y descripción de las operaciones

La Refinería Esmeraldas, desde el año 1998, dispone de una capacidad de refinación de 110.000 barriles/día, diseñada para procesar Crudo Oriente entre 23,5 – 27 °API. El crudo refinado en los años de ejecución del proyecto Rehabilitación 2008-2015 ha tenido una calidad entre 24 de 25 °API.

El esquema de refinación, capacidad de diseño de las unidades de proceso y los combustibles producidos, se muestran en la **Figura 1.2**.

1.5.1.1 Proceso de refinación ¹

La refinación del crudo, producción y despacho de combustibles en la Refinería Esmeraldas, de manera general tiene la siguiente secuencia de procesos:

¹ En base a los Libros de Procesos, Manuales de Operación de la Refinería Esmeraldas y la experiencia operativa y administrativa directa del autor

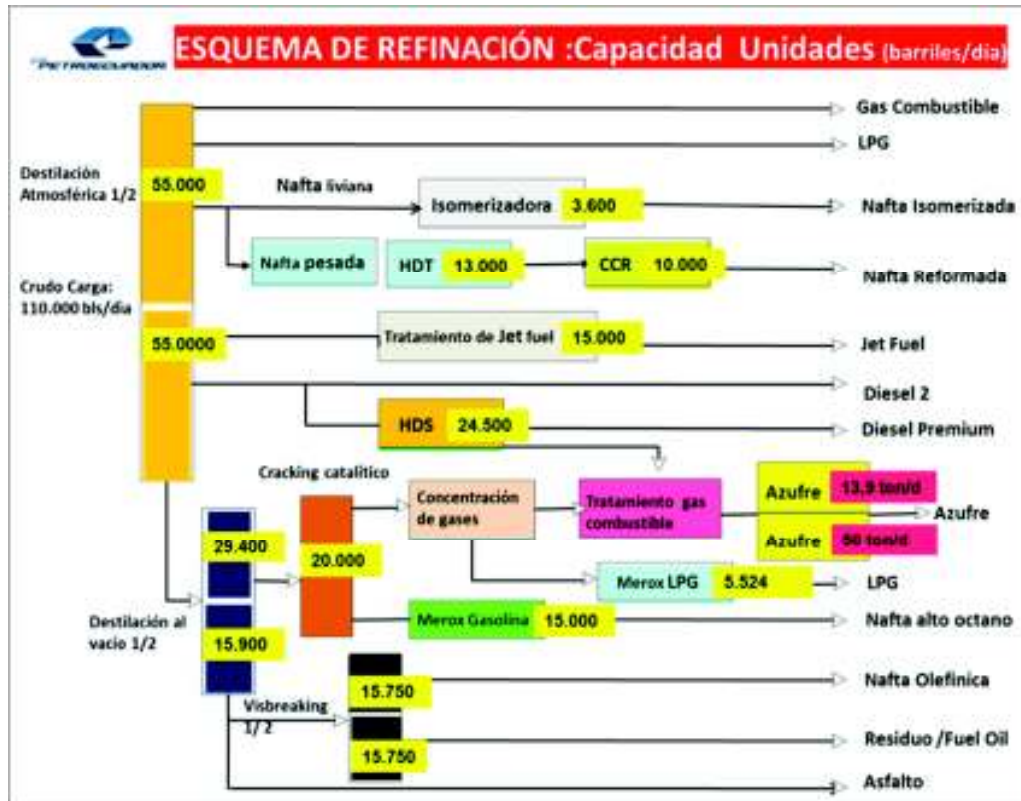


Figura 1.2 - Esquema de procesos de la Refinería Esmeraldas.

Fuente: Elaboración del autor en base a los Process Flow Diagram de la Refinería Esmeraldas

- 1. Recepción y preparación del crudo carga.** - El Crudo Oriente es recibido en los tanques de almacenamiento de la refinería, desde el Sistema Oleoducto Trans Ecuatoriano (SOTE), y luego es dejado en reposo aproximadamente 72 horas, para decantación y eliminación del agua (salmuera o brine) que tiene alto contenido de sales inorgánicas, que son elementos corrosivos en el proceso de destilación.
- 2. Carga a la Unidades de Crudo 1 / 2.-** El Crudo Oriente, 25 °API aproximadamente es calentado hasta 360 °C en hornos de cabina, y es alimentado a una atorre de destilación atmosférica, en la cual por diferencia de volatilidad se separan los cortes de hidrocarburos; los gases y gasolina se salen por el domo de la torre; el jet fuel y el diésel se extraen como fracciones laterales de la torre, y por el fondo sale el crudo reducido, con 14 °API aproximadamente.

3. **Procesamiento de Crudo Reducido en las Unidades de Vacío 1 / 2.-** El crudo reducido que sale aproximadamente a 340 °C, es calentado en hornos hasta 360 °C y alimentado a una torre de destilación al vacío, en donde a presiones de vacío de 10 mm Hg (Presión atmosférica = 760 mm Hg), destilan y se separan los gasóleos por la parte lateral de la torre; y por el fondo se extrae el residuo conocido como asfalto, o fondo de vacío, de 5 °API aproximadamente.

4. **Procesamiento de Fondos de Vacío en las Unidades de Visbreaking 1 / 2.-** El fondo de vacío es sometido a ruptura térmica (cracking térmico), para lo cual se eleva la temperatura hasta 440 °C, a la cual se produce una ruptura moderada de las moléculas pesadas de hidrocarburos, produciendo gases, gasolina, destilados medios y residuo de menor viscosidad, el cual es mezclado con diluyentes para ajustar la viscosidad para comercialización como Fuel Oil.

5. **Procesamiento del gasóleo en la Unidad de Cracking Catalítico Fluido (FCC).-** El gasóleo (fracción de hidrocarburo más pesada que el diésel) obtenido como destilado en la torre de vacío, es cargado al reactor de la Unidad de Cracking Catalítico Fluido (FCC), en el cual a temperatura de 520 °C y en contacto con un catalizador de reacción, se produce la ruptura catalítica de las moléculas, que luego entran a una torre de fraccionamiento, donde se separan las corrientes de Gas Combustible y Gas Licuado de Petróleo (GLP), nafta de alto octano (NAO) y aceites diluyentes, que se retiran por el fondo de la torre, los cuales son enviados a mezcla con el residuo de Visbreaking para producir Fuel Oil.

EL GLP y la Nafta de Alto Octano pasan por procesos de tratamiento para el retiro de compuestos de azufre, ácido Sulhídrico (H₂S) y mercaptanos (R-S-H, R-S-R) para disminuir la corrosividad y cumplir con el parámetro de corrosión a la lámina de cobre de las normas INEN ecuatorianas.

6. **Procesamiento de la nafta pesada en las Unidades HDT y CCR.-** La nafta pesada producida en las unidades de Crudo 1 y 2, de bajo octanaje, menor a 60 RON, es procesada en la Unidad Hidrotratamiento de naftas (HDT) para eliminar el azufre y preparar las condiciones de la carga para su ingreso a la Unidad de reformación, Continuos Catalytic Reforming (CCR), en donde a una temperatura de 480 °C y en presencia de un catalizador de reacción, se produce la reconfiguración o cambio de

la estructura molecular de los compuestos de la nafta pesada, hidrocarburos parafinados (cadenas lineal) son transformados en compuestos aromáticos (anillos), principalmente Benceno, Tolueno y Xileno (BTX), produciendo la nafta reformada de alto octanaje, 85 RON. Sin embargo, incrementado la severidad el proceso, puede alcanzar 100 RON.

Como subproducto de las reacciones de reformación, se produce el Hidrógeno, elemento que es utilizado para los procesos de hidrodesulfurización de la nafta pesada y el diésel, en los procesos HDT y HDS.

7. Procesamiento del Diésel 2 en la Unidad Hidrodesulfurizadora de Diésel (HDS).-

El diésel 2 obtenido en las unidades de Crudo 1/2 , con una concentración de azufre alrededor de 0,7% en peso (7.000 ppm), es procesado en un reactor en presencia de catalizador de reacción e hidrogeno y a una temperatura de 335 °C, condición en la cual los compuestos de azufre, se descomponen y reaccionan con el hidrogeno para formar ácido sulfhídrico que es separado, obteniéndose el Diésel Premium, con un contenido de azufre menor de 500 ppm.

8. Mezcla de productos intermedios para producir combustibles terminados. - El

GLP, Jet Fuel y Diésel Premium, pueden ser despachados de manera directa una vez que salen de los procesos de refinación y tratamiento para retirar contaminantes. Las demás corrientes de productos intermedios participan como componentes en la preparación de gasolinas, fuel Oil y el asfalto RC 250.

1.5.1.2 Preparación de Gasolinas

La producción de gasolinas está en función directa del °API del crudo refinado en las Unidades de Crudo 1 y 2 y la capacidad de operación de las unidades FCC y Reformadora de naftas (CCR). De las unidades de Crudo, se obtienen la nafta ligera y nafta pesada, ambas de bajo octano, 74 y 53 aprox. (REFINERÍA ESMERALDAS, 2009), respectivamente; la unidad FCC produce Nafta de Alto Octano, pero con alto contenido de azufre, alrededor de 1400 ppm; la CCR, produce nafta reformada, de alto octano, alrededor de 80 RON, pero con alto contenido de hidrocarburos aromáticos (Benceno, Xileno, Tolueno, BTX). Estas naftas, más la NAO importada, de bajo contenido de azufre,

aproximadamente 10 ppm, se mezclan en proporciones variables para producir Gasolina Extra y Súper, dentro de las especificaciones de calidad establecidas en la norma NTE INEN 935.

Cada una de las naftas tiene propiedades fisicoquímicas muy diferentes, por lo que para obtener la mezcla correcta de las Gasolinas Extra y Súper, se aplica un programa de optimización, que balancea las propiedades de los componentes, entre varias restricciones, para llegar al objetivo en cada parámetro y cumplir lo que establece la norma NTE INEN 935. Gasolinas. El resultado es la determinación de los volúmenes de mezcla que intervendrán en la preparación de cada “batch” de la Gasolina Extra y Súper.

En la Tabla 1.2, se muestran las corrientes de naftas producidas en la Refinería Esmeraldas, que son utilizadas para la mezcla en el proceso de la preparación de la Gasolina Extra y Súper. Las principales propiedades fisicoquímicas de estas naftas son: el número de octano (RON), concentración de azufre, contenido de hidrocarburos como, aromáticos, benceno, olefinas, así como la destilación y la presión de vapor.

Tabla 1.2. Naftas y propiedades fisicoquímicas para la preparación de gasolinas

NAFTA	°API	Research					Destilado al 10% V	Presión de Vapor Reid (PVR)
		Octane Number (RON)	Aromáticos (% vol.)	Azufre ppm	Benceno (%vol.)	Olefinas (%vol.)		
Nafta Liviana	82,0	73,80	0,91	5	0,03	0,55	44,00	81,1
Nafta Pesada	56,0	53,00	8,62	40	0,24	1,72	102,00	13,7
Nafta Reformada CCR	47,9	85,40	8,62	2	1,90	1,60	98,00	20,3
Nafta Tratada FCC	58,9	93,00	8,62	1.477	0,51	28,80	50,00	61,5
Nafta HDT	56,7	54,00	8,62	60	0,31	2,80	99,00	15,1
NAO Importada	57,5	92,80	8,62	24	1,37	19,90	56,00	53,0

Fuente: Elaboración propia en base al programa de mezclas de gasolinas.

1.5.1.3 Preparación de Fuel Oil.

El Fuel Oil es obtenido de la mezcla del residuo de las Unidades de Visbreaking, los aceites cíclicos que se producen en la unidad de FCC y el Cutter Stock, que es un diluyente

importado. En Refinería Esmeraldas se producen el Fuel Oil No. 4, de 4.000 Segundos Redwood de viscosidad, para consumo nacional; y, el Fuel Oil No 6, de 6.000 Segundos Redwood, para exportación. Las proporciones aproximadas de diluyente para la preparación de Fuel Oil No 4 y 6, son aproximadamente 28 y 25 % en volumen.

1.5.1.4 Preparación de Asfaltos

Refinería Esmeraldas produce el Asfalto AC 20 y el RC 250, que se utilizan dependiendo de la aplicación requerida. El AC 20, se caracteriza por cumplir parámetros de viscosidad, ductilidad, penetración, resistencia al envejecimiento. El RC 250 o de rápido curado, se prepara mezclando con nafta pesada, aproximadamente en un 25 % en volumen, que se utiliza para aplicaciones en donde se requiere que el asfalto se fije rápidamente.

1.5.2 Definición de Proyecto.

Un proyecto es un esfuerzo temporal para crear un producto, un servicio o un resultado que genera un impacto social, ambiental y económico, se dice temporal porque todo proyecto tiene un principio y un fin, independientemente si el producto, servicio o resultado perdura en el tiempo o no (Project Management Institute, Inc., 2013).

Según Spag, un proyecto es:

“...la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver... Cualquiera sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona humana” (Sapag Chain & Sapag Chain, 2011, p.1).

El autor se enfoca en la necesidad de solucionar algo y menciona que existe una primera etapa en la cual se prepara el proyecto, determinando la inversión, costos y beneficios, luego se tiene una segunda etapa en la que se evalúa o se mide la rentabilidad de la inversión, dándose esto en la etapa de pre-inversión.

Para llevar a cabo un proyecto existen varias fases, desde su invención, planificación, evaluación de factibilidad, la implementación y el posterior seguimiento y control.

La evaluación de un proyecto se la puede realizar en cada fase de este, tal como se ilustra en el esquema de la **Figura 1.3**.



Figura 1.3 - Tipos de evaluación durante el ciclo de vida de un proyecto.

Fuente: (ILPES/CEPAL, 2006)

1.5.3 El Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas

1.5.3.1 Conceptualización del proyecto Rehabilitación

La conceptualización del proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, se concreta en el 2008, como una acción correctiva necesaria, siendo su objetivo principal, recuperar la integridad mecánica de toda la refinería, mediante la renovación y modernización tecnológica de los principales equipos de todas las plantas de refinación que componen la Refinería Esmeraldas. Este proyecto, en la práctica fue la agrupación de necesidades de mantenimiento y mejoras tecnológicas de los equipos principales.

El alcance de la intervención para cada planta fue elaborado con la participación de todas las jefaturas responsables de cada unidad de refinación, que disponían del mejor y directo conocimiento de la condición operativa y mecánica de los equipos, sobre la base de: los informes de inspección técnica, que describían la condición de los equipos y la necesidad de reparación o reemplazo; y, de informes especializados de licenciantes como UOP y

General Eléctric. La ingeniería conceptual y básica para cada subproyecto se desprende de los diseños de los licenciados de los procesos de refinación UOP, AXENS y de los constructores de la refinería original y sus ampliaciones, CHIYODA Y TECNICAS REUNIDAS. El alcance del Proyecto Rehabilitación inicia con una cartera de 25 subproyectos, cuya descripción y presupuesto inicial se muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Alcance y presupuesto del proyecto Rehabilitación 2008

PROYECTO REHABILITACIÓN REFINERÍA ESMERALDAS		
No.	SUBPROYECTO	PRESUPUESTO
1	Sistema de agua cruda	3.341.022
2	Sistema de clarificación de agua	260.346
3	Sistema de agua de enfriamiento	1.269.778
4	Sistema de desmineralización	1.292.299
5	Sistema de generación de vapor y agua alimentación	17.252.960
6	Sistema de generación eléctrica	1.167.984
7	Sistema de aire	2.184.688
8	Sistema de gas combustible	31.656
9	Sistema de efluentes	7.721.162
10	Crudo, vacío, VISBREAKING 1 y 2	17.252.960
11	FCC Reactor, planta Sosa gastada	66.699.911
12	Planta de nitrógeno	203.155
13	Asfaltos	1.774.413
14	Sistema de drenajes	190.876
15	Fugas de vapor en plantas	216.208
16	Fugas de aire en plantas	249.089
17	UPS	489.559
18	Válvulas semiautomáticas - drenaje de tanques	188.753
19	Sistema de monitoreo continuo emisiones fuentes fijas	4.666.961
20	Vaccum Truck	526.402
21	Equipos y repuestos	14.230.353
22	Equipo de inspección técnica y normas	797.844
23	Equipo de laboratorio	4.841.495
24	Programa de estabilización de refinería y capacitación	20.238.680
25	Software de ingeniería	49.716
Subtotal		167.138.270
12% IVA		20.056.593
Total		187.194.865

Fuente: Tomado de Diagnóstico de la Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS (SENPLADES, 2008)

Los subproyectos referidos en la Tabla 1.3, por consideraciones técnicas y económicas, para la ejecución, se agruparon en tres fases:

- ❖ **Fase 0:** Fase de sostenimiento: proyectos de inversión que ayudarían estabilizar o sostener la operación de la REE, mientras se ejecutaban las fases 1 y 2.
- ❖ **Fase 1:** Comprendió el cambio del reactor – regenerador de la Unidad de Cracking Catalítico Fluido, FCC.
- ❖ **Fase 2:** Comprendió la intervención en las Unidades No Catalíticas 1(Crudo 1 y 2, Vacío 1 y 2, Visbreaking 1 y 2), Utilidades (Generación eléctrica, vapor, aire, agua), Efluentes, equipamiento de talleres de mantenimiento y otros.

En el año 2011, la ejecución de las fases del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas tenía el avance que se muestra en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Avance de la ejecución del Proyecto Rehabilitación año 2011

PROGRAMA REHABILITACIÓN DE REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS											
CONTROL DE AVANCE DEL PROGRAMA											
REHABILITACION REFINERIA ESMERALDAS											
	PROYECTO	AVANCE FEB 2011	MONTO DE CONTRATOS	EJECUTADO 2008	EJECUTADO 2009	EJECUTADO 2010	PROGRAMADO 2011	PROGRAMADO 2012	PROGRAMADO 2013	MONTO DE CONTRATOS	
1	Fase: Sostenimiento	P	25,78	\$ 275.209.251,60	\$ 4.210.673,51	\$ 26.577.200,78	\$ 23.637.766,33	\$ 92.993.007,02	\$ 85.077.568,98	\$ 42.713.034,98	\$ 275.209.251,60
		E	24,93								
2	Fase I: Contrato 2008172 SK E&C	P	70,88	\$ 230.897.614,00	\$ 56.725.516,50	\$ 1.463.998,20	\$ 56.189.456,30	\$ 91.041.322,00	\$ 25.477.321,00	\$ 230.897.614,00	
		E	78,24								
3	Fase II: Ingeniería, Procura y Construcción	P	42,71	\$ 349.304.300,28		\$ 79.324.894,80	\$ 130.461.263,07	\$ 110.743.422,85	\$ 28.774.720,11	\$ 349.304.300,83	
		E	35,37								
TOTAL AVANCE PLANIFICADO		P	39,92	\$ 855.411.165,88	\$ 4.210.673,51	\$ 83.302.717,28	\$ 104.426.659,33	\$ 279.643.726,39	\$ 286.862.313,83	\$ 96.965.076,09	\$ 855.411.166,43
TOTAL AVANCE EJECUTADO		E	36,99								

Fuente: Informe de la Subgerencia de Proyectos de PETROINDUSTRIAL, 2011

1.5.3.2 Objetivos y metas del Proyecto Rehabilitación

En la Tabla 1.5, se resumen los objetivos y metas de este proyecto, tomados de la ficha técnica de SENPLADES y del Informe de Gestión de PETROECUADOR del año 2008-2009.

Tabla 1.5. Objetivos y metas del Proyecto Rehabilitación.

INDICADORES DE OPERACIÓN, CONFIABILIDAD, PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DE LA REE	SITUACION ANTES DEL PROYECTO (1998 -2008)	OBJETIVOS AL FINALIZAR EL PROYECTO
Incrementar la capacidad de operación	84%(92.400 BPD)	100%(110.000BPD)
Disminuir "paros emergentes"	61 paros emergentes de unidades de refinación	Operación continua, sin paros emergentes.
Incrementar la producción de LPG en 16%, BPD	3.503	4.063
Incrementar la producción de gasolina en 20%, BPD	24.215	29.058
Incrementar la Producción de Diésel 2 en 16%, BPD	19.982	23.179
Disminuir 8.000 BPD de residuo generado, BPD	40.342	32.342
Disminuir costos de refinación, USD/barril	3,67	> menor que 3,67

Fuente: Elaboración del autor en base al Informe de Gestión de Petroecuador (PETROECUADOR, 2009) y Diagnóstico de la Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS (SENPLADES, 2008)

1.5.3.3 Costo del Proyecto Rehabilitación

En la Tabla 1.6 se muestra el presupuesto original y los incrementos durante la ejecución del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, cifras que se basan en el informe de Contraloría General del Estado, DA3-0014-2012, que refiere el costo inicial y los incrementos desde el 2005 al 2011, así como el informe final de la empresa fiscalizadora internacional del proyecto, que reporta que entre el 2008 hasta el 2016, el costo ascendió al monto de USD. 2.177.586,97 (Worley Parsons, 2016).

Tabla 1.6. Presupuesto inicial e incremento del costo del proyecto

INCREMENTO DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO REHABILITACION	
Año	Valor (USD)
Presupuesto inicial, 2005	127.000.000,00
Actualización del presupuesto, 2007	187.194.865,00
Presupuesto proyectado al año 2013	855.411.165,90
Costo final, 2016	2.177.565.472,97

Fuente: Informe DA3-0014-2012 (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO, 2012): Informe Final de La Fiscalizadora del proyecto

1.5.3.4 Tiempo de ejecución del Proyecto Rehabilitación (cronograma)

El inicio del proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, fue en junio de 2008, con la firma de la Resolución 055 – DIR de 10 de junio de 2008, mediante la cual el Directorio de Petroecuador dispuso que el Comité de Gestión designado asuma el control de la ejecución del proyecto. El contrato suscrito con UOP para el diseño del nuevo Reactor de la Unidad de FCC, el 27 de julio de 2008, se convierte en el primer contrato del Proyecto Rehabilitación, por lo que el plazo se contabiliza desde esta fecha, el cual se incrementó conforme a la siguiente cronología:

✓ **Fecha de inicio del proyecto:** Junio / 2008

✓ **Plazo 0: hasta Octubre / 2010**

Considerando el plazo estimado era 29 meses, (SENPLADES, 2008). Este es un plazo preliminar estimado, el cual no es real, pues no se basa en ningún contrato firmado.

✓ **Plazo 1: Noviembre / 2012**

Este es el plazo real, determinado sobre la base de la suscripción de los contratos 2011094 y 2010014 con S&K para las fases I y II. Para esta evaluación se considera como la línea base del plazo del proyecto

Fase I:

- Parada cero: 21 días 2 al 23 de diciembre de 2011
- Parada uno: 30 de marzo de 2012 al 10 de noviembre de 2012

Fase II

- Finaliza febrero 2012 (cronograma plazo contrato 2010014)

✓ **Plazo 2: Octubre / 2013**

Fase I:

- Parada cero: 21 días 2 al 23 de diciembre de 2011
- Parada uno: 1 de agosto de 2012 al 15 de marzo de 2013

Fase II:

- Parada de Crudo, Vacío y Visbreaking 1:1 de octubre de 2012 al 28 de febrero de 2013
- Parada de Crudo, Vacío y Visbreaking 2: 1 de mayo al 15 de octubre de 2013 (CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO, 2014)

✓ **Plazo 3: Junio / 2014**

El Plan Operativo, POA 2013 de Petroecuador, estableció el siguiente cronograma con nuevos plazos para la ejecución de los trabajos objeto del proyecto rehabilitación. Con esta acción, el plazo del proyecto se extendió hasta el año 2014.

✓ **Plazo 4: Octubre / 2015**

Cronograma final de los paros de refinería y de las unidades objeto de intervención de los trabajos de rehabilitación, culminarían en agosto de 2015, tal como lo evidencian los cronogramas de los años 2014 y 2015.

El cronograma final de paradas de la Refinería Esmeraldas para la ejecución de los trabajos del proyecto Rehabilitación se muestra en la **Figura 1.4**.

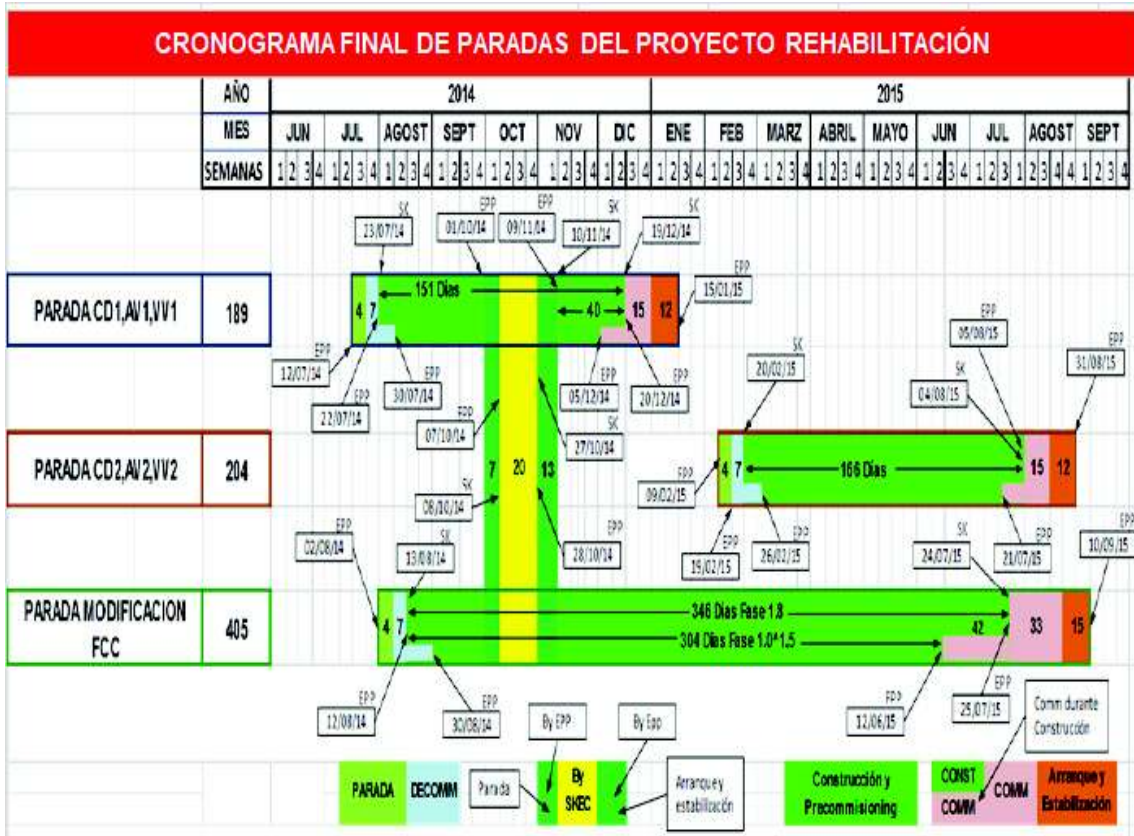


Figura 1.4 - Cronograma final de parada de unidades de la Refinería Esmeraldas
Fuente: Informe de la Subgerencia de Proyectos de la Gerencia de Refinación, 2014.

1.5.3.5 Causas del incremento de alcance y costo del proyecto

La Refinería Esmeraldas maneja dos fuentes presupuestarias; el presupuesto de operaciones, que agrupa todas las necesidades para mantener la operación y mantenimiento continuo de la refinería; y el proyecto de inversiones, que agrupa los recursos para los proyectos de inversión.

La operación de la Refinería Esmeraldas y el Proyecto Rehabilitación desde el 2008 hasta inicios del 2012, habían sido gestionados con el mejor criterio técnico priorizando el gasto y realizando las contrataciones de obras y servicios en apego a la normativa de contratación vigente y en condiciones de costo y plazo razonables y beneficiosos para la refinería.

A partir del 2012, la administración entrante impuso un giro diferente a la gestión de la refinería y del proyecto, bajo el argumento de que se había contratado una rehabilitación parcial y no integral, propició la proliferación de contratos complementarios y nuevos contratos con montos exorbitantes, con cargo al presupuesto de operaciones y de inversiones. Este nivel de gasto e inversión no tiene precedentes en la gestión de la Refinería Esmeraldas por administraciones anteriores.

Los reportajes de El Comercio el 23 y 24 de abril de 2017, "**Carlos Pareja disparó los contratos en la refinería**" (El Comercio, 2017) y "**Refinería: 537 millones en contratos complementarios**" (El Comercio, 2017), dan cuenta del manejo discrecional e irregular de los contratos.

Además, los procesos de contratación en esa administración se realizaron de manera habitual aplicando la figura del "*giro específico del negocio*", a diferencia de las contrataciones realizadas en años anteriores, que fueron realizadas mayoritariamente mediante licitación.

El reportaje de El Comercio del 23 de enero refiere que "*...en el periodo de Pareja se adjudicaron, sin concurso, 64 contratos bajo la figura de giro específico del negocio.*" (El Comercio, 2017). El resultado de este manejo económico en el periodo 2012-2015, fue un incremento descomunal en los presupuestos de operaciones e inversiones de la refinería.

Los contratos originales que se habían suscrito en los años anteriores al 2012, tuvieron varios contratos complementarios, tal como lo refiere el reportaje de El Comercio, que indica que la Gerencia de Refinación suscribió contratos que tienen desde uno hasta ocho contratos complementarios, que suman hasta 16 veces más el valor del contrato original.

En las Figura 1.5 se muestra la variación e incremento del presupuesto de operaciones en la Refinería Esmeraldas desde el año 2009 al 2016, evidenciándose un descomunal incremento a partir del año 2012, presupuesto que sube desde menos de 34 millones hasta alcanzar 306 millones en el 2015, lo cual no tiene sustento técnico, ya que la refinería no incrementó los volúmenes de producción de combustibles que en los años anteriores al 2012. Este incremento del presupuesto operativo que no reflejó mayor producción evidentemente incrementó alrededor de 5 veces el costo de refinación, con respecto a los años 2011-2012.



Figura 1.5 - Presupuesto operativo en Refinería Esmeraldas 2009-2016
Elaboración del autor en base a reportaje de El Comercio. (El Comercio, 2017)

En la Figura 1.6, se evidencia que de forma similar, el presupuesto de inversiones se incrementó de 90 millones en el 2009, hasta 354 millones en el 2015, lo que generó que el costo del proyecto haya aumentado desmesuradamente.

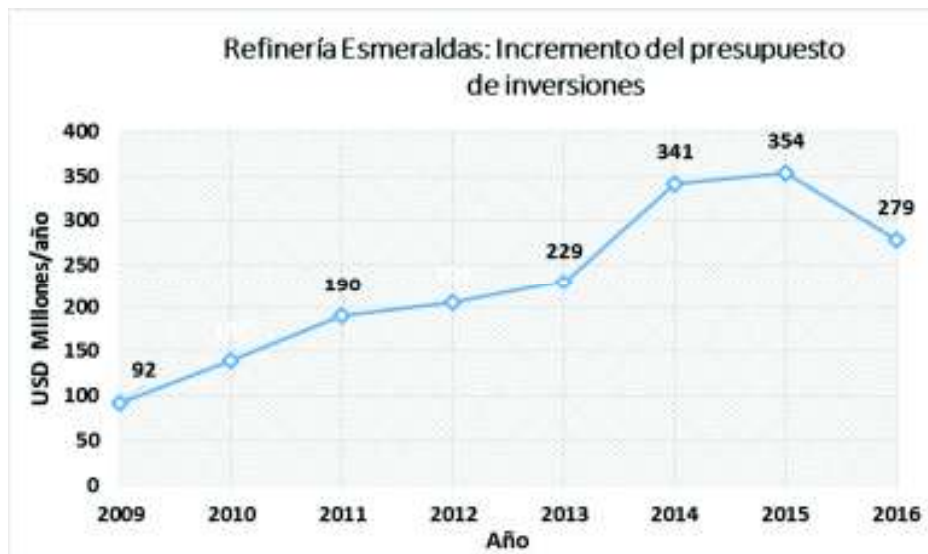


Figura 1.6 - Presupuesto de inversiones en Refinería Esmeraldas 2009-2016
Elaboración del autor en base a reportaje de El Comercio. (El Comercio, 2017)

1.5.3.6 Finalización del proyecto y arranque de Refinería Esmeraldas Rehabilitada

Con la ejecución de los paros programados en el 2014 y 2015, este proyecto se da por finalizado, teniendo en el último trimestre del 2015, el arranque de la Unidad de FCC y de la Unidades de Crudo 2, Vacío 2 y Visbreaking 2.

El 17 de diciembre de 2015, las autoridades de Petroecuador y del País, realizan un evento con un arranque “simbólico” de la Unidad de FCC. La prensa recoge criterios de la EP PETROECUADOR, y resalta los beneficios que este proyecto tendría para el País, que se resumen en las declaraciones del Gerente de Petroecuador de ese entonces:

“Los trabajos de rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, que incluye la implementación de la nueva Unidad de Fraccionamiento Catalítico Fluido (FCC) se inauguraron este jueves 17 de diciembre de 2015 (...)

“Con esta nueva infraestructura, la refinería que durante 20 años tenía una operación disminuida, ahora trabajará al 100% de su capacidad. (...) Esto representa un 20% más de gas licuado de petróleo, 15% más de naftas y 38 % más de producción de este centro refinador, según Alex Bravo, gerente general de Petroecuador” (El Comercio, 2015).

1.5.4 Conceptos y normas en la evaluación de proyectos de inversión

La evaluación en el sentido más general se refiere a la acción que permite *indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular* la importancia de una determinada cosa o asunto. (<https://definicion.de/evaluacion/>, 2012). En cualquier caso, se entiende que una evaluación, permite conocer a detalle un determinado asunto, objeto o acción y emitir criterios al respecto, tal como lo enfoca la siguiente definición: “Proceso para emitir juicios de valor” (Schuman, 1967).

A nivel investigativo, Stufflebeam y Shinkfield (1993) definen la evaluación como:

“El proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los

problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados". (Stufflebeam, 1993, pág. 183)

Para la evaluación de proyectos, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA, refiere que:

"La evaluación, se entiende como el proceso de recolección y análisis sistemático de evidencias con el propósito de mejorar el entendimiento del objeto evaluado, así como tener la capacidad de emitir opiniones respecto al mismo." (JICA, 2012, pág. 13)

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2012) en la guía para realizar evaluaciones finales de proyectos, expresa la política de evaluación en los siguientes términos.

"Las evaluaciones de los proyectos examina la eficacia y la eficiencia con la que un proyecto logra los resultados deseados. También evalúan la relevancia y sostenibilidad de los rendimientos como contribuciones a los resultados a mediano y largo plazo."

"Los proyectos se pueden evaluar (...) después de un periodo posterior a la finalización del proyecto (evaluación a posteriori)."

"La evaluación de los proyectos puede resultar invaluable para la gestión de los resultados, y sirve para reafirmar la responsabilidad de los gerentes, (...).

"Además, la evaluación de un proyecto proporciona la base para el análisis de los resultados y los programas, así como también para las evaluaciones estratégicas..." (PNUD, 2012, pág. 1)

Para que la evaluación de un proyecto sea objetiva, verisímil y creíble, debe basarse en los hechos reales, sin distorsión ni criterios prestablecidos, que afecten a la veracidad de los resultados y sus conclusiones.

En la Tabla 1.7 se muestran las normas de evaluación del PNUD, las mismas que deben ser aplicadas por los evaluadores de proyectos.

Tabla 1.7. Normas para la evaluación de proyectos

NORMAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	
Independiente	La Administración no debe imponer restricciones en el alcance, contenido, comentarios y recomendaciones de los informes de evaluación. Los evaluadores deben estar libres de cualquier conflicto de intereses.
Intencionada	El fundamento de una evaluación y de las decisiones que se deben basar en ella deberían ser claros desde el principio
Transparente	Una consultación significativa con las partes interesadas es esencial para la credibilidad y utilidad de la evaluación
Ética	La evaluación no debería reflejar intereses personales o sectoriales. Los evaluadores deben tener integridad profesional, respetar los derechos de instituciones e individuos a proporcionar información de forma confidencial, y ser sensibles a las creencias y costumbres de los entornos culturales y sociales locales
Imparcial	Eliminar los sesgos y maximizar la objetividad son críticas para la credibilidad de la evaluación y su contribución al conocimiento.
De alta calidad	Toda evaluación debería cumplir unos estándares mínimos de calidad definidos por la Oficina de Evaluación
Oportuna	Las evaluaciones deben estar diseñadas y completadas de forma oportuna, de manera que aseguren la utilidad de los hallazgos y recomendaciones.
Útil	La evaluación es una disciplina de gestión que trata de proporcionar información para que se utilice en la adopción de decisiones basadas en las evidencias. Para aumentar la utilidad de las conclusiones y recomendaciones, las principales partes interesadas deben estar involucradas de diferentes formas en la realización de la evaluación.

Fuente: Manual de Planificación, Seguimiento y Evaluación de los Resultados del Desarrollo, PNUD, 2009

1.5.4.1 Indicadores de Evaluación

Los indicadores constituyen “*una relación cuantitativa entre dos cantidades que corresponden a un mismo proceso o ... a diferentes*” (Franklin, 2001, p.94), y sirven de marco de referencia para evaluar los resultados de la gestión dentro de una institución, calificando un sistema como exitoso o efectivo, de acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos. (Franklin, 2001)

Un sistema de indicadores ayuda a realizar comparaciones, “*elaborar juicios, analizar tendencias y predecir cambios... medir el desempeño de un individuo, de un sistema y sus niveles, de una organización... la efectividad de los procesos...*” (Franklin, 2001).

Los indicadores se dividen en tres grupos de acuerdo con su nivel de aplicación:

- a. **Indicadores estratégicos.** - aquellos que definen el “logro de los objetivos estratégicos en relación con la misión de la unidad responsable” dentro de actividades, programas especiales, proyectos organizaciones y de inversión (Franklin, 2001)
- b. **Indicadores de gestión.** - aquellos que informan sobre procesos y funciones clave, para controlar una operación, prevenir e identificar desviaciones, determinar costos unitarios por áreas y programas y verificar el logro de metas y/o desviaciones (Franklin, 2001).
- c. **Indicadores de servicio.** - aquellos que miden la satisfacción del cliente, proveedores, la calidad de productos y servicios, y que sirven para mejorar acciones y elevar la calidad hacia el cliente (Franklin, 2001).

1.5.4.2 Indicadores para la evaluación de un proyecto

En la evaluación de un proyecto, se utilizan indicadores para valorar los resultados, en términos de cumplimiento de los objetivos del proyecto, para lo cual se deben diseñar indicadores que cubran los fines y metas del proyecto². Los indicadores pueden ser cualitativos y cuantitativos:³

Los indicadores cualitativos. - muestran el criterio o juicio, opiniones, percepciones y actitudes de satisfacción o desaprobación de las partes interesadas frente al resultado del proyecto.

Los indicadores cuantitativos. - son medidas estadísticas que miden resultados de un proyecto en términos de número, porcentaje, índices, relación, etc.

Para la evaluación del avance de los resultados de un proyecto, El PNUD establece tres tipos de indicadores: de impacto, de efectos y de productos, siendo sus principales características las indicadas en la Tabla 1.8.

² JICA. “Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública”, 2012, pág. 44.

³ PNUD, “MANUAL DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE DESARROLLO”, 2009, pág. 61.

Tabla 1.8. Tipos de indicadores en la evaluación de proyectos

Tipos de indicadores y características	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los indicadores de impacto describen los cambios en la vida de las partes interesadas y el desarrollo a nivel local o nacional. ✓ Proporcionan una imagen general de si se están dando los cambios de mejora o desarrollo esperados.
Efecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los indicadores de efecto evalúan avances en relación con efectos específicos. ✓ Ayudan a verificar que realmente se han dado los cambios positivos buscados
Productos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los indicadores de productos evalúan avances en relación con productos específicos. ✓ Determinan los avances o cumplimiento de los productos o entregables ✓ Se puede medir el producto o entregable en términos de si se ha conseguido o no.

Fuente: Elaboración del autor adaptado del "Manual de Planificación, Seguimiento y Evaluación de los Resultados de Desarrollo". (PNUD, 2009, pág. 63)

La formulación de los indicadores para la evaluación de un proyecto, conforme a la metodología del PNUD, se desprende principalmente de las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo medir si se logrado los resultados esperados?
- ¿Qué tipo de información puede demostrar el cambio positivo?

Los indicadores deben ser, específicos, medibles, asequibles, pertinentes y limitados por el tiempo (SMART), cuyas características se muestran en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Características de los indicadores

Indicadores S.M.A.R.T y sus características	
S	Específicos. - ¿Es el indicador lo suficientemente específico como para medir avances hacia los resultados?
M	Medibles. - ¿Es el indicador una medida clara y confiable de los resultados?
A	Asequibles. - ¿Son realistas los resultados para los que el indicador busca registrar avances?
R	Pertinentes. - ¿Es el indicador pertinente para los efectos y productos buscados?
T	Limitados por el tiempo. - ¿Están los datos disponibles con un esfuerzo y costes razonables?

Fuente: Elaboración del autor adaptado del “Manual de Planificación, Seguimiento y Evaluación de los Resultados de Desarrollo”. (PNUD, 2009, pág. 61)

1.5.5 Evaluación Ex - Post de Proyectos

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA, en el libro “*Pautas “Generales para la Evaluación Ex - Post de Proyectos de Inversión Pública”* define la evaluación y la Evaluación Ex Post en los siguientes términos:

“... la evaluación ex - post se define como una evaluación objetiva y sistemática sobre un proyecto cuya fase de inversión ha concluido o está en fase de post inversión. El objetivo es determinar la pertinencia, eficiencia, efectividad, impacto y la sostenibilidad a la luz de los objetivos específicos que se plantearon en la preinversión.” (JICA, 2012, pág. 13)

La utilidad práctica de una evaluación Ex - Post, es que debe proveer información útil y verosímil, así como servir de aprendizaje para mejorar la gestión de los procesos de análisis, planificación y ejecución de proyectos; así como, transparentar los resultados de la inversión del proyecto en términos de éxito o fracaso del proyecto. (JICA, 2012)

El PNUD, define la evaluación Ex - Post, como un tipo de valuación aditiva de una iniciativa después de la conclusión, que generalmente se realiza dos años, o más, después de

finalizar. El objetivo de esta evaluación es estudiar si un proyecto ha servido para el objetivo para el que fue creado (PNUD, 2009).

JICA propone los criterios de ***pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad***, cuyas características se indican en la Tabla 1.10.

Tabla 1.10. Los cinco criterios de la Evaluación Ex Post

Criterio	Descripción
Pertinencia	Medida en que los objetivos del proyecto fueron coherentes con las necesidades del País.
Eficiencia	Medida en que los recursos / insumos (fondos, tiempo, etc.) se han convertido económicamente en productos (outputs) del proyecto
Eficacia	Medida en que se lograron los objetivos del proyecto
Impacto	Cambios de largo plazo, positivos y negativos producidos directa o indirectamente por los resultados del proyecto
Sostenibilidad	Continuidad en la generación de los beneficios del proyecto, luego de su finalización. Se asocia con la capacidad de mantener los beneficios a lo largo del tiempo.

Fuente: Elaborado por el autor en base a las “Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública” (JICA, 2012)

1.5.5.1 Proceso de evaluación ex post del Proyecto Rehabilitación

Conforme a la propuesta metodológica de JICA, 2012, la evaluación Ex – Post, puede realizarse mediante los siguientes tipos de comparación:

- a) Planificado versus logrado (**P/L**)
- b) Antes versus después (**A/D**)
- c) Con proyecto versus sin proyecto (**CP/SP**)
- d) Comparación con estándares y/o promedios o línea base (**CP/LB**)
- e) Comparación temática (**T**)

La evaluación cuantitativa Ex Post del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, se realizará aplicando las comparaciones a) y d). En la Figura 1.7, se ilustra el modo de las comparaciones a efectuarse.

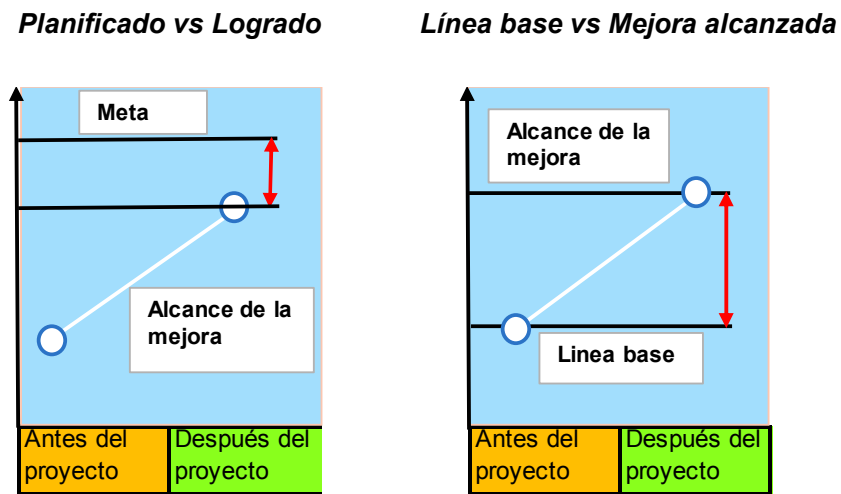


Figura 1.7 - Tipos de comparación en la evaluación Ex Post
Fuente: (JICA, 2012)

Los indicadores de procesamiento de carga y producción de combustibles serán comparados como planificado vs logrado, ya que se tienen objetivos de mejora planificados al inicio del proyecto; mientras que los indicadores de paros emergentes y costo de refinación, se aplicará la comparación de línea base, tomando como referencia los valores del periodo 1998 - 2008.

La evaluación ex post para la Refinería Esmeraldas, luego de desarrollado el proyecto de Rehabilitación se realizará en dos enfoques:

1. Evaluación Ex post de la ejecución del proyecto Rehabilitación, en lo que se refiere al Alcance, Costo y Tiempo.
2. Evaluación del desempeño operacional, de producción, de integridad mecánica y eficiencia de la refinería, luego del proyecto Rehabilitación, periodo 2016 – 2017 para su posterior comparación con los resultados del periodo 1998 – 2008.

1.5.6 Evaluación Ex – Post del Proyecto Rehabilitación

1.5.6.1 Evaluación Ex – Post del alcance, costo y tiempo del proyecto

Los criterios de evaluación e indicadores correspondientes de eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad, en la ejecución del proyecto se muestran en la Tabla 1.11.

Tabla 1.11. Indicadores para la evaluación Ex -Post del Proyecto Rehabilitación

Criterio de Evaluación	Indicador	Tipo de evaluación	Fuentes de información
Pertinencia	SI / NO	Cualitativa	Informes de Proyecto
Eficiencia /Eficacia	Índice de Alcance	Cuantitativa	Información del proyecto
	Índice de costos	Cuantitativa	Información del proyecto
	Índice de plazo	Cuantitativa	Información del proyecto
Impacto	Positivo/negativo	Cualitativa	Opinión pública sobre proyecto y REE
Sostenibilidad	Buena/Regular/ Baja	Cualitativa	Informes EPP sobre proyecto y REE

Fuente: Elaborado por el autor en base a las Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública (JICA, 2012)

1.5.6.2 Evaluación del desempeño Ex - Ante y Ex – Post de la Refinería Esmeraldas

La evaluación del desempeño operacional, de producción de combustibles, eficiencia e integridad mecánica de la Refinería Esmeraldas, antes y luego de la finalización del Proyecto Rehabilitación se realizará con la determinación de los indicadores establecidos en la Tabla 1.12.

Para esta evaluación, se aplicarán las comparaciones de **(P/L), planificado vs logrado**, para la variación de los volúmenes de procesamiento de crudo y la producción de combustibles. Respecto a la comparación del número de paros y días de paros emergentes, así como la comparación del costo de refinación, se aplicará el criterio **(CP/LB), con proyecto vs línea base**, tomando como línea base los valores del periodo 2008 - 2012 y 2001- 2008, respectivamente.

Tabla 1.12. Indicadores de evaluación del desempeño de Refinería Esmeraldas

Criterio de evaluación	Indicador	Tipo de evaluación	Fuentes de información
Eficiencia /Eficacia	Procesamiento de crudo	Cualitativa	Informes estadísticos de EPP
	Producción de GLP	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
	Producción de Gasolinas	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
	Producción de Diésel	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
	Producción de Fuel Oil	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
	Costo de refinación	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
	Paros emergentes	Cuantitativa	Informes estadísticos de EPP
Impacto	Positivo/negativo	Cualitativa	Opinión pública sobre el proyecto y operación de REE
Sostenibilidad	Buena/Regular/ Baja	Cualitativa	Informes EPP sobre proyecto y REE

Fuente: Elaborado por el autor en base a las Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública (JICA, 2012)

1.5.7 Indicadores de producción, integridad mecánica y eficiencia para la evaluación del desempeño de la Refinería Esmeraldas

La evaluación del desempeño operacional, de producción, integridad mecánica y eficiencia de la Refinería Esmeraldas, antes y después de la ejecución del proyecto rehabilitación, será enteramente cuantitativa, basada en los datos estadísticos de los volúmenes de procesamiento de crudo, producción de combustibles, número de paros emergentes y costo de refinación, que miden de manera global la eficiencia de las operaciones de este centro refinador.

1.5.7.1 Indicadores de producción

Los indicadores y las fórmulas de cálculo, seleccionados para la evaluación de la situación operacional, productiva, integridad mecánica y eficiencia de la Refinería Esmeraldas, antes y después de proyecto, se basan los criterios de evaluación propuestos por SENPLADES en el *Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores* (SENPLADES, 2008).

El índice propuesto mide la variación de la situación final con relación a la inicial, resultado de lo cual se concluirá si existen mejores o peores resultados, luego de ejecutado el proyecto. Dependiendo del tipo de indicador, un valor positivo, significará ineficiencia en el manejo del proyecto, y viceversa, si arroja un valor negativo, entenderá que el manejo fue eficiente (SENPLADES, 2008).

a) Crudo Carga o crudo refinado (ICR)

$$ICR = \frac{(\text{crudo refinado } 2016-2017) - (\text{Crudo refinado } 1998-2008)}{\text{Crudo refinado } 1998-2008} \times 100^4$$

⁴ Fuente: Adaptado del criterio del “Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores (SENPLADES, 2008)

- b) Producción de combustibles: Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gasolinas, Diésel y Fuel Oil

$$\text{Indice combustibles} = \frac{(\text{Volumen producido 2016-2017}) - (\text{Volumen producido 1998-2008})}{\text{Volumen producido 1998-2008}} \times 100^5$$

1.5.7.2 Índice de costo de refinación (ICRef)

El costo de refinación, expresado como USD. /barril, se entiende como el costo por refinar cada barril de crudo carga para obtener combustibles terminados con las propiedades fisicoquímicas para su comercialización. El costo de refinación depende de múltiples factores como el tamaño y complejidad de la refinería, factor de utilización, salario de los trabajadores y regulaciones ambientales. Por lo tanto, estos costos varían ampliamente entre países y regiones (IEA ETSAP, 2014). Los principales componentes que intervienen en el costo de refinación son los costos de personal, mantenimiento (repuestos, contratos de servicios, etc.), químicos y aditivos, catalizadores, seguros, depreciación, regalías, consumo de utilidades (energía eléctrica, agua, vapor, aire) y administrativos (Refining Process Handbook, 2011).

El costo de refinación depende principalmente del tipo de crudo y de la antigüedad de la refinería. Mientras más ligero sea el crudo, menor será el costo, para producir combustibles, y para refinerías nuevas la inversión es baja, debido al menor costo de mantenimiento, las refinerías antiguas requerirán altas inversiones (Quora.com, 2017).

Por tanto, el costo de refinación evidencia el nivel de los recursos empleados para la refinación y la obtención de los derivados, tratamiento para eliminar contaminantes, costos de preparación para cumplir especificaciones de calidad y despacho.

En la Tabla 1.13, se presentan costos de operación para diferentes refinerías de los Estados Unidos de América, en las cuales, excluyendo la amortización y depreciación, el costo varía entre 3,37 y 5,59 USD/barril.

Tabla 1.13. Costos de refinación a nivel mundial

⁵ Adaptado del criterio del "Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores (SENPLADES, 2008)

Operation costs for different refiners		
Refiners/Refineries	Units	Costs
USA		
Valero Energy, US Gulf Coast (1)	US\$/bbl, 2012	\$3.53
Valero Energy, US West Coast (1)	US\$/bbl, 2012	\$5.59
Valero Energy, US Midcontinent (1)	US\$/bbl, 2012	\$4.64
Valero Energy, North Atlantic (1)	US\$/bbl, 2012	\$3.37
Valero Energy, Total refining (1)	US\$/bbl, 2012	\$3.87
Marathon Petroleum (2)	US\$/bbl, 2012	\$5.46
Western Refining (3)	US\$/bbl, 2012	\$3.91
Tesoro Midcontinent (3)	US\$/bbl, 2012	\$3.95
Phillips 66 Atlantic Basin (3)	US\$/bbl, 2012	\$4.00
Phillips 66 Midcontinent (3)	US\$/bbl, 2012	\$2.20
Phillips 66 Gulf Coast (3)	US\$/bbl, 2012	\$3.77
Europe		
Petroplus, Coryton	US\$/bbl, 2011	\$3.80
Petroplus, Antwerp	US\$/bbl, 2011	\$3.31
Petroplus, Petit Couronne	US\$/bbl, 2011	\$4.24
Petroplus, Ingolstadt	US\$/bbl, 2011	\$3.29
Petroplus, Cressier	US\$/bbl, 2011	\$4.13
Neste Oil	US\$/bbl, 2011	\$4.35
Neste Oil	US\$/bbl, 2012	\$4.60
Asia		
Thai Oil	US\$/bbl, 2012	\$1.50
(1) Excluding depreciation and amortisation		
(2) Maintenance and Turnarounds (0.96\$), Depreciation and Amortisation (1.39\$), Other Direct Opex (3.11\$)		
(3) Excluding depreciation and amortisation and maintenance		

Fuente: (IEA ESTAP - Technology Brief P04, 2014)

El índice de costo de refinación relaciona el costo de refinación que se obtuvieron en el 2016 y 2017, luego de la ejecución de los trabajos de rehabilitación, versus los costos que se tenían entre 2001 y 2008, antes de la ejecución del proyecto, costo que se toman como la línea base.

$$ICRef = \frac{(Costo\ refinación\ 2016-2017)-(Costo\ refinación\ 2001-2008)}{Costo\ de\ refinación\ 2001-2008} \times 100^6$$

⁶ Fuente: Adaptado del criterio del "Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores (SENPLADES, 2008)

1.5.7.3 Indicador de Confiabilidad mecánica – paros emergentes

La ocurrencia de paros no programados, son relativamente comunes en la dinámica operacional de la Refinería Esmeraldas. De esta forma lo señala el informe de Gestión 2007 de PETROECUADOR, que bajo el título “*AUMENTARON LOS PAROS TÉCNICOS*”, indica que “*La continuidad operativa del proceso de refinación, fue afectada por 104 paros técnicos que se produjeron en 14 unidades de la Refinería Estatal Esmeraldas...*”. El Informe Estadístico de PETROECUADOR del 2007, detalla esta situación en los siguientes términos: “*La Refinería Estatal de Esmeraldas experimentó varios paros no programados, la unidad de Crudo 1(...)*

Esta unidad 1 dejó de operar 29 días, con un total de 10 paros durante el año 2007 por diversas causas: por despresurización en las calderas y en los turbos de los generadores, por despresurización en el sistema de instrumentos, pérdida de presión en la bomba Y-P3010A, fuga de gases por rotura de tubos del C-E11A, para descoquizado del C-H1, limpieza continua en el intercondensador, bajo nivel en el Vacío 1. (...)” (PETROECUADOR, 2007).

Al respecto de los paros emergentes y el tiempo de parada de las diferentes unidades que componen la Refinería Esmeraldas, es necesaria la siguiente aclaración técnica propia de la configuración y lógica de procesos de la refinería. Del total de los paros emergentes, muy pocos son provocados por fallas de equipos de las plantas refinación, siendo la causa mayor, las fallas en la Unidad de Servicios Auxiliares “Utilidades”, que suministran agua, vapor y energía para la operación de toda la refinería. Una sola falla grave de energía sea por causa de generación propia o falla del Sistema Nacional Interconectado (SNI), provoca la parada de todas las unidades de refinación. El reportaje de la revista Plan V, refiriéndose a informes de Petroecuador indica que “La principal causa de los paros emergentes en Refinería Esmeraldas se debe a fallas de energía en el Sistema Nacional Interconectado...” (PLAN V, 2013).

Cuando se produce una falla grave en el SNI, la Refinería Esmeraldas tiene un paro total por tanto de todas sus unidades de refinación. El arranque, es un proceso gradual, que empieza con el restablecimiento de los servicios auxiliares; se procede con la puesta en marcha de los sistemas de aire de instrumentos/planta para accionamiento de válvulas de control, calderos para generación de vapor y arranque de los turbogeneradores para disponer de energía eléctrica propia. Una vez estabilizados los servicios auxiliares, se

empieza con el arranque secuencial de las unidades de Crudo, Vacío y Visbreaking, FCC, CCR y HDS. Las Unidades de crudo producen el crudo reducido que es la carga para las unidades de Vacío, las mismas que producen el asfalto, que es la carga para las Visbreaking, por lo tanto, estas unidades acumularán más días de parada que las otras unidades, de las cuales depende su operación.

La Unidad HDS, por lo general entra en operación entre 4 o 5 días después de que la refinería inició el restablecimiento de los servicios auxiliares, debido a que necesita el hidrógeno para las reacciones de Hidrodesulfurización del Diésel, elemento que es producido en la Unidad CCR. Es decir, si no entra en servicio la CCR, la HDS no puede arrancar. En esta dinámica operacional, el tiempo de paradas de las diferentes unidades de la Refinería Esmeraldas, alcanza a acumular varios días e incluso meses. Así, en el año 2008, se presentaron 38 paros emergentes que acumularon 279 días.

El índice de paros emergentes se define mediante la siguiente relación:

$$\text{Índice paros emergentes} = \frac{(\text{Paros emergentes 2016-2017}) - (\text{Paros emergentes 2008-2012})}{\text{Paros emergentes 2008-2012}} \times 100^7$$

1.5.7.4 Premisas para la determinación de los indicadores

Para la determinación y análisis de los indicadores referidos, se deben tomar en cuenta las siguientes premisas y aproximaciones sobre la dinámica operativa de la Refinería Esmeraldas, que, en la realidad, no es posible mantenerlas, ya que existirán circunstancias internas y externas que varían las condiciones de operación y producción de combustibles de la Refinería Esmeraldas.

- La capacidad de procesamiento de la REE es igual en el periodo analizado, esto es 110.000 barriles/día de Crudo Oriente.
- La capacidad de diseño de refinación siempre estuvo disponible, esto es, que no tuvo limitaciones para alcanzar el 100%.

⁷ Fuente: Adaptado del criterio del “Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, *PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores* (SENPLADES, 2008)

- El grado API y calidad del crudo refinado, debería ser el mismo en los periodos evaluados: 1998-2008 y 2016-2017. Sin embargo, mantener igual calidad de crudo es imposible, ya que la mezcla de crudos en los campos de producción varía para cada “batch” de crudo entregado a la REE. En la realidad el grado API del crudo procesado ha variado aproximadamente 1 grados en mejora entre el 2008 que era de 24,68 API (EP Petroecuador, 2008, pág. 50) y el 2017 que fue de 25 API (EP Petroecuador, 2017).
- Las especificaciones técnicas de los combustibles para comercialización nacional se han mantenido constantes, situación que varió, debido a que en el año 2012, se actualizó la norma NTE INEN 935, y se estableció la disminución del azufre desde 2000 ppm (partes por millón), hasta 650 ppm (Hidrocarburos, 2011). Esto incrementó la importación de NAO de bajo contenido de azufre, entre 10 a 50 ppm, que permite la mezcla con las naftas producidas en la REE para la preparación de la Gasolina Extra y Súper con 650 ppm de azufre.
- El volumen de Crudo Oriente siempre fue suficiente para el procesamiento en la REE a la máxima capacidad disponible, y no existieron motivos para bajar la capacidad de las Unidades de Crudo 1 y 2.

1.5.8 Desempeño de la Refinería Esmeraldas 1998 – 2008: línea base

1.5.8.1 Indicador de crudo carga procesado.

En la Tabla 1.14 se muestra la tendencia de las cargas de crudo diarias en relación con la capacidad de diseño de la Refinería Esmeraldas, 110.000 BPD, desde el 1998 hasta el 2008. El porcentaje promedio de utilización de la capacidad instalada en este período es aproximadamente del 84,02%.

La menor capacidad de operación se debe principalmente a la ejecución de paros de mantenimiento programados y a la ocurrencia de paros imprevistos, por falla internas y por fallas en el suministro eléctrico desde el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I), que conforme lo referido por la revista Plan V, sería la principal causa de los paros emergentes de la Refinería Esmeraldas (Plan V, 2015).

Tabla 1.14. Cargas de crudo 1998 – 2008

Año	Capacidad de diseño (barriles/día)	Promedio carga crudo-diaría (barriles)	% de utilización de capacidad instalada
1998	110.000	84.866	77,15
1999	110.000	76.830	69,85
2000	110.000	102.678	93,34
2001	110.000	99.016	90,01
2002	110.000	95.643	86,95
2003	110.000	87.197	79,27
2004	110.000	98.947	89,95
2005	110.000	91.831	83,48
2006	110.000	92.271	83,88
2007	110.000	91.663	83,33
2008	110.000	95.717	87,02
Promedio		92.424	84,02

Fuente: Elaboración del autor en base a Estadísticas de la EP PETROECUADOR (EP PETROECUADOR, 2012)

En la **Figura 1.8**, se observa la tendencia del volumen de carga de crudo procesado por la Refinería Esmeraldas en el periodo 1998-2008, la cual está en promedio de 92.424 barriles/día, equivalente al 84 % de la capacidad de diseño.

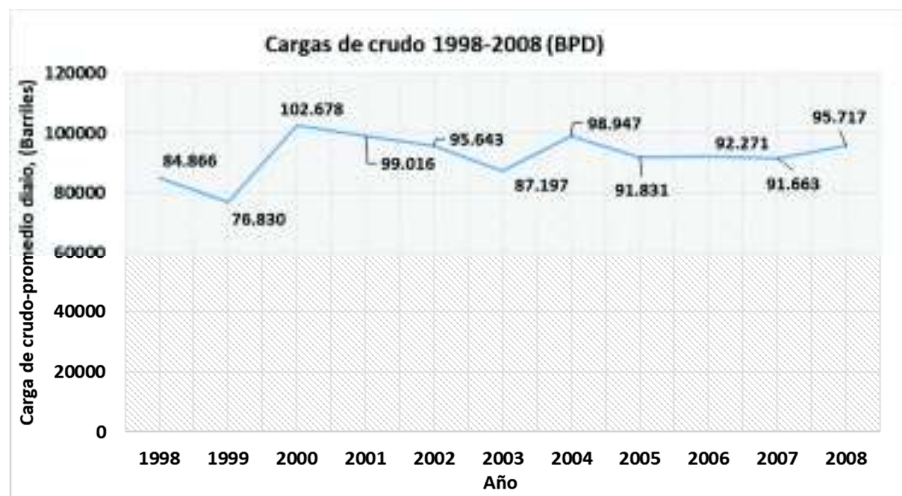


Figura 1.8 - Carga de crudo diaria 1998 – 2008

Fuente: Estadísticas de la EP PETROECUADOR (EP PETROECUADOR, 2012)

1.5.8.2 Producción de combustibles 1998-2008

a) Indicador de producción de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Tabla 1.15. Producción de GLP 1998 – 2008

Año	GLP (barriles)
1998	1.208.663
1999	870.215
2000	1.572.120
2001	1.380.407
2002	1.130.348
2003	1.396.604
2004	1.359.420
2005	1.378.531
2006	1.465.278
2007	879.611
2008	1.421.653
Promedio anual	1.278.441
Promedio diario	3.503 (Bls/día)

Fuente: Elaboración del autor sobre la base del Informe Estadístico de EP PETROECUADOR 1978 -2012

El rendimiento en volumen, de producción de GLP con respecto al crudo refinado, se obtiene mediante la siguiente relación:

$$\text{Rendimiento} \frac{GLP}{\text{Crudo carga}} = \frac{\text{Volumen diario GLP}}{\text{Volumen diario Crudo carga}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{GLP}{\text{Crudo carga}} = \frac{3.503 \text{ BPD}}{92.424 \text{ BPD}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{GLP}{\text{Crudo carga}} = 3,8 \% V$$

En la **Figura 1.9**, se observa que la producción de GLP disminuye en los años 1999 y 2007, lo cual se debe a mayores tiempos de parada de la Unidad de FCC, que es la que produce mayoritariamente este derivado. En el 2007 esta unidad permaneció fuera de servicio por

más de 4 meses por reparaciones mayores en el regenerador que sufrió daños durante la operación de esta unidad (PLAN V, 2013), situación que afectó directamente a la producción de GLP.

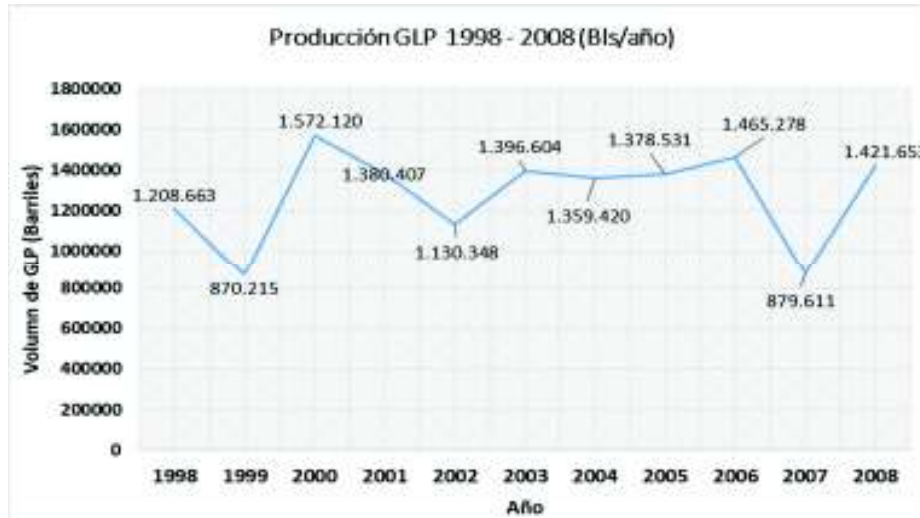


Figura 1.9 - Curva de producción de GLP 1998 - 2008

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2012)

b) Indicador producción de Gasolinas

Tabla 1.16. Producción de Gasolinas 1998-2008

Año	Gasolinas (Bls/año)
1998	7.840.906
1999	6.633.169
2000	8.693.899
2001	7.168.671
2002	8.144.419
2003	9.307.892
2004	9.261.408
2005	9.215.493
2006	10.098.181
2007	10.240.086
2008	10.620.534
Promedio anual	8.838.605
Promedio diario	24.215 (Bls/día)

Fuente: Elaboración del autor en base a Informe Estadístico 1978 -2012 (EP PETROECUADOR, 2012)

El rendimiento en volumen de producción de gasolinas es:

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Gasolinas}}{\text{Crudo carga}} = \frac{\text{Volumen diario Gasolinas}}{\text{Volumen diario Crudo carga}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Gasolinas}}{\text{Crudo carga}} = \frac{24.215 \text{ barriles}}{92.424 \text{ barriles}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Gasolinas}}{\text{Crudo carga}} = 26,2 \% V$$

En la **Figura 1.10**, se aprecia que la tendencia de producción de gasolinas es incremental y no decrece a pesar de que la Unidad de FCC haya estado fuera de operación. Este comportamiento se debe a que el volumen de producción de gasolinas de la Refinería Esmeraldas es determinado por la demanda del País que debe ser satisfecha, en gasolina extra y súper.

La falta de NAO de la Unidad de FCC es compensada con un mayor volumen de NAO importada.

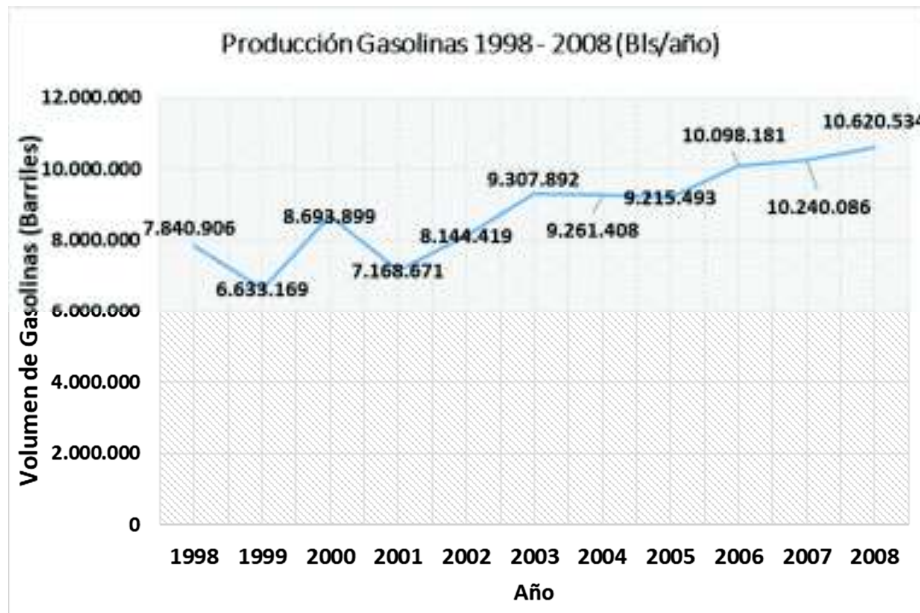


Figura 1.10 - Curva de producción de Gasolina en barriles 1998 – 2008

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2012)

c) Indicador producción de Diésel

Tabla 1.17. Producción de Diésel 1998 – 2008

Año	Diésel (Bls)
1998	5.040.674
1999	4.103.967
2000	7.566.842
2001	8.954.774
2002	7.938.018
2003	6.842.276
2004	8.350.896
2005	8.021.328
2006	7.977.145
2007	7.541.678
2008	7.889.651
Promedio anual	7.293.386
Promedio diario	19.982(Bls/día)

Fuente: Elaboración del autor en base a Informe Estadístico 1978 -2012 (EP PETROECUADOR, 2012)

El porcentaje de rendimiento en volumen respecto al crudo refinado es:

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Diesel}}{\text{Crudo carga}} = \frac{\text{Volumen diario Diesel}}{\text{Volumen diario Crudo carga}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Diesel}}{\text{Crudo carga}} = \frac{19.982 \text{ barriles}}{92.424 \text{ barriles}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Diesel}}{\text{Crudo carga}} = 21,6 \% V$$

En la **Figura 1.11**, la tendencia del volumen de producción de diésel depende del volumen y del grado °API del Crudo Oriente refinado. El crudo Oriente procesado en la Refinería Esmeraldas desde 1998 al 2008, se mantenía alrededor de °25, condición que determinó que la producción de Diésel sea constante y alcance al 21.6 % en volumen.

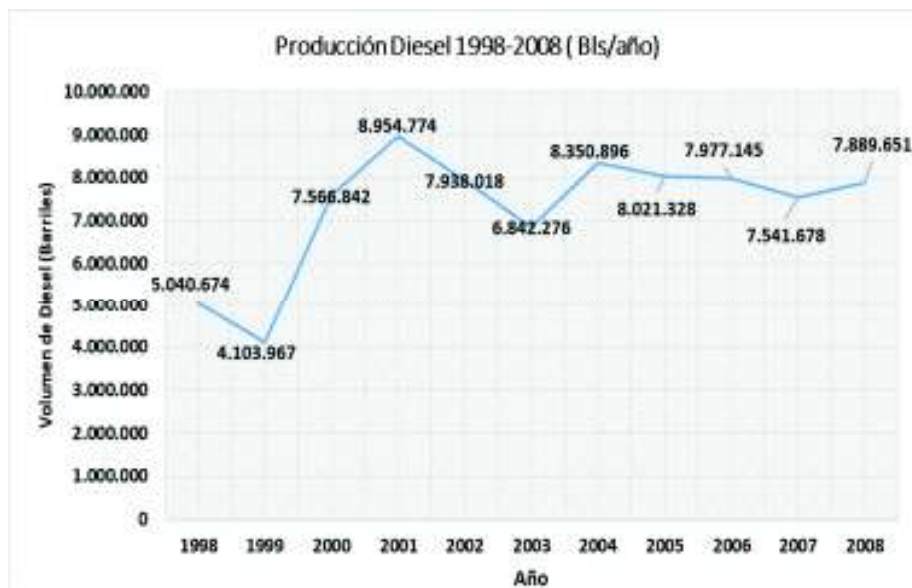


Figura 1.11 - Curva de producción de Diésel en barriles 1998-2008

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2012)

d) Indicador producción de Fuel Oil

Tabla 1.18. Producción de Fuel Oil 1998 – 2008

Año	Fuel Oil (Bls.)
1998	14.132.010
1999	13.358.442
2000	16.813.587
2001	14.678.951
2002	14.404.730
2003	12.270.639
2004	13.314.839
2005	14.787.570
2006	14.890.306
2007	17.282.991
2008	16.040.929
Promedio anual	14.724.999
Promedio diario	40.342 (Bls/día)

Fuente: Elaboración del autor sobre la base del Informe Estadístico 1978 -2012 (EP PETROECUADOR, 2012)

El rendimiento promedio de Fuel Oil obtenido es:

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Fuel Oil}}{\text{Crudo carga}} = \frac{\text{Volumen diario Fuel Oil}}{\text{Volumen diario Crudo carga}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Fuel Oil}}{\text{Crudo carga}} = \frac{40.342 \text{ barriles}}{92.424 \text{ barriles}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} \frac{\text{Fuel Oil}}{\text{Crudo carga}} = 43,6 \% V$$

La **Figura 1.12** se muestra la tendencia de producción de Fuel Oil. Las variaciones del volumen producido se deben a la mayor o menor carga de Crudo Oriente refinado.

En el periodo 1998-2008, la producción de Fuel Oil alcanzó un rendimiento del 43,6%, lo que demuestra la “ineficiencia” del esquema de refinación de la Refinería Esmeraldas para maximizar el rendimiento de productos “blancos”, debido a que no dispone de unidades de alta conversión. Un mayor rendimiento de producción de residuos es un indicador de la menor eficiencia en el procesamiento del crudo.

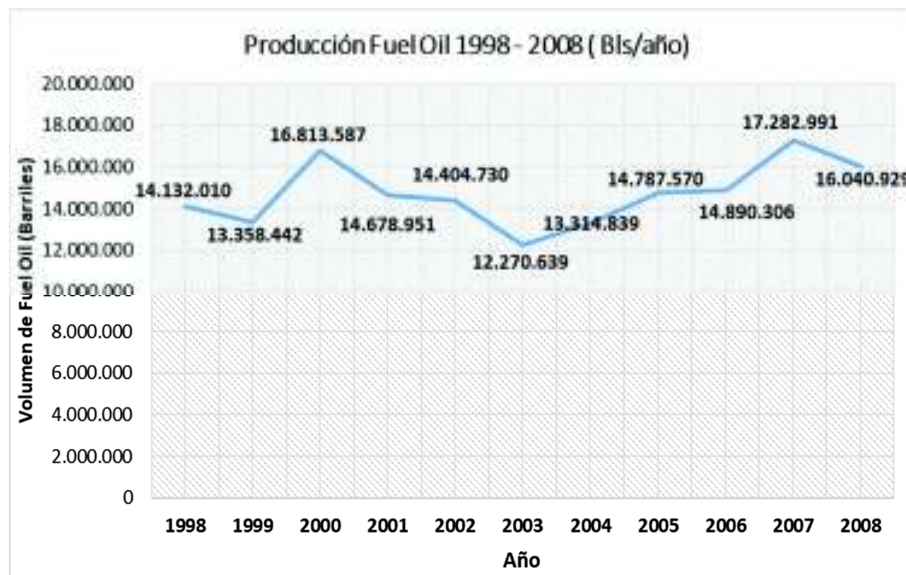


Figura 1.12 - Curva de producción de Fuel Oil en barriles 1998-2008

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2012)

e) Indicador costo de refinación

Tabla 1.19. Costos de refinación 2001 – 2008

Año	Costo de refinación (USD/barril.)
2001	3,08
2002	3,46
2003	3,44
2004	3,28
2005	4,10
2006	3,61
2007	4,86
2008	3,50
Promedio anual	3,67

Fuente: Informes de Subgerencia de Operaciones, Gerencia de Refinación EP PETROECUADOR

Los costos de refinación de la Refinería Esmeraldas antes del Proyecto Rehabilitación, se muestran en la **Figura 1.13**, los cuales pueden considerarse en rangos normales para una refinería con la capacidad y esquema de procesos de complejidad media, en comparación con los costos de refinación de otras refinerías en el mundo. En refinerías en Estados Unidos de América, excluyendo los costos de amortización y depreciación, el costo varía entre 3,37 y 5,59 US\$/barril.

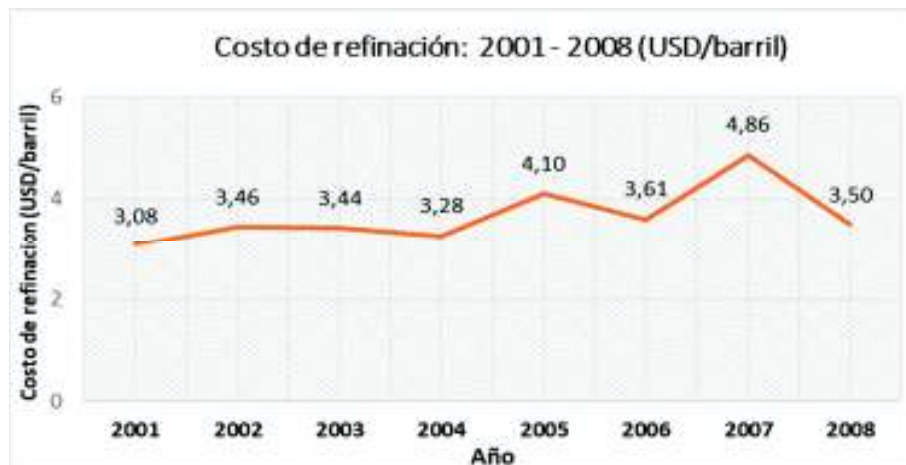


Figura 1.13 - Costos de Refinación 2001 – 2008

Fuente: (PETROECUADOR)

f) Indicador de integridad mecánica – paros emergentes

Tabla 1.20. Paros emergentes 2008 – 2012

Año	No. Paros emergentes
2008	38
2009	59
2010	50
2011	38
2012	72
Promedio anual	51

Fuente: Reportaje de Revista Plan V “La modernización de la Refinería de Esmeraldas empezó por el piso” (Plan V, 2013)

Los paros emergentes contabilizados y los días de paralización son tomados del reporte de la Revista Plan V (PLAN V, 2013), sobre las 9 unidades productivas, esto es, Crudo 1/2, Vacío 1/2, Visbreaking 1 y 2, FCC, CCR y HDS.

En la **Figura 1.14**, se muestra la tendencia del número de paros emergentes que ocurrieron en la Refinería Esmeralda entre el 2008 - 2012

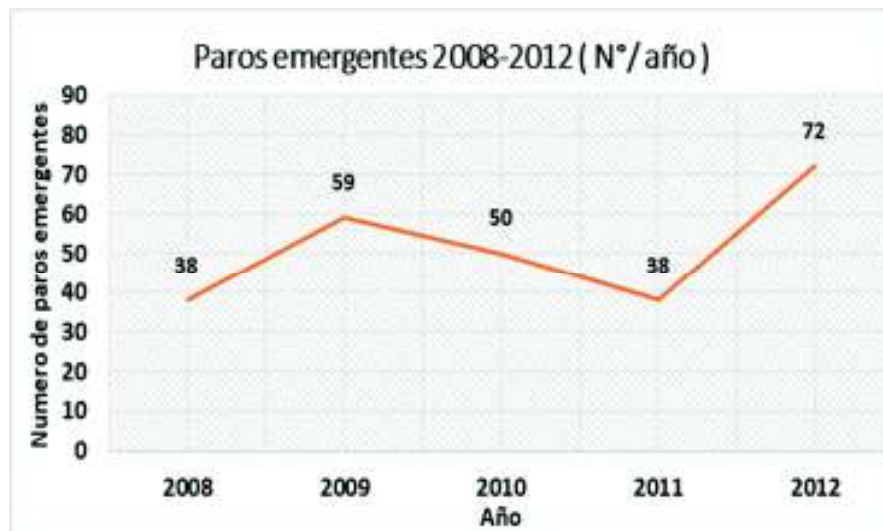


Figura 1.14 - Paros emergentes de la Refinería Esmeraldas 2008 -2012

Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la revista (PLAN V, 2013)

1.5.8.3 Línea base de capacidad de refinación, producción de combustibles, costo de refinación y paros emergentes antes del Proyecto Rehabilitación.

En la Tabla 1.21 se resumen el desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas antes del inicio del Proyecto Rehabilitación en el año 2008, referente a la capacidad de refinación, producción de combustibles, paros emergentes y costo de refinación. Estos datos son considerados como la **línea base**, que servirán de referencia para la determinación de la mejora del desempeño luego de la ejecución de los trabajos del Proyecto Rehabilitación.

Tabla 1.21. Línea base del desempeño de Refinería Esmeraldas: 2008

Parámetro	Valor promedio (1998 - 2008)
Capacidad de refinación (% V)	84,00%
Capacidad de refinación (BPD)	92.400, BPD
Paros emergentes (número de paros)	51 paros
Paros emergentes (número días de paro)	244,99 días
Producción de LPG en 16% V (BPD)	3.503
Producción de LPG en 16% V (% / Crudo carga)	3,80%
Producción de gasolina en 20% V (BPD)	24.215 ⁸
Producción de gasolina en 20% V (BPD)	37.198 ⁹
Producción de gasolina en 20%V (%/Crudo carga)	39,59%
Producción de Diésel en 16 % V (BPD)	19.982
Producción de Diésel en 16% V (%/Crudo carga)	21,60%
Producción de residuo (BPD)	40.342
Producción de residuo (% V)	43,64
Costo de refinación (USD / barril)	3,67

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

⁸ Producción de gasolinas en el periodo 1998-2008, en el cual no se contabilizaba el volumen de NAO importada como parte de la producción de gasolinas.

⁹ Producción de gasolinas en el periodo 2011-2012, que contabiliza la NAO importada.

1.5.9 Sistema de Gestión Empresarial

La gestión empresarial involucra administrar una empresa o una institución para lograr los objetivos propuestos, es decir abarca por parte del director o gerente, la realización de todas las funciones administrativas, siendo éstas: planificación, organización, dirección, control, personal y representatividad (Rubio Domínguez, 2008).

La norma ISO 9001:2000 define a un Sistema de Gestión en los siguientes términos:
“Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos” (ISO 9000:2015, 2015)

Para la EUFQ (European Foundation for Quality Management) un Sistema de Gestión es:

“Esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos” (Beltrán, 2002)

En la **Figura 1.15** se visualiza la relación entre modelos de gestión, los objetivos, resultados y responsabilidades de las acciones necesarias para la ejecución.

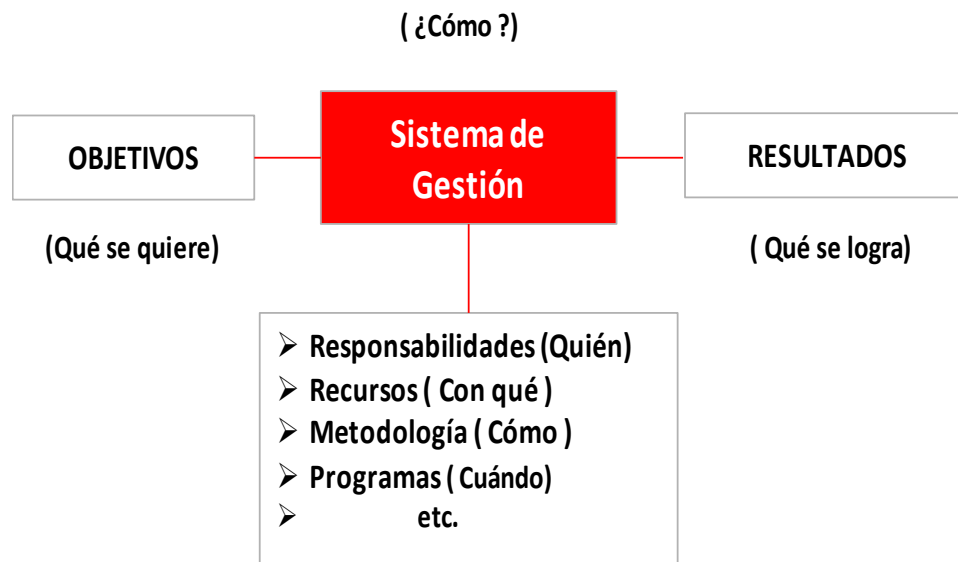


Figura 1.15 - El sistema de gestión como herramienta para alcanzar los objetivos

Fuente: Tomado de “Guía para una Gestión Basada en Procesos” (Beltrán, 2002)

Una herramienta muy utilizada como Sistema de Gestión es el Balance Scorecard o Cuadro de Mando Integral (Kaplan, 2002), que se enfoca en cuatro perspectivas:

- a) La perspectiva financiera: determina si la estrategia de la empresa está teniendo éxito, para lo cual se aplican indicadores financieros como: valor económico agregado (EVA), Retorno sobre el capital (ROCE), retorno sobre la inversión (ROI), margen de operación.
- b) La perspectiva de cliente: tiende a conseguir la satisfacción del cliente, que percibe a la organización confiable y que cumple sus expectativas de servicios.
- c) La perspectiva de procesos internos: enfoca la mejora continua de los procesos productivos de la cadena de valor que define la esencia de la organización. El conocimiento (know-how) debe ser mejorado e innovado constantemente para mantenerse a la vanguardia acorde al desarrollo tecnológico y a las mejores prácticas de la industria. Filosofías y herramientas como la gestión de proveedores, cadena de suministros, justo a tiempo, calidad total y otras permiten conseguir la excelencia operativa. Los indicadores más aplicables a esta investigación son el costo de producción y la capacidad de utilización de infraestructura (plantas productivas, maquinarias, etc.) (Chulde, 2016).
- d) La perspectiva del aprendizaje: se enfoca en el mejoramiento del capital humano y su capacidad de promover cambios positivos en la organización, mediante el aprendizaje y crecimiento, que proviene de tres fuentes; las personas, los sistemas y los procedimientos de trabajo, que se convierten en el motor que impulsa las otras perspectivas del Balanced Scorecard, para conseguir las ventajas competitivas que requiere una organización...” (Chulde, 2016).

Esta herramienta, como sistema de gestión empresarial, alinea los objetivos y la estrategia en toda la organización, en cada una de las perspectivas, lo cual permite que la empresa camine en una misma dirección, y no se tengan esfuerzos aislados que conllevan a resultados parciales.

En la **Figura 1.16** se presenta el esquema clásico de la estructura del Cuadro de Mando Integral, que relaciona las perspectivas Financiera, Cliente, Procesos Internos y Crecimiento y Aprendizaje, sus objetivos e indicadores.

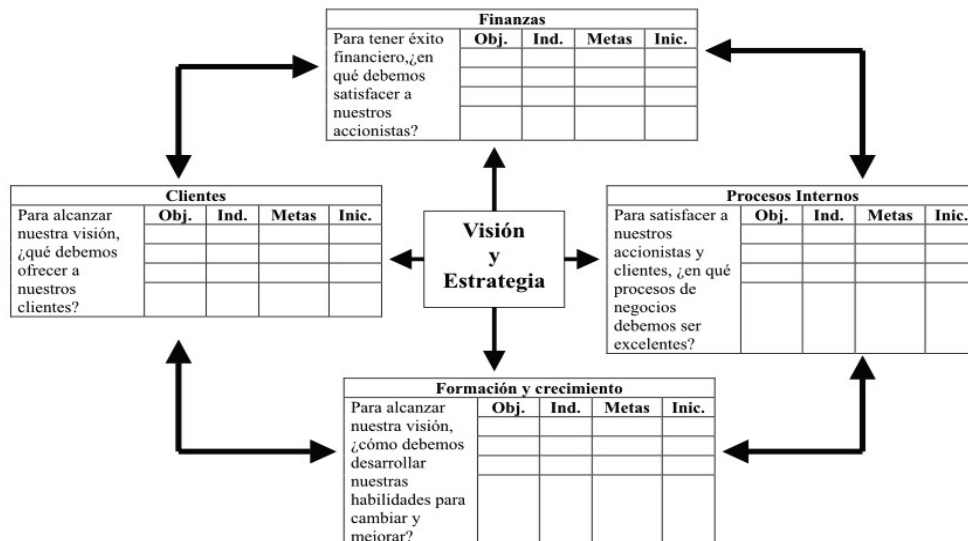


Figura 1.16 - Cuadro de Mando Integral

Fuente: La dirección estratégica en la sociedad del conocimiento, Balanced Scorecard, (Fernández, 2007)

1.5.9.1 Metodología para elaborar el Cuadro de Mando Integral para la Refinería Esmeraldas.

Tomando en consideración que la Refinería Esmeraldas es parte de una empresa pública y que las actividades del giro del negocio no persiguen directamente fines de lucro, Kaplan sugiere que el Balanced Scorecard, para este tipo de organizaciones establezca en la parte superior el objetivo de la misión a largo plazo. (Bass, 2001).

Por tanto, la jerarquía del Cuadro de mando Integral para la Refinería Esmeraldas será la siguiente:

1. Establecer el objetivo a largo plazo de la misión.
2. Planteamiento de los objetivos estratégicos en las perspectivas: Finanzas, Cliente, Procesos Internos y Aprendizaje y Crecimiento
3. Definir las estrategias para alcanzar los objetivos
4. Definir los Indicadores claves (KPI)
5. Construcción del mapa estratégico del Cuadro de Mando Integral, con los objetivos estratégicos, las acciones y los indicadores correspondientes.

6. Definir las responsabilidades, establecer cronogramas y asignar los recursos
7. Implementación del Cuadro de Mando Integral

Para obtener los insumos para el diseño del Cuadro de Mando Integral de la Refinería Esmeraldas, previamente se deberá realizar el análisis objetivo de la Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).

En la **Figura 1.17** se presenta un esquema de la estructura del Cuadro de Mando Integral para organizaciones sin fines de lucro.



Figura 1.17 - Mapa estratégico y la interrelación con las perspectivas del CMI.

Fuente: Tomado de BSC DESIGNER, KPIS, CMI, MAPAS ESTRATEGICOS (BSC DESIGNER ONLINE Strategy Maps and KPIS, 2018)

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que se realizará un análisis del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas a través de investigaciones históricas de la operatividad de la refinería, antes del proyecto de Rehabilitación, su desarrollo en la ejecución y los resultados alcanzados luego de finalizado este proyecto, sobre la base de información disponible en reportes oficiales de la EP PETROECUADOR, Informes de Contraloría General del Estado, publicaciones especializadas y reportajes de prensa.

Los resultados de la investigación permitirán realizar la evaluación comparativa entre el antes y después del Proyecto de Rehabilitación, acorde con el objetivo específico, para lo cual se determinará la variación entre los diversos indicadores que forman parte de la evaluación Ex - Post en los años 2016 – 2017, dos años después de la culminación de este proyecto, versus los valores obtenidos en el periodo 1998-2008, antes del proyecto.

2.2. Diseño de investigación

La investigación propuesta es de tipo no experimental longitudinal, ya que el estudio se realiza en base de información del desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas a través del tiempo, en el periodo 1998 al 2008, antes del proyecto; durante la ejecución del proyecto 2008 – 20015 y posteriormente en los dos años luego de la ejecución de los trabajos de rehabilitación, 2016 – 2017.

2.3. Métodos de investigación

La presente investigación utilizará el método analítico ya que desintegra las partes que conforman el estudio a través del análisis de la información, la evaluación de esta, la comparación del antes y el después de la operatividad de la Refinería Esmeraldas y obtener las conclusiones.

2.4. Fuentes de información

La investigación se basa en las siguientes fuentes:

Primarias: Esquema de procesos de refinación y Manuales de Operación de la Refinería Esmeraldas; Informes Estadísticos de EP PETROECUADOR; Informe de la Fiscalizadora Internacional del Proyecto; Informes técnicos internos del proyecto.

Secundarias: Informes de Gestión de la EP PETROECUADOR; Informes de exámenes especiales de la Contraloría General del Estado, respecto al Proyecto de Rehabilitación de Refinería Esmeraldas; Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores de SENPLADES; reportajes de investigación periodística y artículos de prensa sobre el proyecto.

2.5. Técnicas de investigación

Procesamiento, selección y análisis de pertinencia y relevancia de la información disponible en las fuentes primarias y secundarias, esto es, la página web de la EP PETROECUADOR, informes de exámenes de la Contraloría General del Estado, así como la abundante información existente en los medios periodísticos sobre el Proyecto Rehabilitación y la operatividad de la Refinería Esmeraldas. Adicionalmente se revisó la literatura técnica relacionada con la evaluación Ex - Post de proyectos y se realizó la consulta y entrevistas con expertos relacionados directamente con la gestión del proyecto y la refinería.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Situación de la Refinería Esmeraldas luego del Proyecto

A pesar de la abundante promoción que el Gobierno anterior y la EP Petroecuador, dieron a la ejecución del proyecto y los “generosos” beneficios que tendría la Refinería Esmeraldas, esto es, que trabajaría al 100% de su capacidad, que se tendría un 20% más de GLP, 15% más de gasolinas y 38% más de producción de derivados; a lo largo del año 2016 - 2017 y hasta la fecha actual, aparecieron reportajes técnicos, publicaciones de prensa y declaraciones de autoridades del más alto nivel del Gobierno y de la EP PETROECUADOR, que realizaron múltiples cuestionamientos sobre la calidad de los trabajos, irregularidades en las contrataciones que dejan en duda los beneficios sobre el Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas.

El 14 de agosto de 2017, El Telégrafo, bajo el titular de “*Situación de la refinería de Esmeraldas es crítica*”, el Ministro de Hidrocarburos, expresa sus dudas sobre los trabajos realizados en este proyecto, y refiere las paralizaciones de la unidad de FCC y el incendio de un generador, concluyendo que la refinería está operando, pero no en las mejores condiciones. (El Telégrafo, 2017)

Los informes estadísticos de la EP PETROECUADOR del 2016 y 2017, reportan paralizaciones emergentes de las unidades de la Refinería Esmeraldas por varios días. Los motivos identificados, son debido a fallas de equipos nuevos instalados o equipos existentes, así como fallas eléctricas del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

En la Tabla 3.1, se muestran los días de paros emergentes que tuvieron las 9 unidades que producen combustibles, en el año 2016, que acumula 280,11 días de paralización. La Unidad FCC, intervenida durante más de un año para cambio de equipos y mantenimientos correctivos, presentó 34,30 días de paralización.

Tabla 3.1. Días de parada de unidades de Refinería Esmeraldas, año 2016

Unidad de refinación	Días de paro
Crudo 1	7,34
Vacío 1	7,87
Visbreaking 1	22,85
Crudo 2	8,59
Vacío 2	8,48
Visbreaking 2	89,69
FCC	34,30
CCR	26,52
HDT	26,80
HDS	47,67
Total, días de paro	280,11

Fuente: Informe de Actividades de la Subgerencia de Operaciones, diciembre 2016.

En la Tabla 3.2, se muestran los paros emergentes ocurridos en el año 2017, con la descripción de las causas, siendo las más relevantes; la rotura de turbos en el horno C-H2,

que mantuvo a la Unidad de Crudo 2 fuera de servicio alrededor de 25 días; y, los 6 paros de la Unidad FCC, por 29 días, ocasionados por falla de equipos y disturbios del Sistema Nacional Interconectado.

Tabla 3.2. Causas de paradas de unidades de Refinería Esmeraldas, año 2017

Unidad	Fecha de paro	Causa del paro emergente
Crudo 2	29 marzo -22 abril	Tubos rotos en el horno C-H2
Visbreaking 1	2-10 abril	Cambio de mixer cabezal vapor de 600 PSIG.
Visbreaking 2	19-14 enero	Cambio válvula de filtro de TV1-P2A/B
	16 enero- 3 marzo	Problemas mecánicos salida de TV1-E2
	1 abril – 1 mayo	Por rotura de tubos en C-H2
	6-20 agosto	Falla del Sistema Nacional Interconectado S.N.I
	1-9 sept.	Fuga por sello de bomba TV1-P1A/B
	10-17 nov.	Fuga por sello en bomba TV1-P1B
	20-31 dic.	Alta vibración de bomba TV1-P1B
FCC	23-28 enero	Tubos rotos en intercambiador G-E19
	3-9 abril	Cambio mixer cabezal de vapor de 600 PSIG.
	12-15 junio	Salida del S.N.I
	6-9 agosto	Falla eléctrica del S.N.I
	31 agosto- 3 sept.	Salida de operación del compresor G-C1.
	18-21 sept.	Cierre de válvula Z-FI010, bypass de carga
CCR/HDT/HDS	15-19 enero	Mantenimiento P2-CO1
HDS	18-31 mayo	Disparo del compresor D-C2

Fuente: Informe de Actividades de la Subgerencia de Operaciones, diciembre 2017.

Las estadísticas de los paros emergentes, por fallas de equipos al interior de la refinería, así como fallas del Sistema Nacional Interconectado, evidencian la baja confiabilidad de la

Refinería Esmeraldas, luego de los trabajos del Proyecto Rehabilitación, situación alejada del cumplimiento de uno de los objetivos principales del proyecto, cual fue la operación de la Refinería Esmeraldas al 100 % de su capacidad y sin paros emergentes.

El Gerente General de Petroecuador, se pronuncia sobre la calidad de los trabajos de este proyecto de rehabilitación, en declaraciones al Expreso, el 25 de marzo de 2018, señalando severas observaciones sobre la gestión técnica del Proyecto Rehabilitación, revelando lo siguiente:

❖ Sobre la ingeniería del proyecto:

- *“...es tiempo de revisar el “pésimo” trabajo de ingeniería que hubo durante la gestión de Carlos Pareja Yanunuzzelli y Alex Bravo en la petrolera.”*
- *“Cada vez que abrimos alguna parte encontramos nuevas fallas. Quienes supuestamente repotenciaron la refinería no tenían ninguna ingeniería detrás. (...)”*
- *“Hicieron una ingeniería de pacotilla. Debemos empezar a hablar de lo mal que hicieron las obras. Capaya y su combo eran unos pésimos ingenieros.”*
- *“Quienes supuestamente repotenciaron la refinería no tenían ninguna ingeniería detrás...”* (Tejada, 2018)

❖ Sobre las fallas de la rehabilitación:

- *“...Nosotros estimamos seguir trabajando en las reparaciones unos tres años y medio. Cada vez que abrimos alguna parte encontramos nuevas fallas...”*
- *“Nadie les dijo que esto debía manejarse de manera técnica y ahora yo si lo digo. Hicieron una colcha de retazos en la Refinería Esmeraldas”*

❖ Sobre la corrupción:

- *“No es solo un asunto de moral o de corrupción y sobrepagos. Fue un asunto técnico...”* (Tejada, 2018).

3.1.2 Evaluación Ex - Post del Proyecto Rehabilitación 2016 -2017.

3.1.2.1 Evaluación Ex - Post de la Pertinencia del proyecto

La evaluación se realizará siguiendo el esquema y los indicadores de la Tabla 1.11 para la ejecución del proyecto y la Tabla 1.12 para el desempeño de la Refinería Esmeraldas.

La pertinencia del Proyecto de Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, no está bajo ninguna duda, tal como lo resume SENPLADES, en el artículo *“Diagnóstico de la Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública”* y el análisis de este proyecto en el año 2008, que resalta que el país importa derivados porque la producción nacional no cubre el consumo interno, por lo que es necesario la importación de Diésel, Nafta de Alto Octano y Gas Licuado de Petróleo (SENPLADES, 2008), circunstancia que se agrava con la disminución de la capacidad de refinación de la Refinería Esmeraldas, como consecuencia de la frágil situación mecánica de varios sistemas que soportan la operación continua de la refinería, tales como la generación de vapor y energía que impiden superar el 86,5% de la capacidad instalada de refinación, es decir, se procesaba 94.500 barriles/día, de los 110.000 instalados (SENPLADES, 2008).

La empresa fiscalizadora internacional, en el informe final del año 2016, resume la situación de la Refinería Esmeraldas antes del proyecto en los siguientes términos: *“La Refinería Estatal de Esmeraldas para el año 2005, había acumulado una serie de problemas para mantener su continuidad operativa. El tema de obsolescencia de equipos se había también convertido en otro de los problemas detectados, por carencia de inversiones para la renovación tecnológica; muchos de los equipos aún en operación, habían cumplido su vida útil y habían llegado a su límite de retiro.”*. La consecuencia de la situación referida en el desempeño de la refinería se evidenciaba en las constantes paradas producidas, que habían reducido la capacidad de procesamiento de carga hasta el 85% de su capacidad de diseño, por lo que era necesario el proyecto de modernización, que permitiera la recuperación de su integridad mecánica y la capacidad operativa instalada (Worlley Parsons, 2016)

La descripción de la frágil situación mecánica y operacional de la refinería, la disminución de la capacidad de refinación y por tanto la pérdida de producción de combustibles que

incidía directamente en mayor volumen es de importaciones, justifican debidamente la pertinencia del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeralda, que tenía como objetivos la modernización de sus instalaciones y la recuperación de su capacidad de producir combustibles.

El resumen de la evaluación cualitativa de la pertinencia del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas se presenta en la Tabla 3.3:

Tabla 3.3. Evaluación de la Pertinencia del Proyecto Rehabilitación

Criterio general	Aspecto evaluado	Alta	Media	Baja
Medida en que los objetivos del proyecto son coherentes con las necesidades y política del País	Relevancia dentro de las políticas y prioridades del sector ¿Al momento de la aprobación, el objetivo central fue válido dentro de las prioridades del sector? El Objetivo central, ¿aún es válido en el contexto nacional, local, regional y es prioritario para el sector?	✓	—	—
	Satisfacción de las necesidades y prioridades de los beneficiarios ¿Están los beneficiarios satisfechos con los resultados del proyecto? ¿Porque están satisfechos o insatisfechos?	—	✓	—
	Validez de la estrategia del proyecto ¿Fue la estrategia inicial, la más adecuada para ese momento y el actual? ¿Fue posible aplicar otra estrategia?	—	✓	—
	Gestión de riesgos Importantes Se identificaron los riesgos importantes, tanto en la fase ejecución, ¿cómo en la de post inversión?	—	—	✓

Fuente: Elaborado por el autor en base a las Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública (JICA, 2012) y los criterios de SENPLADES, Informe de Fiscalización y opinión de EP PETROECUADOR y medios de comunicación

Los resultados expuestos en la Tabla 3.3, reflejan que el Proyecto Rehabilitación, tenía una alta importancia para el País, sin embargo, tanto la satisfacción de necesidades resultantes

luego de la ejecución del proyecto, la estrategia de ejecución seguida y la gestión de riesgos de este, no fueron las adecuadas.

Respecto a la evaluación de la **validez de la estrategia** para la ejecución exitosa del proyecto, son pertinentes las siguientes puntualizaciones sobre las principales debilidades que se evidenciaron en la conceptualización y ejecución:

- ❖ La conceptualización y elaboración de especificaciones técnicas del proyecto fueron realizadas por el propio personal de la Refinería Esmeraldas, en un ambiente acelerado por resultados rápidos, sin un asesoramiento externo especializado que hubiera introducido un punto de vista diferente acorde a las mejores prácticas para la conceptualización y definición del proyecto en la etapa inicial.

- ❖ El cambio de administración en la Gerencia de Refinación y en la Refinería Esmeraldas en el año 2012, fue un drástico giro no favorable en la gestión técnica y administrativa del proyecto y de la Refinería Esmeraldas. Los dos Gerentes de Refinación actuantes del 2012 al 2015 se encuentran presos por acusaciones relacionadas con el manejo irregular de las contrataciones de este proyecto.

La gestión de riesgos del proyecto no fue considerada como un elemento de control de la ejecución, para prevenir situaciones como el incremento desmesurado del costo, el alcance y del plazo de ejecución. En Petroecuador, la gestión de riesgos en proyectos todavía no es un requisito formal, dentro del proceso “Dirección de Proyectos”, como tampoco existen directrices para la gestión de riesgos en el instructivo de administración, supervisión y fiscalización de obras, bienes y servicios.

3.1.2.2 Evaluación Ex - Post del Alcance, Costo y Tiempo del Proyecto

Conforme al PMBOK, un proyecto de un esfuerzo temporal para cumplir un objetivo determinado, por lo que el éxito debe medirse en términos de completar el mismo, dentro de las restricciones de **alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo** (PMBOK, 2013)

Esta evaluación se enfocará en la triple restricción Alcance - Costo - Tiempo, y se tomará como referencia los criterios establecidos en la ficha del proyecto elaborada por

SENPLADES del año 2008, numeral 1.3 “*Metodología e indicadores de seguimiento y evaluación*”, que propone indicadores para evaluar la eficiencia y eficacia en la ejecución de este proyecto, cuya recomendación es que los indicadores comparen la situación sin proyecto (SP) y la situación con proyecto (CP) (SENPLADES, 2008).

La fórmula general propuesta por SENPLADES para determinar la variación del alcance, costo y plazo es la siguiente:

$$\text{Índice de (alcance, costo, tiempo)} = \frac{\text{Condición inicial} - \text{Condición final}}{\text{Condición inicial}} \times 100^{10}$$

a) Variación del alcance del proyecto

El PMBOK establece que la gestión del alcance de un proyecto, principalmente se refiere a incluir el trabajo que se requiere para completar con éxito el mismo, así como, definir y controlar que se incluye y que no se incluye en el proyecto (PMBOK, 2013).

El aspecto central en la definición del alcance de un proyecto es establecer la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT o WBS, Work Breakdown Structure), que representa el nivel más bajo razonable de dividir los entregables o paquetes de trabajo que se deben realizar en el proyecto. De la correcta y detallada determinación de los EDT depende, la estimación del costo, tiempo de duración y los recursos que necesitará el proyecto.

El Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, nació conceptualmente como una agrupación de proyectos menores que tenían como objeto resolver problemas mecánicos y tecnológicos de cada unidad de refinación, por tanto, el alcance de cada subproyecto de los 25 que conformaron originalmente este proyecto, fue general y no se ajustaron a las directrices del PMBOK.

La línea base del alcance del proyecto, aunque este proyecto no fue estructurado conforme a las directrices del PMBOK, se considera el alcance de la versión aprobada en

¹⁰ Fuente: *Adaptado del criterio del “Diagnóstico de Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública, PROYECTO REHABILITACION DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS. Estimación e interpretación de Indicadores* (SENPLADES, 2008)

el 2008, que refiere la ficha técnica de SENPLADES en el Diagnóstico de la Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública.

La FASE I, se amplió con las Fases 1.5 y 1.8, para ejecutar trabajos adicionales al cambio del reactor y regenerador de la Unidad de FCC. Nuevos proyectos como la construcción de tanques de almacenamiento de combustibles y mantenimiento de tanques existentes; trabajos adicionales en el sistema eléctrico; limpieza de plantas; capacitación del personal, son algunos de los ejemplos del incremento del alcance del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas.

En la Tabla 3.4 se resumen los alcances originales y los incrementos ocurridos en la ejecución de las fases: FASE 0, FASE I y FASE II, que se basaron en el criterio de realizar la rehabilitación integral de la Refinería Esmeraldas, situación que elevó el costo y plazo de finalización del proyecto.

Tabla 3.4. Fases y cambios de alcance del proyecto Rehabilitación

Fases del Proyecto	Descripción del alcance Original	Cambio de alcance	año
Fase 0 (Sostenimiento)	Ejecución de proyectos para mantener la operación de la Refinería Esmeraldas.	Nuevos proyectos y contratos complementarios	2011-2015
Fase I	Cambio de Reactor de la Unidad de FCC, talleres mantenimiento.	Contratos complementarios	2011
Fase 1.5	Cambio de Regenerador de 20.000 BPD en la Unidad FCC	Contratos complementarios	2010
Fase 1.8	Ampliación de Unidades Gascón – Merox y Aminas.	Contratos complementarios	2013
Fase II	Rehabilitación de otras unidades de la Refinería Esmeraldas: No-catalíticas 1 y 2, Generación de vapor, fuel oil, agua de enfriamiento, desmineralización de agua, tratamiento de efluentes, agua cruda y otros sistemas.	Nuevos proyectos y contratos complementarios	2010 - 2015

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los informes de gestión de Petroecuador sobre el proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas.

b) Variación del costo del Proyecto Rehabilitación

El monto inicial de \$ 187.194.865, elaborado como presupuesto referencial para la aprobación del proyecto, fue determinado con base en los costos de ingenierías y construcción a nivel nacional, así como los presupuestos para el diseño, construcción y cambio del reactor de la Unidad FCC. Por lo tanto, fue un presupuesto referencial preliminar, que no tiene una base real para realizar una comparación razonable de la variación del costo del proyecto.

Con la suscripción de los contratos para la Fase I y Fase II con la firma SK&EC, en el 2008 y 2010 respectivamente, se determinó el presupuesto real, que asciende a USD 855.411.165,90, monto que refleja la mejor condición del presupuesto inicial del proyecto.

Con esta consideración, el índice de costos sería:

Costo Inicial: USD. 855.411.165,90

Costo Final: USD. 2.177.565.472,97

$$\text{Indice de Costo} = \frac{\text{Costo final} - \text{Costo inicial}}{\text{Costo inicial}} \times 100$$

$$\text{Indice de Costo} = \frac{2.177.565.427,97 - 855.411.165,90}{855.411.165,90} \times 100$$

$$\text{Indice de Costo} = 154,56 \%$$

Este incremento, conforme al criterio de SENPLADES, indica que el costo del proyecto fue 154 % adicional al presupuesto original.

Otra forma de evaluar la variación del costo del proyecto es relacionando el costo final sobre el costo inicial, cuyo resultado indica que el costo del proyecto se incrementó en 254,56 %, respecto del presupuesto original

$$\text{Indice de Costo} = \frac{2.177.565.427,97}{855.411.165,90} \times 100$$

$$\text{Indice de Costo} = 254,56 \%$$

c) Incremento del tiempo de ejecución del proyecto

El inicio del proyecto rehabilitación, se considera la fecha de la designación del Comité de Gestión del Proyecto, en junio de 2008 (Worley Parsons, 2016). La fecha de finalización del proyecto dependía de la terminación de los trabajos de la Fase I y Fase II, por lo que conforme a los plazos establecidos en los contratos 2011094, complementario para la Fase I, y el contrato 2010014, para la Fase II, y a lo referido por la Contraloría General del Estado, informe DAPyA-0032-2014, el proyecto debía concluir en el mes de noviembre de 2012 (CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO, 2014) con la culminación de la parada 1 para la FCC, en la que se cambiaría el reactor y regenerador. Los trabajos correspondientes a la Fase II, se realizarían hasta febrero de 2012.

La finalización del proyecto se tomará como la fecha de culminación de los trabajos y el inicio del arranque de la última unidad de procesos, en este caso la Unidad de FCC, que inicio el arranque el 15 de octubre de 2015. (PETROECUADOR, 2015), siendo entonces el plazo real de ejecución de 88 meses.

En la Tabla 3.5 se visualiza el plazo inicial (línea base), los diferimientos de plazo y la fecha de finalización de este proyecto.

Tabla 3.5. Incremento del plazo del Proyecto Rehabilitación

Variación del Plazo del Proyecto	Junio/2008 (Fecha de inicio)	Noviembre 2010	Noviembre 2012	Octubre 2013	Junio 2014	Octubre 2015
Plazo 0	29 meses. (Plazo no real)					
Plazo Inicial Línea Base)	54 meses: Plazo real, Línea base					
Ampliación 1	65 meses					
Ampliación 2	73 meses.					
Plazo final	88 meses.					

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los contratos para la Fase I y II con SK&EC y los cronogramas de paradas de las unidades de la Refinería Esmeraldas.

Con los datos de la Tabla 3.5, se determina el Índice de tiempo de duración del proyecto, considerando que la línea base del plazo de ejecución del proyecto fue 54, meses desde junio de 2008 hasta octubre de 2012; y la finalización del proyecto fue en octubre de 2015.

$$\text{Índice de tiempo} = \frac{\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial}}{\text{Tiempo inicial}} \times 100$$

$$\text{Índice de tiempo} = \frac{(88 - 54) \text{ meses}}{54 \text{ meses}} \times 100$$

$$\text{Índice de tiempo} = 62,96 \%$$

El resultado indica que el plazo del proyecto se extendió en un 62,96% del plazo original, esto es, el proyecto tuvo un incremento de 34 meses, desde noviembre de 2012, fecha prevista de finalización, hasta octubre de 2015, fecha de terminaron los trabajos en la Unidad de FCC y el inició el arranque de la Refinería Esmeraldas rehabilitada.

3.1.2.3 Evaluación del Impacto de la Operación de la Refinaría Esmeraldas luego del Proyecto Rehabilitación

La evaluación e impacto del Proyecto Rehabilitación, es tomado de la percepción de las autoridades de la EP PETROECUADOR, Gobierno Nacional, reportajes de prensa y opinión de sectores sociales, sobre el resultado de este y los impactos positivos o negativos luego de ejecutado el proyecto.

En la realidad, los beneficios alcanzados no cubrieron las expectativas esperadas, esto es, disponer una refinería que opere al 100% de su capacidad y no tenga paros emergentes; por el contrario, prácticamente desató un alto impacto adverso a nivel técnico - operativo, por las varias paradas emergentes y fallas de equipos nuevos. Los impactos negativos en la opinión de las administraciones posteriores a la finalización del proyecto, han sido observados tanto al desempeño operacional de la refinería, como los casos de corrupción determinados por la Contraloría General del Estado, en la ejecución del proyecto.

En la Tabla 3.6 se resume de manera cualitativa la evaluación del impacto, que se califica como media en la consecución de los beneficios del proyecto, ya que en los años 2016 – 2017, dos años luego de concluido el proyecto, los niveles de procesamiento de crudo y

producción de combustibles es aceptable, aunque con un gran número de paros emergentes y fallos de los equipos nuevos recién instalados, que levanta una opinión pública adversa sobre el manejo y beneficios de la rehabilitación y la operación posterior de la Refinería Esmeraldas.

Tabla 3.6. Evaluación del Impacto del Proyecto Rehabilitación

Criterio general	Impactos previstos y no previstos	Alta	Media	Baja
Cambios de largo plazo, positivos y negativos primarios y secundarios, producidos directa o indirectamente por el proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas.	Impactos previstos <i>(¿Hasta qué punto los cambios favorables fueron alcanzados?)</i>	-	✓	-
	Impactos negativos e impactos no previstos <i>(¿Generó impactos negativos el proyecto?)</i>	✓	-	-

Fuente: Elaboración del autor, adaptado de las “Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública” (JICA, 2012) y la opinión de EP PETROECUADOR y medios de comunicación sobre los resultados del proyecto Rehabilitación y el desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas.

3.1.2.4 Evaluación de la Sostenibilidad de la Operación de la Refinería Esmeraldas luego del Proyecto Rehabilitación.

Considerando que, han existido varios paros emergentes, evidenciando una baja confiabilidad mecánica y operacional para mantener las operaciones de la Refinería Esmeraldas de manera continua y segura, la sostenibilidad por componentes y global, de manera cualitativa es considerada como “media”, debido a que luego de concluidos los trabajos del proyecto Rehabilitación, se continúan efectuando reparaciones con la finalidad de estabilizar y mantener la operación y producción de combustibles.

La sostenibilidad financiera de la Refinería Esmeraldas es sólida, sin embargo, la gestión de adquisiciones y contratación de servicios se desenvuelve en un ambiente de restricción,

debido a normativa más rigurosa y recomendaciones de la Contraloría General del Estado, que limitan la agilidad de estos procesos.

En este escenario, la sostenibilidad de la Refinería Esmeraldas es considerada con riesgo medio, conforme a los criterios establecidos en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Evaluación de la Sostenibilidad del Proyecto Rehabilitación

Concepto de la Sostenibilidad del Proyecto	Capacidad técnica y financiera para mantener la operación y mantenimiento de la REE	Alta	Media	Baja
Continuidad en la generación de los beneficios y el mantenimiento de la capacidad de producción de combustibles de la Refinería Esmeraldas.	Operación y Mantenimiento ¿Cuáles son las condiciones físicas y funcionales de la infraestructura, equipos e instalaciones? ¿Están operativas? ¿Cuáles son las principales dificultades en la operación y el mantenimiento?	-	✓	-
	Capacidad Técnica y Gerencial del Operador ¿Tiene la capacidad técnica para la operación y el mantenimiento?	-	✓	-
	Sostenibilidad Financiera ¿Cuál es el presupuesto asignado para la operación y mantenimiento? ¿Los ingresos del proyecto cubren los gastos de la operación y mantenimiento?	✓	-	-
	Riesgos para la Sostenibilidad ¿Existen riesgos de desastres o conflictos para el proyecto?	-	✓	-
	Sostenibilidad Global ¿Cuál es el grado de sostenibilidad del proyecto? ¿Cómo puede ser mejorada la sostenibilidad del proyecto?	-	✓	-

Fuente: Elaboración del autor, adaptado de las “Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública” (JICA, 2012) y la opinión de EP PETROECUADOR y opiniones de autoridades y medios de comunicación sobre los resultados del proyecto Rehabilitación y el desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas.

3.1.2.5 Resumen de la Evaluación EX Post del Proyecto Rehabilitación

Tabla 3.8. Resultados de la evaluación Ex – Post del proyecto

Criterio	Descripción	Grado de evaluación
Pertinencia	Medida en que los objetivos del proyecto fueron coherentes con las necesidades del País.	Necesidad del País: Alta Resultados: Media Estrategia: Media Gestión de Riesgos: Baja
Eficiencia	Medida en que los recursos / insumos (fondos, tiempo, etc.) se han convertido económicamente en productos (outputs) del proyecto	Alcance: Baja Costo: Baja , 254,56% en exceso Tiempo: Baja , 62,96 % en exceso
Eficacia	Medida en que se lograron los objetivos del proyecto	Baja : objetivos operacionales de la refinería cumplidos de manera parcial. (Ver Tabla xx <i>Desempeño operacional de REE luego del proyecto</i>)
Impacto	Cambios de largo plazo, positivos y negativos producidos directa o indirectamente por los resultados del proyecto	Positivos: Media Negativos: Alta
Sostenibilidad	Continuidad en la generación de los beneficios del proyecto, luego de su finalización. Se asocia con la capacidad de mantener los beneficios a lo largo del tiempo.	Operación y mant. Media Capacidad técnica: Media Capacidad financiera: Alta Riesgo sostenibilidad: Media Sostenibilidad Global: Media

Los resultados demuestran que el proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, respondió a una trascendental necesidad del País, esto es, modernizar sus instalaciones, recuperar su capacidad de refinación y disminuir las importaciones de derivados, sin embargo, la gestión de la ejecución del proyecto fue ineficiente y los objetivos y metas se cumplieron de manera parcial.

3.1.3 Desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas 2016 – 2017

El desempeño operacional de la Refinería Esmeraldas se presenta de manera visual en las tendencias de producción desde el 2008 al 2017, es decir, en el periodo de ejecución

del proyecto Rehabilitación 2008-2015, y dos años posteriores a su finalización, 2016 - 2017, que reflejan el desempeño, luego de los trabajos de rehabilitación.

3.1.3.1 Procesamiento de crudo

En el **Figura 3.1** se puede observar que las cargas de crudo de la Refinería Esmeraldas, desde el 2008, inicio del proyecto, al 2017, dos años luego de concluidos los trabajos de rehabilitación con la refinería en operación de todas sus unidades productivas. En los años 2014 y 2015 disminuyen la capacidad de procesamiento alrededor del 50% en el volumen, lo cual se debe a los paros programados de los trenes de crudo 1 y crudo 2, que salieron de operación de manera alternada para los trabajos de rehabilitación. En los años 2016 y 2017, con las dos unidades de crudo operando a la máxima capacidad, el volumen procesado alcanza un promedio de 104.982 barriles/día, que equivale al 95,43% de la capacidad de diseño de 110.000 barriles/día. El objetivo propuesto de operar al 100% no fue alcanzado.

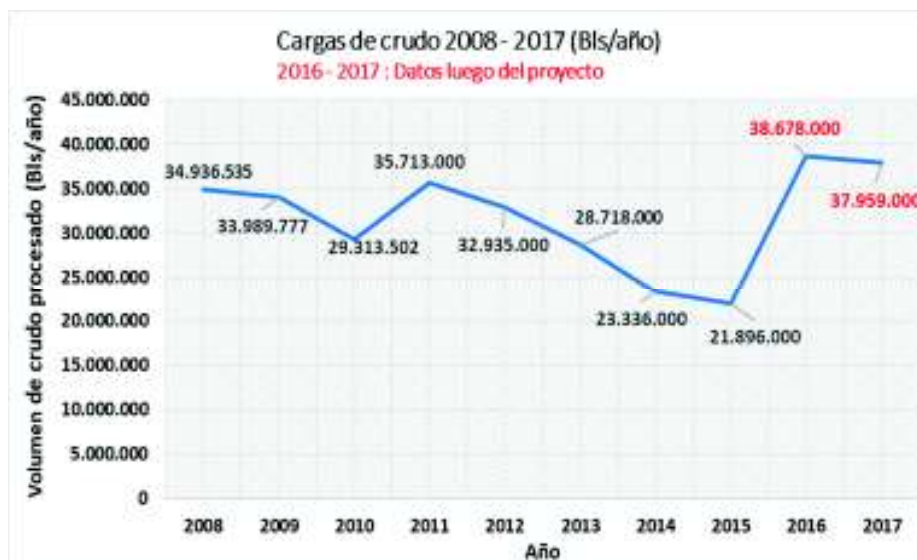


Figura 3.1 - Volumen de carga de crudo a Refinería Esmeraldas 2008-2017

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base de los informes estadísticos de Petroecuador

3.1.3.2 Producción de GLP

La **Figura 3.2** muestra la tendencia de producción desde el año 2008 al 2017, evidenciándose que en el 2014 y 2015, existe una baja en la producción de GLP debido a

que la Unidad de FCC, permaneció fuera de servicio 6 y 9 meses respectivamente en cada año, para los trabajos de cambio del reactor y regenerador. En los años 2016 y 2017, la producción de GLP es alta, debido a que la Unidad de FCC operó al 100% de su nueva capacidad ampliada de 20.000 BPD.

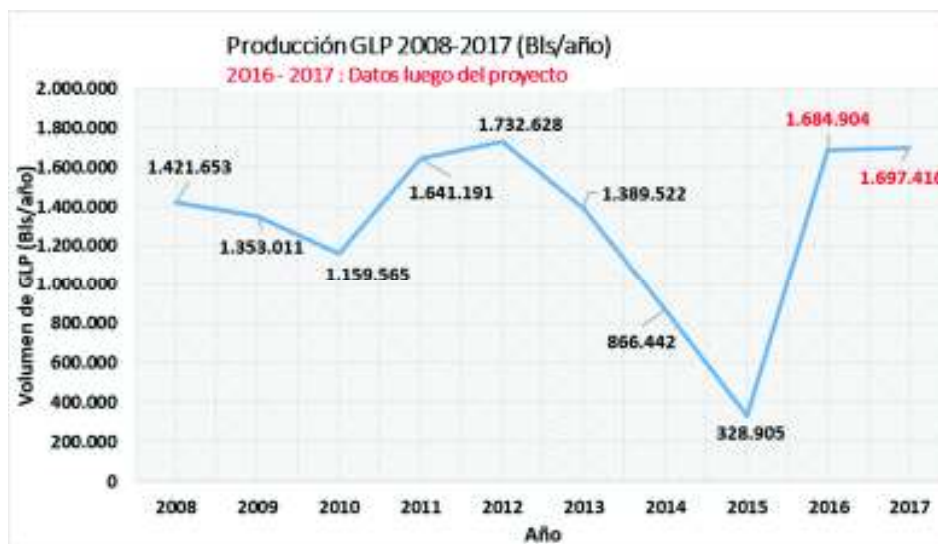


Figura 3.2 - Curva de producción de GLP 2008 -2017

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base de los informes estadísticos de Petroecuador

3.1.3.3 Producción de gasolinas

La producción de gasolina a partir del 2010 tiene un incremento de producción volumétrico, debido a que PETROECUADOR inicia a contabilizar la NAO importada, como parte de la producción de gasolinas de la Refinería Esmeraldas (EP Petroecuador, 2010).

La producción de los años 2014 y 2015 es menor, debido a los paros programados de las Unidades de Crudo 1 / 2 y FCC para los trabajos de Rehabilitación. En los años 2016 y 2017, luego de concluido el proyecto, estas unidades operaron cerca del 100% de capacidad, por lo que se tiene un volumen de producción mayor con respecto a los años anteriores.

En la **Figura 3.3** se presenta la tendencia de producción desde el 2008 al 2017.

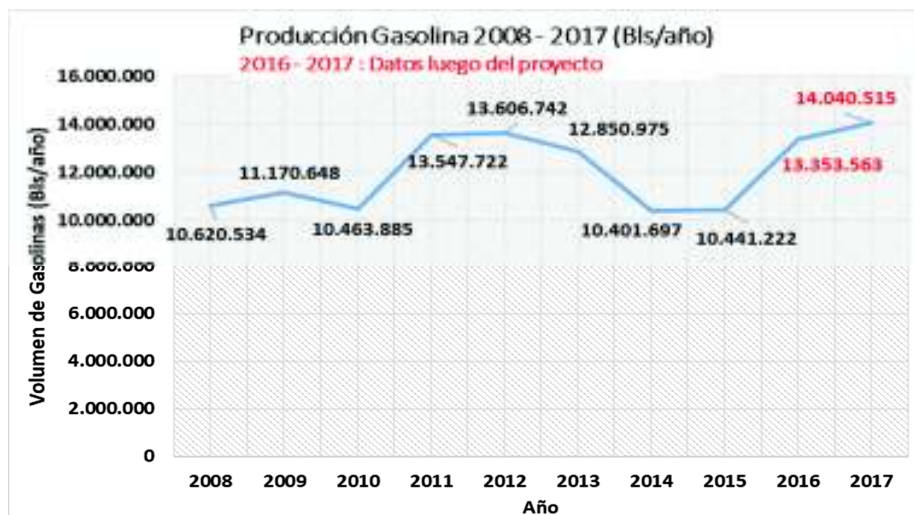


Figura 3.3 - Curva de producción de gasolina 2008 - 2017

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base de los informes estadísticos de PETROECUADOR

3.1.3.4 Producción de Diésel

La **Figura 3.4**, muestra que la producción de diésel tiene un notable incremento en los años 2016 y 2017, con respecto a los años anteriores, lo cual se debe a la mayor capacidad de operación de las Unidades de Crudo 1 y Crudo 2.

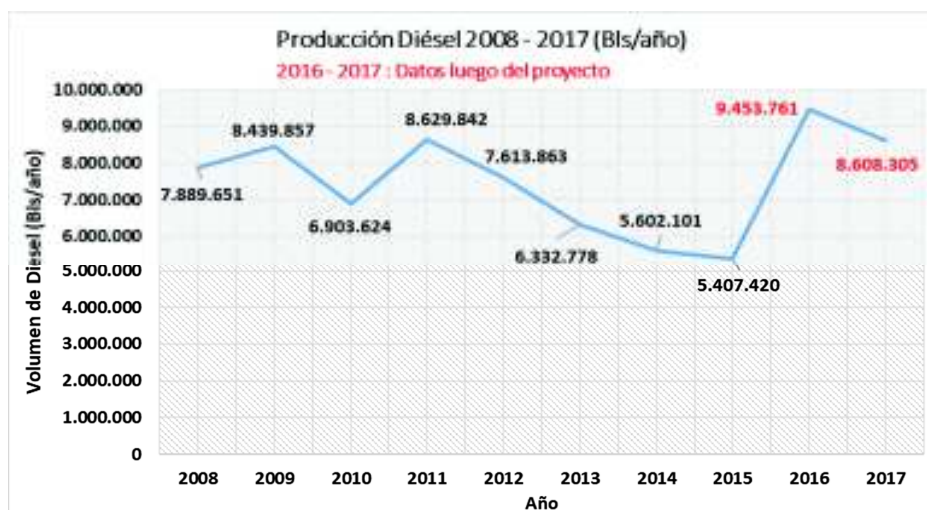


Figura 3.4 - Curva de producción de diésel 2008 -2017 de REE

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base de los informes estadísticos de PETROECUADOR

3.1.3.5 Producción de Fuel Oil

En la **Figura 3.5** se visualiza la producción de Fuel Oil en el periodo 2008 – 2017; la disminución de volumen en los años 2014 y 2015 se debe a los paros de las Unidades de Crudo 1 y 2 para ejecución de los trabajos de rehabilitación. En los años 2016 -2017, luego de proyecto, los volúmenes de producción son ligeramente superiores, lo cual es producto de la mayor capacidad de procesamiento de crudo carga de la refinería.

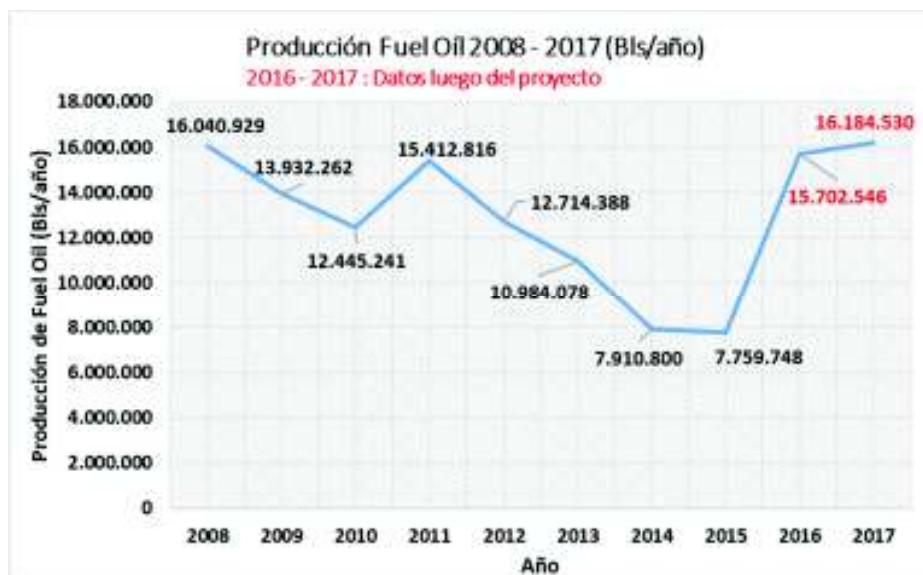


Figura 3.5 - Curva de producción de Fuel Oil de 2008 -2017

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base de los informes estadísticos de PETROECUADOR

3.1.3.6 Costo de refinación de Refinería Esmeraldas 2008 – 2017

El costo de refinación, desde el 2008 al 2017, sufre variaciones importantes a partir del año 2013 al 2015, período en el cual se incrementa desde un promedio de 3,7 USD/barril, hasta 19,64 USD/barril, en el 2015.

En la Refinería Esmeraldas, el costo de refinación depende de la mayor o menor utilización de insumos, repuestos y servicios para operación y mantenimiento, por lo que el incremento del costo está directamente relacionado con un mayor uso de recursos en las partidas presupuestarias de “*Servicios para operación*”, “*Servicios para mantenimiento*”, “*químicos y catalizadores*” y “*repuestos para mantenimiento*”.

En la **Figura 3.6** se presenta la tendencia de los costos de refinación entre el 2008 y 2017, que evidencia un notable aumento a partir del año 2012 hasta el año 2015, que se incrementó el gasto operativo y de inversiones.



Figura 3.6 - Curva de costos de refinación 2008 -2017

Fuente: Informes anuales de Subgerencia de Operaciones y reportaje de El Comercio, “Carlos Pareja disparó los contratos en la refinería”, edición 23 de enero de 2017

El gasto operativo de la Refinería Esmeraldas empezó a subir significativamente a partir del 2012, cuando inició la administración de Carlos Pareja, siendo la mayoría de las obras y servicios de mantenimiento regular, lo que incrementó el costo de refinación de USD 4 en el 2011, creciendo a USD 20 en cuatro años (El Comercio, 2017).

El costo de refinación es afectado únicamente por el gasto operativo y no depende del presupuesto de inversiones utilizado con cargo al Proyecto Rehabilitación, sino con la operación normal de la refinería, gasto que no se reflejó en un incremento de la producción, por lo que el costo de refinación subió drásticamente. En resumen, esto significa que se gastó mucho más, para producir similar volumen de combustibles que los años anteriores.

3.1.3.7 Paros emergentes de Refinería Esmeraldas 2008 - 2017

Los paros emergentes de las 9 unidades productivas de la Refinería Esmeraldas en los años 2016-2017, luego de finalizado el Proyecto Rehabilitación, se presentan en mayor número que en los años anteriores. En promedio en los dos años de operación luego del

proyecto, se tienen 73 paros emergentes por año, que es significativamente mayor que los 51 paros emergentes que se tuvieron en promedio entre el 2008 y 2012, lo cual evidencia que el principal objetivo del Proyecto Rehabilitación, cual era de mantener la operación de la refinería sin paros emergentes, no se cumplió.

En resumen, los datos demuestran que luego del proyecto, la Refinería Esmeraldas tiene más fallas de equipos y se mantiene la vulnerabilidad a las fallas de suministro eléctrico desde el Sistema Nacional Interconectado (SNI), que evidencia que este factor que ha sido crítico a lo largo de toda la vida de la refinería no fue resuelto por los trabajos del proyecto Rehabilitación, situación que confirma la frágil integridad mecánica en su conjunto

En la **Figura 3.7** se muestran los paros emergentes entre el 2008-2017.



Figura 3.7 - Número de paros emergentes en Refinería Esmeraldas 2008-2017

Fuente: Reportaje de Revista Plan V e Informes Estadísticos de EP PETROECUADOR

Los días acumulados de paralización de las 9 unidades productivas de la Refinería Esmeraldas se muestran en la **Figura 3.8**, evidenciando que luego de la ejecución de los trabajos del proyecto Rehabilitación, se tuvieron más días de paralización; 280 días promedio en los años 2016-2017, versus los 245 días en los años 2008- 2012. Los días acumulados de paralización de la refinería son mayores cuando se tienen paros totales, generalmente por falla eléctricas del Sistema Nacional Interconectado, que provoca la salida de operación de todas las unidades de la refinería.



Figura 3.8 - Días de paros emergentes Refinería Esmeraldas 2007-2017

Fuente: Revista Plan V e Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

3.1.4 Evaluación del cumplimiento de los objetivos mediante la comparación de los indicadores antes y después del proyecto.

Los objetivos a evaluar su cumplimiento se encuentran descritos en la Tabla 1.5 “*Objetivos y metas del Proyecto Rehabilitación*”, los mismos que fueron establecidos en la conceptualización del Proyecto en el año 2008.

La evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos propuestos se efectúa mediante la comparación de los promedios de capacidades de procesamiento de crudo, producción de combustibles, costos de refinación y paros emergentes obtenidos en el periodo 1998 – 2008, versus los promedios obtenidos en los años 2016 – 2017, dos años luego de la finalización del proyecto.

3.1.4.1 Cumplimiento de objetivo de incrementar la capacidad de procesamiento de Crudo Oriente.

En la Tabla 3.9 se presentan el resultado del grado de cumplimiento de este objetivo, que alcanzó al 71,44 %, valor determinado de la siguiente manera:

$$\% \text{ cumplimiento capacidad} = \frac{\% \text{ capacidad (2016 – 2017)} - \% \text{ capacidad línea base (1998 – 2008)}}{\% \text{ objetivo (100\%)} - \% \text{ capacidad línea base (1998 – 2008)}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento capacidad} = \frac{(95,43 - 84,00)\% \text{ capacidad}}{(100,00 - 84,00)\% \text{ capacidad}} \times 100$$

$$\% \text{ de cumplimiento} = \mathbf{71,44 \%}$$

Tabla 3.9. Cumplimiento de objetivo de incrementar la capacidad de operación

Capacidad de Operación (1998 - 2008)	Capacidad objetivo, 2008	Capacidad de operación (2016 - 2017)	% cumplimiento
84,00%	100%	95,43%	71,44%
92.400, BPD	110.000 BPD	104.982 BPD	71,44%

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

Este objetivo no se cumplió, debido a los varios paros emergentes y programados que sufrió la refinería en la operación luego de concluidos los trabajos de rehabilitación.

3.1.4.2 Cumplimiento de objetivo de reducir paros emergentes

Por número de paros emergentes ocurridos en la Refinería Esmeraldas, el cumplimiento del objetivo del proyecto Rehabilitación presenta los siguientes resultados

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = \frac{\text{Número paros}(2008 - 2012) - \text{Número paros} (2016 - 2017)}{\text{Número paros} (2008 - 2012)} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = \frac{(51 - 73) \text{ paros emergentes}}{51 \text{ paros emergentes}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = \mathbf{-41,05 \%}$$

Por días acumulados de paros emergentes se tiene:

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = \frac{\text{Días de paro}(2008 - 2012) - \text{Días de paro} (2016 - 2017)}{\text{Días de paro} (2008 - 2012)} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = \frac{(249,99 - 280,46) \text{ días}}{249,99 \text{ días}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento reducción paros} = -14,48 \%$$

En la Tabla 3.10 se presentan los resultados, que indican que no se cumplió con el objetivo de mantener la operación de la Refinería Esmeraldas sin paros emergentes (cero paros), sin embargo, los paros emergentes se incrementaron con respecto a la línea base establecida.

Tabla 3.10. Cumplimiento de objetivo de disminuir paros emergentes

Paros Emergentes (1998 - 2008)	Objetivo disminuir paros 2008	Paros emergentes (2016 - 2017)	% cumplimiento
51 paros	0	73 paros	- 41,05 %
244,99 días	0	280,46 días	- 14,48%

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

3.1.4.3 Cumplimiento de objetivo de incrementar la producción de combustibles

Para determinar el grado de cumplimiento del incremento de los volúmenes de producción de GLP, Gasolinas y Diésel, se realiza la comparación de los volúmenes producidos luego del proyecto, años 2016-2017, versus los obtenidos antes de la ejecución del proyecto entre los años 1998-2008.

Sin embargo, para una evaluación más objetiva, se comparan los porcentajes de rendimientos de producción de los combustibles con respecto al crudo carga, antes y luego de la ejecución de los trabajos del Proyecto Rehabilitación, con lo cual se eliminan las distorsiones por la mayor capacidad de operación de las unidades de la Refinería Esmeraldas.

La determinación del porcentaje de cumplimiento del objetivo de incremento de producción de GLP, Gasolinas y Diésel, se utiliza las siguientes fórmulas generales:

$$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Volumen (2016 - 2017)} - \text{Volumen línea base (1998 - 2008)}}{\text{Volumen objetivo} - \text{Volumen línea base (1998 - 2008)}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento} = \frac{\% V (2016 - 2017) - \% V \text{ línea base (1998 - 2008)}}{\% \text{ Volumen objetivo} - \% V \text{ línea base (1998 - 2008)}} \times 100$$

a) *Cumplimiento de objetivo incremento producción LPG en 16 % V:*

$$\% \text{ cumplimiento GLP} = \frac{\text{Volumen GLP(2016 - 2017)} - \text{Volumen GLP(1998 - 2008)}}{\text{Volumen objetivo GLP} - \text{Volumen GLP (1998 - 2008)}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento GLP} = \frac{(4.633 - 3.503) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}}{(4.063 - 3.503) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento GLP} = 201,71 \% V$$

El resultado indica que efectivamente en los años 2016-2017, se obtuvo un significativo incremento en la producción de GLP, que se debe a que la Unidad FCC operó al 100% de la nueva capacidad de operación, es decir, 20.000 BPD.

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento GLP} = \frac{(4,40 - 3,80) \% V}{(4,41 - 3,80) \% V} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento GLP} = 98,68 \%$$

El resultado indica que, al comparar la producción de GLP respecto a la carga de crudo a la refinería, el incremento neto de producción de GLP alcanza un cumplimiento del 96,68%, del propuesto.

b) *Cumplimiento de objetivo incremento producción Gasolinas en 20 % V:*

$$\% \text{ cumplimiento gasolinas} = \frac{\text{Volumen(2016 - 2017)} - \text{Volumen (1998 - 2008)}}{\text{Volumen objetivo} - \text{Volumen (1998 - 2008)}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Gasolinas} = \frac{(37.526 - 24.215) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}}{(29.058 - 24.215) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Gasolinas} = 274,84 \% V$$

A primera vista, el resultado indica que el volumen de producción de gasolinas luego del proyecto superó ampliamente el 20% en volumen establecido como objetivo; sin embargo, esta comparación es únicamente volumétrica, independiente de la carga de la Refinería Esmeraldas y de la forma de contabilizar la producción de los combustibles producidos. El resultado de 274,84 %V alcanzado, se debe a que la línea base utilizada para la comparación (1998-2008), no contabilizaba el volumen de NAO importada, lo cual fue implementado a partir del año 2010, por lo que es mucho menor.

En esta circunstancia, la línea base 1998-2008, es inadecuada para la comparación de la producción de gasolinas antes y después del proyecto Rehabilitación, razón por la cual, se tomará como línea base la producción de gasolinas obtenida en los años 2011-2012, con lo cual se tienen resultados más objetivos, sobre el real incremento de la producción de gasolinas.

$$\% \text{ cumplimiento Gasolinas (línea base 2011 - 2012)} = \frac{(37,526 - 37,198) \frac{Bls}{año}}{(44,637 - 37,198) \frac{Bls}{año}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Gasolinas} = 4,41 \% V$$

Si comparamos la eficiencia de la Refinería Esmeraldas para la producción de gasolinas, esto es, relacionando los porcentajes de rendimiento con respecto al crudo carga procesada, tenemos:

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento gasolinas} = \frac{(35,70 - 39,59) \% V}{(47,51 - 39,59) \% V} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento gasolinas} = -49,13 \%$$

Los resultados indican que el incremento en el volumen de producción de gasolina fue marginal, de apenas el 4,41 % en volumen del objetivo propuesto, que era incrementar desde el 39,59% V de la línea base de los años 2011-2012, hasta el 47,51%.

Al comparar la eficiencia en la producción de gasolinas, el resultado es negativo en menos 49,13 %, lo que significa que, en términos porcentuales, la eficiencia en la producción de gasolinas en los años 2016-2017, disminuyó con respecto a los años 2011-2012.

c) *Cumplimiento de objetivo incremento producción de Diésel en 16 % V:*

En volumen de producción de Diésel, el porcentaje de incremento entre los años 2016-2017 en comparación con los años 1998 - 2008, fue:

$$\% \text{ cumplimiento Diesel} = \frac{\text{Volumen}(2016 - 2017) - \text{Volumen} (1998 - 2008)}{\text{Volumen objetivo} - \text{Volumen} (1998 - 2008)} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Diesel} = \frac{(24.743 - 19.982) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}}{(23.179 - 19.982) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Diesel} = 148,91 \% V$$

La comparación entre los porcentajes de rendimientos entre los periodos antes y después del proyecto Rehabilitación, indica que se alcanza el 57,87 %, de cumplimiento del objetivo propuesto.

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento Diesel} = \frac{(24.743 - 19.982)\% V}{(23.179 - 19.982)\% V} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento Diesel} = \mathbf{57,87 \%}$$

3.1.4.4 Cumplimiento de objetivo disminuir producción de residuo en 8.000 BPD

El objetivo del Proyecto Rehabilitación fue disminuir la producción de residuo en 8.000 barriles/día. Al realizar la comparación entre los volúmenes de producción de residuos en la Refinería Esmeraldas, antes y después del proyecto, se tiene:

$$\% \text{ cumplimiento Fuel Oil} = \frac{\text{Volumen} (1998 - 2008) - \text{Volumen} (2016 - 2017)}{\text{Volumen} (1998 - 2008) - \% \text{ Volumen objetivo}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Fuel Oil} = \frac{(40.342 - 43.681) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}}{(40.342 - 32.342) \frac{\text{Bls}}{\text{año}}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento Fuel Oil} = \mathbf{-41,73 \% V}$$

La comparación de los rendimientos de producción de residuos en la Refinería Esmeraldas, antes y después del proyecto, se tiene:

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento Fuel Oil} = \frac{\% V (1998 - 2008) - \% V (2016 - 2017)}{\% V (1998 - 2008) - \% \text{ Volumen objetivo}} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento Fuel Oil} = \frac{(43,64 - 41,60) \% V}{(43,64 - 34,99) \% V} \times 100$$

$$\% \text{ cumplimiento rendimiento Fuel Oil} = \mathbf{23,59 \%}$$

El resultado negativo en 41,73 % indica que, en lugar de disminuir, el volumen de producción de residuo se incrementó en 3.338 barriles/día. En porcentaje de rendimiento de producción de residuo, el 23,59 % refleja una ligera disminución respecto al objetivo propuesto, lo cual es atribuible a una mejor calidad del Crudo Oriente procesado, que tendría un grado API mayor.

En la Tabla 3.11 se indican los resultados del cumplimiento de este objetivo.

Tabla 3.11. Cumplimiento de objetivo de disminuir producción de residuo en 8.000 BPD

Producción Fuel Oil (1998 - 2008)	Objetivo 2008: disminuir 8.000 BPD	Producción Fuel Oil (2016 - 2017)	% cumplimiento
40.342 BPD	32.342	43.681 BPD	- 41,73 %V
43,64 %V	34,99	41,60 %V	23,59 %

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

3.1.4.5 Cumplimiento de objetivo disminuir el costo de refinación

Considerando como línea base del costo de refinación es el costo promedio del 2001-2008 antes del proyecto Rehabilitación, se tiene:

$$\% \text{ Cumplimiento costo refinación} = \frac{\text{Costo} (2001 - 2008) - \text{Costo} (2016 - 2017)}{\text{Costo} (2001 - 2008)} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento costo refinación} = \frac{(3,67 - 4,54) \frac{\$}{\text{barril}}}{3,67 \frac{\$}{\text{barril}}} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento costo refinación} = -23,71 \%$$

El resultado negativo en 23,71 %, indica que el costo de refinación no disminuyó, al contrario, se incrementó en el periodo 2016-2017, luego del proyecto Rehabilitación, indicativo que se incurrió en mayor gasto para la operación y mantenimiento de la Refinería

Esmeraldas. En la Tabla 3.12 se resumen los resultados de la variación del costo de refinación, antes y después del proyecto.

Tabla 3.12. Cumplimiento de objetivo de disminuir el costo refinación

Costo refinación (1998 - 2008) \$/bl.	Objetivo 2008: \$/barril	Costo refinación (2016 - 2017) \$/bl.	% cumplimiento
3,67	> 3, 67	4, 54	- 23,71 %

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

3.1.4.6 Resumen del cumplimiento de las metas del Proyecto Rehabilitación

En la Tabla 3.13 se presentan los datos del cumplimiento de los objetivos del proyecto Rehabilitación, referentes a la capacidad de refinación de crudo, producción de combustibles, confiabilidad operacional (paros emergentes) y eficiencia de las operaciones.

Los resultados obtenidos demuestran claramente que los objetivos del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, de incrementar la producción de combustibles no se cumplieron en los porcentajes de las metas propuestas. Únicamente la producción de GLP y Diésel tiene un cumplimiento moderado.

Tabla 3.13. Cumplimiento de los objetivos del Proyecto Rehabilitación

Objetivo	Valores línea base (1998 - 2008)	Objetivo	Valor alcanzado (2016 - 2017)	% cumplimiento
Incrementar la capacidad de refinación (% V)	84,00%	100%	95,43%	71,44%
Incrementar la capacidad de refinación (BPD)	92.400, BPD	110.000	104.982	71,44%
Disminuir paros emergentes (Número de paros)	51 paros	0	73 paros	- 41,05 %
Disminuir paros emergentes (Número de días de paro)	244,99 días	0	280,46 días	- 14,48%
Incrementar la producción de LPG en 16% V (BPD)	3.503	4.063	4.633	201,71
Incrementar la producción de LPG en 16% V (% / Carga)	3,80%	4,41%	4,40%	98,68%
Incrementar la producción de gasolina en 20% V (BPD)	24.215	29.058	37.526	274,84% ¹¹
Incrementar la producción de gasolina en 20% V (BPD)	37.198	44.637	37.526	4,41%¹²
Incrementar la producción de gasolina en 20% V(%/Carga)	39,59%	47,51%	35,70%	-49,13%
Incrementar la producción de Diésel en 16 % V (BPD)	19.982	23.179	24.743	148,91%
Incrementar la producción de Diésel en 16% V (%/Carga)	21,60%	25,06%	23,60%	57,87%
Disminuir la producción de residuo (BPD)	40.342	32.342	43.681	- 41,73 %V
Disminuir la producción de residuo (% V)	43,64	34,99	41,60	23,59 %
Disminuir el costo de refinación (USD / barril)	3,67	>3, 67	4, 54	- 23,71 %

Fuente: Elaboración del autor sobre la base de los Informes Estadísticos EP PETROECUADOR

¹¹ Con respecto a la producción de gasolinas en el periodo 1998-2008, en el cual no se contabilizaba el volumen de NAO importada como parte de la producción de gasolinas. Comparación no es válida.

¹² Con respecto a la producción de gasolinas en el periodo 2011-2012

3.1.4.7 Análisis sobre el bajo cumplimiento de los objetivos propuestos en el Proyecto Rehabilitación.

El limitado cumplimiento de los objetivos del proyecto se debe principalmente a la conceptualización optimista, no práctica y a la falta de conocimiento de la dinámica operativa y de integridad mecánica de la Refinería Esmeraldas. Las metas globales de recuperar la integridad mecánica de la Refinería Esmeraldas, eliminar los paros emergentes y mantener la operación a la capacidad de diseño, es decir, 110.000 BPD, fueron escenarios ideales, pero poco realistas. El resultado luego del proyecto lo confirma, tal como lo muestran los datos en la Tabla 3.13, que de manera cuantitativa evidencian que las metas tuvieron un cumplimiento bajo o negativo.

Las causas del bajo cumplimiento de los objetivos y metas del Proyecto Rehabilitación se resumen en las siguientes consideraciones:

- a) *Alcanzar una confiabilidad mecánica que evite paros emergentes es prácticamente imposible.* – Si se considera que el alcance del proyecto Rehabilitación fue parcial en la parte mecánica y no se alcanzó a garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico de la Refinería Esmeraldas, los paros emergentes por disturbios del sistema eléctrico propio o del Sistema Nacional Interconectado, SNI, eran inevitables, lo que se evidenció en los varios paros emergentes por esta causa. Además, por criterios de confiabilidad, luego de un mantenimiento, existe la probabilidad de que existan fallos de equipos o sistemas por defectos en el ensamblaje, partes defectuosas, etc.

Por lo tanto, existía una alta probabilidad de ocurrencia de ciertas fallas en equipos o sistemas que recibieron mantenimiento, que podían provocar paros emergentes luego del arranque de la refinería rehabilitada.

- b) *Mantener la operación de la Refinería Esmeraldas al 100 % de manera continua no es un escenario real.* – Siendo la refinería un complejo industrial altamente complejo, que funciona de manera secuencial y dependiente, esto es, cada planta de refinación depende de la operación de otras plantas y del suministro estable de los servicios auxiliares, agua, vapor energía y aire de planta e instrumentos, garantizar la operación de toda la refinería al 100% de su capacidad de diseño no

se fundamentó en un conocimiento real del alcance del proyecto rehabilitación y de la dinámica operativa de la Refinería Esmeraldas.

- c) *Garantizar incrementos significativos en la producción de combustibles por el supuesto de incrementar la capacidad de refinación fue sobrestimado.* – El supuesto de recuperar la capacidad de procesamiento en las unidades de Crudo 1 y 2, no garantiza que la producción del LPG, Gasolinas y Diésel se incrementaría proporcionalmente, puesto que la producción y tratamiento de estos combustibles se complementa con la capacidad de procesamiento de otras plantas como la FCC y la HDS, que también tendrían que operar a su máxima capacidad, lo que no sucedió, debido a fallas de equipos y paros emergentes de estas plantas.
- d) *La disminución de la generación de residuos en 8.000 BPD fue una meta técnicamente irrealizable.* - Considerando que el Crudo Oriente procesado en la Refinería Esmeraldas, antes y después del proyecto rehabilitación, tenía un grado API de 24,5 y 25, respectivamente, lo que produciría un volumen de residuos similar; y, que el esquema de refinación no fue mejorado para procesar los residuos, la meta propuesta como parte del este proyecto fue técnicamente imposible de cumplir. Al contrario, si luego del proyecto, la refinería operaría al 100% de capacidad, el volumen de residuos producido sería mayor, tal como lo demuestran los informes estadísticos de la EP PETROECUADOR.
- e) *La disminución de los costos de refinación que dependen del nivel de gastos operativos y de mantenimiento era poco probable.* - Los costos de refinación dependen de los gastos operativos y de mantenimiento que se utilizan para el funcionamiento de la refinería y la producción de combustibles, por lo que, al tener mayor volumen de refinación de crudo y mayor producción de derivados, lo normal era que los costos de refinación se incrementarían debido al mayor consumo de servicios básicos, como energía eléctrica, vapor, agua y combustible para la operación de los hornos y calderos.

Como ejemplo, en la Unidad de FCC que operó a la nueva capacidad de diseño, 20.000 BPD en lugar de los 18.000 BPD antes del proyecto, requiere mayor consumo de catalizador y de químicos para el tratamiento anticorrosivo del GLP y de la gasolina, lo que incrementa los costos operativos de esa unidad y de la Refinería Esmeraldas.

3.1.5 Propuesta de Sistema de Gestión para la Refinería Esmeraldas

El sistema propuesto para la Refinería Esmeraldas es un Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard), elaborado conforme a los criterios indicados en el numeral 1.5.9.1 del marco teórico.

3.1.5.1 Análisis FODA de la Refinería Esmeraldas

Sobre la base de la experiencia y el conocimiento de los aspectos operativos y de administración de la Refinería Esmeraldas, se presenta el resumen del análisis FODA para la situación actual de la Refinería Esmeraldas



Figura 3.9 - Análisis FODA de la Refinería Esmeralda 2018

Fuente: Elaboración del autor, sobre la base del conocimiento de la realidad operativa y administrativa de la Refinería Esmeraldas

3.1.5.2 Elaboración de la propuesta de Cuadro de Mando Integral para la Refinería Esmeraldas

El objetivo estratégico de la misión y los objetivos de las perspectivas financieras, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento, así como los principales indicadores del Cuadro de Mando Integral propuesto, están conceptualizados para resolver los siguientes aspectos claves de la Refinería Esmeraldas:

- ✓ Mejorar la eficiencia de la operación de la refinería
- ✓ Solucionar la frágil condición de integridad mecánica, que han ocasionado varios paros emergentes de las plantas.
- ✓ Recuperar la credibilidad de la gestión y mejorar la opinión interna y externa
- ✓ Capacitar y entrenar al personal técnico-operativo y administrativo clave.

En la Figura 29 se presenta la propuesta para el esquema conceptual del Cuadro de Mando Integral de la Refinería Esmeraldas.

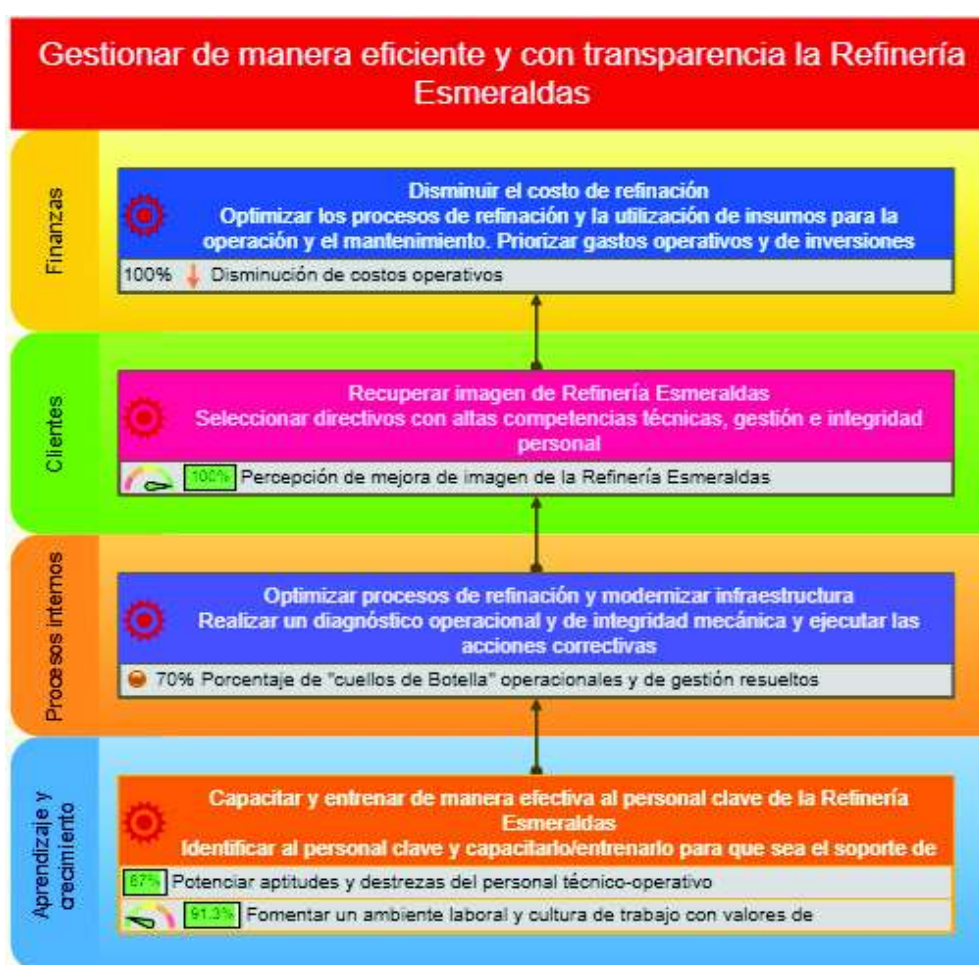


Figura 3.10 - Propuesta de Cuadro de Mando Integral para Refinería Esmeraldas
Fuente: Elaboración del autor sobre la base del conocimiento de la situación real de la Refinería Esmeraldas.

El resultado a mediano plazo deberá ser, una refinería optimizada, manejada por personal profesional e íntegro en una nueva cultura de trabajo orientada a los resultados y trabajo en equipo, en la cual se hayan mejorado los procesos de operación y mantenimiento, cuyo resultado será conseguir de manera permanente una operación con mayor confiabilidad y eficiencia.

3.2 Discusiones

Los resultados de la evaluación Ex - Post del Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, evidencian que el alcance, costo y plazo del proyecto se incrementaron de manera inusual, que denotando un manejo discrecional fuera de las buenas prácticas de la gestión de proyectos. El costo pasó de un valor inicial de **USD. 855.411.165,90** a un monto de final de **USD. 2.177.565.472,97**, que representa el 254,56 % de incremento; mientras que el plazo se incrementó de 54 a 88 meses, teniéndose un retraso cerca de 3 años. El incremento del costo y plazo del proyecto se presenta desde el 2012, año que se produce el cambio de la administración de la Refinería Esmeraldas y a la Gerencia de Refinación de la EP PETROECUADOR, que elevó el presupuesto de inversiones con la suscripción de varios contratos complementarios a los existentes y la firma de nuevos contratos, con montos elevados nunca antes vistos en la gestión pasada de la refinería.

La Refinería Esmeraldas, antes del proyecto, promedio estadístico 1998 - 2008, evidencia que operaba aproximadamente al 84% de su capacidad de diseño, es decir, operó a 92.423 barriles/día de los 110.000 BPD disponibles por diseño; mientras que en el periodo 2016-2017, luego del proyecto, alcanzó al 95,43 % de capacidad, que equivale a un procesamiento de 104.982 barriles/día. Los paros emergentes de la refinería que aún persisten son la causa para que la capacidad de refinación no alcance la capacidad de diseño, conforme el objetivo propuesto.

Los rendimientos de producción de GLP, gasolinas y Diésel con respecto al crudo carga procesado antes del proyecto son: 3,79%, 39,56 % y 21,62% respectivamente, mientras luego del proyecto se tiene: 4,41%, 35,75% y 23,57 % respectivamente, lo que evidencia que para el caso del GLP y Diésel se tuvo un incremento aceptable, pero en el caso de la gasolina se produjo una disminución en la producción.

Es importante aclarar que en volumen se tienen incrementos significativos en los años 2016-2017 versus los volúmenes de producción antes del proyecto, lo cual se debe a la mayor carga de las unidades productivas. Sin embargo, cuando se realiza la comparación en términos de porcentaje de rendimiento con respecto a la carga, los resultados demuestran que el incremento neto en la producción de combustibles luego del proyecto es ligeramente mayor, y en algunos casos los rendimientos de producción de combustibles, son menores que antes de la ejecución del proyecto, como es el caso de la producción de gasolinas.

La integridad mecánica de la Refinería Esmeraldas luego del proyecto Rehabilitación no se mejoró, lo cual se evidencia en el alto número de paros emergentes que han ocurrido en la refinería en los años 2016 -2017, con 73 paros y 280 días, que es mayor en número y en días al promedio que los paros emergentes antes del proyecto, 2008-2012, que se tuvieron 51 paros con 245 días acumulados.

El costo de refinación después del proyecto es ligeramente mayor que antes del proyecto; 3,67 USD/barril en el periodo 2001-2008 versus 4,54 USD/barril en los años 2016-2017, indicativo de que luego del proyecto se están teniendo mayor gasto para la operación y el mantenimiento de la Refinería Esmeraldas. Esto era evidente, ya que la refinería procesaría mayor carga de crudo, lo que genera mayor consumo de energía eléctrica y servicios básicos, así como de catalizadores y químicos para el tratamiento de mayores volúmenes de combustibles.

En resumen, los resultados demuestran que la inversión realizada en el Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, se cumplieron en menor grado, pues tanto la integridad mecánica como la eficiencia en la incremento de la producción de combustibles no alcanzaron las metas de los objetivos del proyecto, al contrario han generado crítica de la opinión pública y los organismos de control como la Contraloría General del Estado y La Fiscalía General del Estado han encontrado irregularidades sobre el manejo de los contratos de obras y servicios de este proyecto.

Los resultados de esta investigación han confirmado la hipótesis planteada, respecto que el Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, cumplió parcialmente los objetivos propuestos y no se han evidenciado los grandes beneficios que fueron promocionados durante el desarrollo del proyecto.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La evaluación de la situación operativa y de integridad mecánica de la Refinería Esmeraldas, en el periodo 1998-2008, antes del inicio del Proyecto Rehabilitación, demuestra que la disponibilidad de planta había decrecido hasta el 84 % de su capacidad de diseño de 110.000 BPD, los paros emergentes en el 2008 fueron 38 que acumularon 279 días y los costos de refinación estaban en el orden de 3,67 USD/barril. Esta situación, con una disminuida capacidad de refinación, provocaba la pérdida de producción de combustibles, requería la intervención en la refinería para modernizar sus equipos y sistemas y recuperar la confiabilidad mecánica y operacional.
- El Proyecto Rehabilitación de la Refinería Esmeraldas, incrementó el alcance, costo y tiempo iniciales; así, el proyecto inició con un presupuesto de USD. 855.411.165,90 y una duración de 54 meses, desde junio de 2008 hasta noviembre de 2012, sin embargo, el proyecto terminó costando USD. 2.177.565.472,97 y finalizó en octubre de 2015, cerca de 3 años después del plazo inicial, lo que evidencia el manejo ineficiente de la ejecución del proyecto.
- El análisis de los indicadores de pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad del proyecto, demuestran que el desempeño de la Refinería Esmeraldas, después de realizado el proyecto, tiene una ligera mejora en cuanto a la producción de combustibles, mientras que la integridad mecánica y confiabilidad, así como la eficiencia de sus operaciones, reflejado en los costos de refinación, demuestran que La Refinería Esmeraldas no presenta una mejor condición y desempeño que antes del proyecto. Por el contrario, los indicadores demuestran una peor condición operacional luego del proyecto, pues, el costo de refinación subió desde 3,67USD/barril a 4,54 USD/barril; así como los paros emergentes se incrementaron a 73, promedio de los años 2016-2017, mientras que, en el año 2008, se tuvieron únicamente 38 paralizaciones de las unidades de refinación. La evaluación del desempeño de la Refinería Esmeraldas, sobre la base de los indicadores determinados, demuestra que las metas del Proyecto Rehabilitación se cumplieron en bajo nivel.

- Ante la crítica situación técnica y de gestión de la Refinería Esmeraldas, que luego de la ejecución de un proyecto que costó más de 2 mil millones de dólares, no ha solucionado los problemas que se pretendían solucionar, se propone la implementación del Balanced Scorecard, como una herramienta de gestión, válida para alinear los objetivos estratégicos y metas para optimizar la gestión de la Refinería Esmeraldas en el aspecto técnico, de recursos humanos y eficiencia.

4.2 Recomendaciones

- Gestionar los proyectos de inversión, desde la conceptualización, planificación, ejecución y cierre, de manera obligatoria en lo que sea aplicable, con los lineamientos del PMBOK, como una de las mejores metodologías en esta materia. Esto evitará desde el inicio, actuaciones discrecionales o manejos antitécnicos en la ejecución de proyectos.
- Propiciar el marco legal para que los cargos de la Gerencia de Refinación y Superintendencia de la Refinería Esmeraldas sean ocupados por profesionales con trayectoria técnica y de gestión, honestidad y transparencia, y alejada de injerencia política o intereses de grupos de poder o personales. Esta premisa en apariencia simple es la clave para fomentar un liderazgo que permitirá la recuperación y estabilización técnica de la refinería, y propiciará la creación de una cultura de trabajo transparente que extinguirá las raíces de la corrupción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bass, J. a. (2001). *NONPROFIT MANAGEMENT & LEADERSHIP*. A Publishing Unit of John Wiley & Sons, Inc.
- Beltrán, J. (diciembre de 2002). Guía para una Gestión basada en Procesos. (I. A. Tecnología, Ed.) España.
- BSC DESIGNER ONLINE Strategy Maps and KPIS*. (02 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://bscdesigner.com/es/cmi-org-sin-fines-de-lucro.htm>
- Chulde, N. (Julio de 2016). Ensayo EL BALANCED SCORECARD. IMPORTANCIA Y ESTRATEGIAS COMPETITIVAS PARA ORGANIZACIONES. Quito, Pichincha.
- CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO. (2012). *Informe DA3-0014-2012*. Quito.
- CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO. (2014). *INFORME DAPyA-0032-2014*. QUITO.
- El Comercio. (23 de enero de 2017). Carlos Pareja Yannuzzelli disparó los contratos en la Refinería de Esmeraldas. *El Comercio*. Obtenido de http://www.elcomercio.com/app_public.php/actualidad/carlospareja-contratos-refineria-ecuador-petroecuador.html
- El Comercio. (23 de Enero de 2017). Refinería: 537 millones en contratos complementarios. *Investigación*, pág. 5.
- El Telégrafo. (12 de febrero de 2012). Refinería Esmeraldas estabiliza la producción de derivados. *El Telégrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/1/refineria-esmeraldas-estabiliza-la-produccion-de-derivados>
- El Telégrafo. (14 de Agosto de 2017). *Situación de la refinería de Esmeraldas es crítica*, pág. 4.
- EP Petroecuador. (2008). *Informe Estadístico 2008*. Informe estadístico.
- EP Petroecuador. (2010). *Informe estadístico 2010*. Informe estadístico.
- EP PETROECUADOR. (2012). *40 Años construyendo el desarrollo del país 1972-2012*. Informe estadístico, Petroecuador.
- EP Petroecuador. (2012). *Rendición de cuentas 2012*. Informe de rendición de cuentas.
- EP PETROECUADOR. (2013). *Memoria de Sostenibilidad Refinería Esmeraldas*. Informe estadístico, Quito.

- EP Petroecuador. (2017). *Informe estadístico 2017*. Informe estadístico.
- Fernández, M. R. (2007). La dirección estratégica en la sociedad del conocimiento. Parte I. El cuadro de mando integral como herramienta para la gestión. *ACIMED* .
- Franklin, B. E. (2001). *Auditoría Administrativa* (Primera ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hidrocarburos, M. d. (2011). *hidrocarburos.gob.ec/confirman-calidad-de-combustible-que-distribuye-ep-petroecuador-al-pais*.
<http://www.definicion.org/evaluacion>. (s.f).
<https://definicion.de/evaluacion/>. (2012).
- IEA ESTAP - Technology Brief P04. (Abril de 2014). www.etsap.org.
- JICA. (2012). *Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública*. Peru.
- Kaplan, R. N. (2002). *Cuadro de Mando Intregal*. Barcelona : Gestion 2000.
- Montenegro, J. (26 de diciembre de 2017). La refinería acumula 17 paras en este año. *Expreso*. Obtenido de <http://www.expreso.ec/actualidad/refineriadelpacifico-petroleo-ecuador-proyectos-GK1927855>
- Montenegro, J. (27 de diciembre de 2017). Los contras superan a los pros en la refinería. *Expreso*. Obtenido de <http://www.expreso.ec/actualidad/refineria-petroleo-fiscalia-contratos-refineriaesmeraldas-CI1930242>
- Ortegón Quiñones, E. (2015). Políticas públicas: métodos conceptuales y métodos de evaluación. *Primera*. Lima: Universidad Continental, Fondo Editorial.
- PETROECUADOR. (noviembre de 2007). *Informe de Gestion 2007*.
- PETROECUADOR. (2007). Informe Estadístico 2007. 84.
- PETROECUADOR. (2008). Informe de Gestion . 56.
- PETROECUADOR. (2009). *INFORME DE GESTION Perido 2008 - 2009*. quito.
- PETROECUADOR. (2015). *Bletin Informativo*. Quito.
- PETROECUADOR. (2016). *Informe Estadístico 2016*. Quito.
- PETROECUADOR. (2017). *Informe Estadístico 2017*. Quito.
- PETROECUADOR. (s.f.). *Costos y Gastos Operativos Refinería Esmeraldas*. Quito.
- Petroecuador Gerencia de Economía y Finanzas Planificación Corporativa. (2007). *Informe Estadístico 1972-2006*. Petroecuador.
- PETROECUADOR, E. (2007). *Informe de Gestion 2007*.

- PLAN V. (09 de Diciembre de 2013). La modernización de la Refinería de Esmeraldas empezó... por el piso.
- PMBOK. (2013). *Guía de los FUNDAMNETOS PARA LA DIRECCION DE PROYECTOS*. Pensilvania: Prroject Management Institute.
- PNUD. (2009). *MANUAL DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE DESARROLLO*. New York.
- PNUD. (2012). *GUÍA PARA REALIZAR EVALUACIONES FINALES DE LOS PROYECTOS RESPALDADOS POR EL PNUD Y FINANCIADOS POR EL FMAM*. Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Pensilvania: PMI Book Service Center.
- Quiroz, G., Orozco, M., & Ortiz, S. (23 de enero de 2017). Carlos Pareja Yannuzzelli disparó los contratos en la Refinería de Esmeraldas. *El Comercio*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/carlospareja-contratos-refineria-ecuador-petroecuador.html>
- Quora.com. (2017). How much does it cost to refine a barrel of crude oil? *Quora.com*.
- Redacción economía de El Telégrafo. (14 de agosto de 2017). Situación de la refinería de Esmeraldas es crítica. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-situacion-de-la-refineria-de-esmeraldas-es-critica>
- Redacción economía El Telégrafo. (21 de agosto de 2017). Daños en la Refinería de Esmeraldas son severos. *El Telégrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/los-danos-en-la-refineria-de-esmeraldas-son-severos>
- REFINERÍA ESMERALDAS. (2009). *Certificados de calidad*. Esmeraldas.
- Rubio Domínguez, P. (2008). *Introducción a la Gestión Empresarial*. Madrid: Instituto Europeo de Gestión Empresarial. Obtenido de http://www.adizesca.com/site/assets/g-introduccion_a_la_gestion_empresarial-pr.pdf
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos* (Cuarta ed.). Chile: McGraw-Hill.

- SENPLADES. (2008). *Diagnóstico de la Ejecución Presupuestaria de la Inversión Pública*. Informes de seguimiento a la Inversión Pública, SENPLADES, Subsecretaría de Seguimiento y Evaluación.
- Stufflebeam. (1993). *Evaluación Sistemática: Guía y Práctica*. Barcelona: Ediciones Paidós Iberica S. A.
- Tejada, C. (25 de 03 de 2018). Carlos Tejada: “Capaya y su gente hicieron una ingeniería de pacotilla. (Expreso, Entrevistador) Obtenido de <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/economia/368631-esmeraldas-repotenciacion-refineria-fue-antitecnica>
- Thompson, A. A., Gamble, J. E., Peteraf, M. A., & Strickland III, A. J. (2012). *Administración estratégica* (Décimo octava ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- UOP. (2007). *Informe Unidad FCC*.
- Vistazo. (noviembre de 2016). Corrupción refinada. *Vistazo*, 17. Obtenido de http://www.vistazo.com/sites/all/themes/vistazo/images/replicas/replica_vistazo_noviembre.pdf
- Worley Parsons. (2016). *INFORM FINAL DE CIERRE DE WORLEYPARSONS PARA LAS ACTIVIDADES DE FISCALIZACIÓN Y GERENCIAMIENTO DEL PROYECTO DE REHABILITACION DE REFINERIA ESMERALDAS*. Esmeraldas.