

**PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN DEL FACTOR DE
EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO A TRAVÉS DEL INDICADOR O.C.E PARA
EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA, ECOPETROL S.A.**

SAMARA ANDREA RINCÓN RODRÍGUEZ ID: 95142

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PIEDRECUESTA
2012**

**PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN DEL FACTOR
EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO A TRAVÉS DEL INDICADOR O.C.E PARA
EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA, ECOPETROL S.A.**

SAMARA ANDREA RINCÓN RODRÍGUEZ ID: 95142

Plan de trabajo

**Director
Ing. María Teresa Castañeda Galvis**

**UNIVERSIDAD PONTIFICA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PIEDRECUESTA
2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

BUCARAMANGA, AGOSTO DE 2012

DEDICATORIA

Al Dios del cielo y de la tierra, que ha derramado sabiduría, humildad y constancia para llevar a cabo esta primera meta como profesional.

A la virgen María, quien me ha enseñado la prudencia, sensatez y serenidad que un cristiano y un profesional debe tener en todo momento.

A mis padres, por el apoyo incondicional y la confianza puesta en mi trabajo, esfuerzo y conocimientos profesionales.

A mi hermano, porque gracias a sus consejos y críticas constructivas, el resultado de mi trabajo ha sido exitoso y valorado.

A mis compañeros de trabajo y estudio, quienes contribuyeron en gran medida con mi crecimiento personal y profesional.

A todos ustedes con todo mi amor, Gracias.

Samara Andrea Rincón Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Hoy que se aproxima el fin de una de las metas que me van a permitir construir un futuro profesional, y con él un tiempo de grandes oportunidades para mi vida, quiero agradecer a las personas que han sido clave dentro de todo este proceso.

A mi padre, mi madre y mi hermano, quiero agradecer por sus consejos, por compartir conmigo todo de manera incondicional, por llevarme de la mano durante todos estos años, aconsejándome y sirviendo de soporte a mi vida. Gracias.

A mis compañeros y amigos, muchas gracias por sus enseñanzas y por permitirme compartir con personas únicas que siempre llevaré en mi memoria, ante todo, recuerden que tienen un amigo aquí.

A ECOPETROL, la empresa más grande del país, la cual me abrió el conocimiento y la experiencia al enfrentarme a la realidad empresarial.

Al Ing. Andrés Iván Cuellar Molina, por su colaboración y enseñanza, por la excelente disposición de ayudar a los demás de manera desinteresada y por demostrar que se puede ser un líder con humildad.

Al Ing Rossvan Plata, Ing Liliana Camargo, Ing Jhon Peñuela, Ing Mauricio Acuña, Ig José Mauricio Trigos, Ing Jose Greogorio Mier, Ing Jaime Andrés Alvarez, Ing Carlos Figueredo, Ing Ingrid Merlano y a todos los líderes y ejecutores de mantenimiento, por su reconocimiento y aprecio por mi trabajo.

A todos ustedes, Gracias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	16
1.1 RAZÓN Y NATURALEZA JURÍDICA DE LA EMPRESA.....	16
1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA.....	16
1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	16
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	16
1.5 RESEÑA HISTÓRICA.....	17
1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO	19
1.7 NOMBRE Y CARGO DEL TUTOR.....	22
2. DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	23
3. ANTECEDENTES	26
3.1 ANTECEDENTES DE INDICADORES DE CONTROL Y GESTIÓN	26
3.2 MEDIR EN UNA EMPRESA	26
3.3 UTILIZACIÓN DEL INDICADOR O.C.E. EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA	27
3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES QUE ARROJA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR O.C.E. EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA EN OCTUBRE 2011	30
3.4.1 Conclusiones.....	30
3.4.2 Recomendaciones	31
4. JUSTIFICACIÓN	32
5. OBJETIVOS	33
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	33
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
6. MARCO TEÓRICO	34
6.1 MARCO CONCEPTUAL.....	34
6.1.1 Eficiencia, eficacia y efectividad	34
6.1.2 Indicadores de eficiencia general del proceso O.C.E.....	34
6.1.3 Planeación Estratégica.....	34
6.2 MARCO TEÓRICO.....	35
6.2.1 Medición del trabajo.....	35

7.	ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA.....	36
8.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	57
8.1	MEJORAS PROPUESTAS	57
8.2	PROPUESTAS IMPLEMENTADAS	58
8.3	EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	64
	CONCLUSIONES.....	65
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	WEBGRAFÍA.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas	21
Tabla 2. Otros grupos de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas	22
Tabla 3. Matriz DOFA: Diagnóstico del departamento de mantenimiento	23
Tabla 4. Rango de los factores OCE	28
Tabla 5. Cálculo del CU (Factor de utilización)	29
Tabla 6. Cálculo del CP (Factor de desempeño)	29
Tabla 7. Cálculo del OCE	30
Tabla 8. Actividades día a día de mantenimiento	36
Tabla 9. Programación de Medición I	39
Tabla 10. Programación de Medición II	40
Tabla 11. Causas de tiempos improductivos	43
Tabla 12. Causas de tiempos improductivos	45
Tabla 13. Tiempos improductivos	46
Tabla 14. Factor de Utilización Medición I	46
Tabla 15. Factor de Desempeño Medición I	47
Tabla 16. Factor de Calidad Medición I	49
Tabla 17. Factor de Utilización Medición II	49
Tabla 18. Factor de Desempeño Medición II	49
Tabla 19. Factor de Calidad Medición II	52
Tabla 20. OCE MEDICIÓN I (NO CONFORMIDADES)	52
Tabla 21. OCE MEDICIÓN I (REPROCESOS)	52
Tabla 22. OCE MEDICIÓN II (NO CONFORMIDADES)	53
Tabla 23. OCE MEDICIÓN II (REPROCESOS)	53
Tabla 24. OCE medición octubre de 2011	53
Tabla 25. Lista de chequeo de planes de acción anteriormente implementados	56
Tabla 26. Pérdidas por espera de transporte en el departamento de mantenimiento GRB	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 organigrama ecopetrol s.a.	17
Figura 2. organigrama del departamento de mantenimiento	19
Figura 3. número de empleados en el departamento de mantenimiento	20
Figura 4 relación entre indicadores y planeación estratégica.....	35
Figura 5. resultados medición i	42
Figura 6 resultados medición ii	44
Figura 7. consolidación medición i y ii.....	45
Figura 8. análisis causa efecto del indicador oce	54
Figura 9. cuadro de mando integral	55
Figura 10. formato para registro de tiempos efectivos y no efectivos.....	59
Figura 11. pantalla principal del programa de visual	60
Figura 12. proceso para cierre, pago y documentación de tareas.....	61
Figura 13. documentación de ots.....	62
Figura 14. cierre de tareas.....	62
Figura 15. revisión al cumplimiento de la programación.....	63

GLOSARIO

ACEPTACIÓN: Etapa en la cual el planificador, líder de operaciones y líder de mantenimiento aprueban la necesidad de mantenimiento identificada en la primera etapa.

ATS: Formato de Análisis de Trabajo seguro, donde se especifican los riesgos y los controles asociados a una actividad.

CIERRE Y DOCUMENTACIÓN: Etapa en la cual el ejecutor al culminar lo ejecutado, cierra y documenta la labor de mantenimiento.

CUELLO DE BOTELLA: Es un fenómeno en donde el rendimiento o capacidad de un sistema completo es severamente limitado por un único componente.

EFFECTIVIDAD: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

EFICACIA: Se define como "hacer las cosas correctas". Está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas.

EFICIENCIA: Utilización correcta de los recursos disponibles. Logro de las metas con la menor cantidad de recursos.

EJECUCIÓN: Etapa en la cual los mantenedores ejecutan las órdenes de trabajo programadas en la etapa anterior.

ELLIPSE: Software oficial del departamento de mantenimiento en la Refinería de Barrancabermeja, el cual permite generar órdenes de trabajo, cerrarlas, costearlas y documentarlas.

FACTOR DE CALIDAD (CQ): Este elemento incluye la calidad del trabajo real, el cual indica el porcentaje de reprocesos que se han dado dentro del proceso o labor.

FACTOR DE DESEMPEÑO (CP): Este elemento se relaciona con el grado de eficiencia que se tiene en el tiempo ejecutado frente al tiempo programado o estándar de trabajo.

FACTOR DE UTILIZACIÓN (CU): Se refiere a la medición de cuán efectivos somos en la planificación y la programación y programación del recurso humano.

HSE: Salud ocupacional, Seguridad Industrial y Gestión de medio ambiente.

IDENTIFICACIÓN DE UNA SOLICITUD DE TRABAJO: Etapa en la que el operador de planta identifica la necesidad de mantenimiento preventivo o correctivo en un equipo.

INDICADOR OCE: Mide la eficiencia general del proceso o labor. Obtener el máximo valor de los recursos de mano de obra y una mayor productividad se requiere una medición de la situación actual de la empresa.

IRIS: Intranet oficial de ECOPETROL S.A.

MANTENIMIENTO: Acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo.

NO CONFORMIDAD: Causa ajena a mantenimiento, por la cual no se puede entregar una ejecución conforme a los requisitos de calidad.

ORDEN DE TRABAJO: Descripción detallada de una necesidad de mantenimiento.

PERMISO DE TRABAJO: Documento que valida y autoriza el inicio de una actividad de mantenimiento en cualquier área de la refinería.

PLANEACIÓN: Etapa en la cual el planeador debe decidir qué recurso, materiales, herramientas se requieren para ejecutar las órdenes de trabajo de mantenimiento priorizadas en la etapa anterior.

PRIORIZACIÓN: Etapa en la cual el planificador, líder de operaciones y líder de mantenimiento dan la prioridad al listado de órdenes de trabajo de mantenimiento aprobadas en la etapa anterior.

PROCESO PS&O: Planning, Scheduling and Optimization. Se reconoce como la cadena de suministro del proceso de mantenimiento, que incluye las etapas de Identificación de una solicitud de trabajo, Aceptación, Priorización, Planeación, Programación, Ejecución, Cierre y documentación, Retroalimentación.

PRODUCTIVIDAD: Se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

PROGRAMACIÓN: Etapa en la cual el programador define cuándo, cómo y dónde los mantenedores van a ejecutar las órdenes de trabajo planeadas en la etapa anterior.

REPROCESO: Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos

RETROALIMENTACIÓN: Recomendaciones técnicas y de seguridad industrial que realizan los ingenieros de confiabilidad y de HSE.

SOLICITUD DE TRABAJO: Necesidad que es aceptada para convertirse en un orden de trabajo.

TIEMPO LLAVE EN MANO: Es el tiempo exacto en que un ejecutor tarda en realizar una labor.

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO DE GRADO

TÍTULO Planificación, ejecución y análisis de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador OCE para el departamento de mantenimiento de la Refinería de Barrancabermeja, Ecopetrol S.A.

AUTOR Samara Andrea Rincón Rodríguez

FACULTAD Ingeniería Industrial

DIRECTOR María Teresa Castañeda Galvis

TUTOR EMPRESA Ingeniero Andrés Iván Cuellar Molina

PALABRAS CLAVES Indicador de Eficiencia General del proceso, Factor de Utilización, Factor de desempeño, Factor de Calidad.

RESUMEN

Las operaciones de mantenimiento que siguen operando de manera reactiva, a modo de extinción de incendios; la falta de cultura por la aplicación de las mejores prácticas, es hoy la causa principal de la ineficiencia e improductividad dentro de las organizaciones dedicadas a mantener la confiabilidad de los equipos de una planta.

Por esto se vuelve pertinente la realización de mediciones periódicas, que permitan reflejar un diagnóstico real del proceso de mantenimiento, el cual por lo general, debido a causas ajenas a la fuerza de trabajo, sólo alrededor del 45 al 55% de la jornada de ocho horas se dedica a tiempo real. Es muy importante entender las raíces de estas desviaciones, para generar victorias tempranas, como el hecho de tener una planeación y programación eficaz de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo.

Es preciso tener indicadores que permitan mostrar la realidad, dar pautas para controlar las variables que determinan las desviaciones de tiempo más amplias y generar planes de mejoramiento. Toda organización que pretenda mejorar procesos, debe primero medirlos y entenderlos. Medir a través del indicador de eficiencia general del proceso de mantenimiento debe ser uno de muchos componentes de mejora continua y de gestión de la fiabilidad total de los activos para procesos de mantenimiento.

Este indicador integra tres componentes clave para que una operación de mantenimiento se ejecute de forma eficiente: el Factor de Utilización de los recursos, permite conocer las falencias que se tienen en cuanto a la utilización del tiempo del personal. El factor de Desempeño, muestra el rendimiento del tiempo de ejecución con respecto al tiempo planeado. El factor de Calidad, refleja la calidad del servicio de mantenimiento.

El desarrollo de esta práctica empresarial tiene como fin, contribuir con los objetivos principales para el año 2012 del departamento de mantenimiento de la refinería de Barrancabermeja, planificando, ejecutando y analizando la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador OCE.

PROJECT DEGREE'S GENERAL SUMMARY

TITLE Planning, execution and analysis of measuring the Over Craft Effectiveness through OCE indicator for the maintenance department of the Barrancabermeja refinery, Ecopetrol S.A.

AUTHOR Samara Andrea Rincón Rodríguez

DEPARMENT Industrial Engineering

DIRECTOR María Teresa Castañeda Galvis

COMPANY GUARDIAN Andrés Iván Cuellar Molina

ABSTRACT

Maintenance operations that continue to operate reactively, as a fire, lack of culture by the application of best practices, is now the main cause of inefficiency and lack of productivity in organizations dedicated to maintaining the reliability of plant equipment.

Therefore it is pertinent to the conduct of periodic measurements that allow a diagnosis to reflect actual maintenance process, which is usually due to causes beyond the workforce, only about 45 to 55% of the eight hours are devoted to real time. It is very important to understand the roots of these deviations, to generate early wins, such as having an effective planning and scheduling preventive maintenance, predictive and proactive.

You must have indicators to show the reality, give guidance to control the variables that determine the time deviations and generate broader improvement plans. Any organization seeking to improve processes, you must first measure them and understand them. Measured by the indicator of overall efficiency of the maintenance process must be one of many components of continuous improvement and total reliability management of assets for maintenance processes.

This indicator integrates three key components to a maintenance operation running efficiently: Factor Utilization of resources, allows to know the flaws that have about the use of staff time. Performance Factor, shows the runtime performance with respect to time planned. Quality factor, reflects the quality of maintenance.

The development of this business practice is intended to contribute to the main objectives for 2012 from the maintenance department of the Barrancabermeja refinery, planning, executing and analyzing the measurement of the efficiency factor of the process through the OCE indicator.

INTRODUCCIÓN

“En la actualidad las organizaciones dedicadas al mantenimiento han visto la necesidad de medir y controlar la eficiencia general de sus procesos, a través de indicadores que representen el porcentaje del tiempo en que los recursos producen servicios de calidad, comparados con el tiempo que fue planeado para hacerlo”¹.

El departamento de mantenimiento de la refinería de Barrancabermeja, Ecopetrol S.A., contempla dentro de sus objetivos principales para 2012, la medida del indicador OCE para controlar la eficiencia general del proceso, es por ello, que planificar, analizar y ejecutar la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador OCE agrega valor al proceso PS&O (Planning, Scheduling and Optimization) o proceso de mantenimiento.

En busca de cumplir el objetivo general de la práctica empresarial, es clave:

- Planificar y ajustar la métrica de la medición del factor de eficiencia general del proceso O.C.E para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Ejecutar la medición del factor de eficiencia general del proceso O.C.E para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Analizar los resultados de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E. para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Diseñar escenarios y estrategias que contribuyan al incremento en la eficiencia general del proceso en el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Verificar la efectividad de los planes de acción implementados como resultado de mediciones anteriores de eficiencia en el departamento de mantenimiento en la GRB.

Con base en el análisis de las necesidades del departamento de mantenimiento, y teniendo en cuenta la metodología anteriormente utilizada para realizar las mediciones de la eficiencia general del proceso, se definió como alcance:

- Realizar 2 mediciones de productividad en todos los grupos y todas las especialidades del departamento, enfocando dichas mediciones en actividades con riesgo medio, continuas y no continuas, repetitivas y no repetitivas, multidisciplinarias y no multidisciplinarias, con el fin de determinar el factor de desempeño (CP).
- Realizar 2 mediciones de ausentismos y de tiempos improductivos, con el objetivo de hallar el factor de utilización del personal (CU).
- Realizar 2 mediciones de reprocesos y no conformidades, para dar el resultado del factor de calidad (CQ).

¹ RALPH W, Peters. Measuring Overall Craft Effectiveness (OCE). En: How OCE Impacts Your Bottom Line, junio 2010. Disponible en: <http://www.pride-in-maintenance.com/files/overall-craft-effectiveness-OCE.pdf>

El valor agregado de esta práctica empresarial, se obtuvo gracias a la implementación de un Excel con macros programadas, el cual realiza una interfaz con Ellipse que es el software oficial del departamento de mantenimiento y permite registrar tiempos muertos o improductivos y tiempos efectivos en línea, con el fin de tomar decisiones acerca de la utilización del personal, y retroalimentar la base de datos de los indicadores de eficiencia general del proceso.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA²

1.1 RAZÓN Y NATURALEZA JURÍDICA DE LA EMPRESA

- **RAZÓN SOCIAL:** *ECOPETROL S.A.*
- **NATURALEZA JURÍDICA-DENOMINACIÓN:** Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C.

1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA

El objeto social de ECOPETROL S.A. es el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.

1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Ecopetrol comercializa en el mercado internacional sus excedentes de petróleo tales como crudo Cusiana, Caño Limón, Castilla Blend, Vasconia, South Blend y productos derivados, entre los que se destacan el fuel Oil N° 6, la nafta virgen, la nafta craqueada, turbocombustible, azufre, gasolina motor (corriente y extra), bencina, cocinol, diesel, queroseno, Jet-A, avigás, gas propano, combustóleo, ceras parafínicas, bases lubricantes, polietileno de baja densidad, aromáticos, asfaltos, alquilbenceno, ciclohexano, disolventes alifáticos.

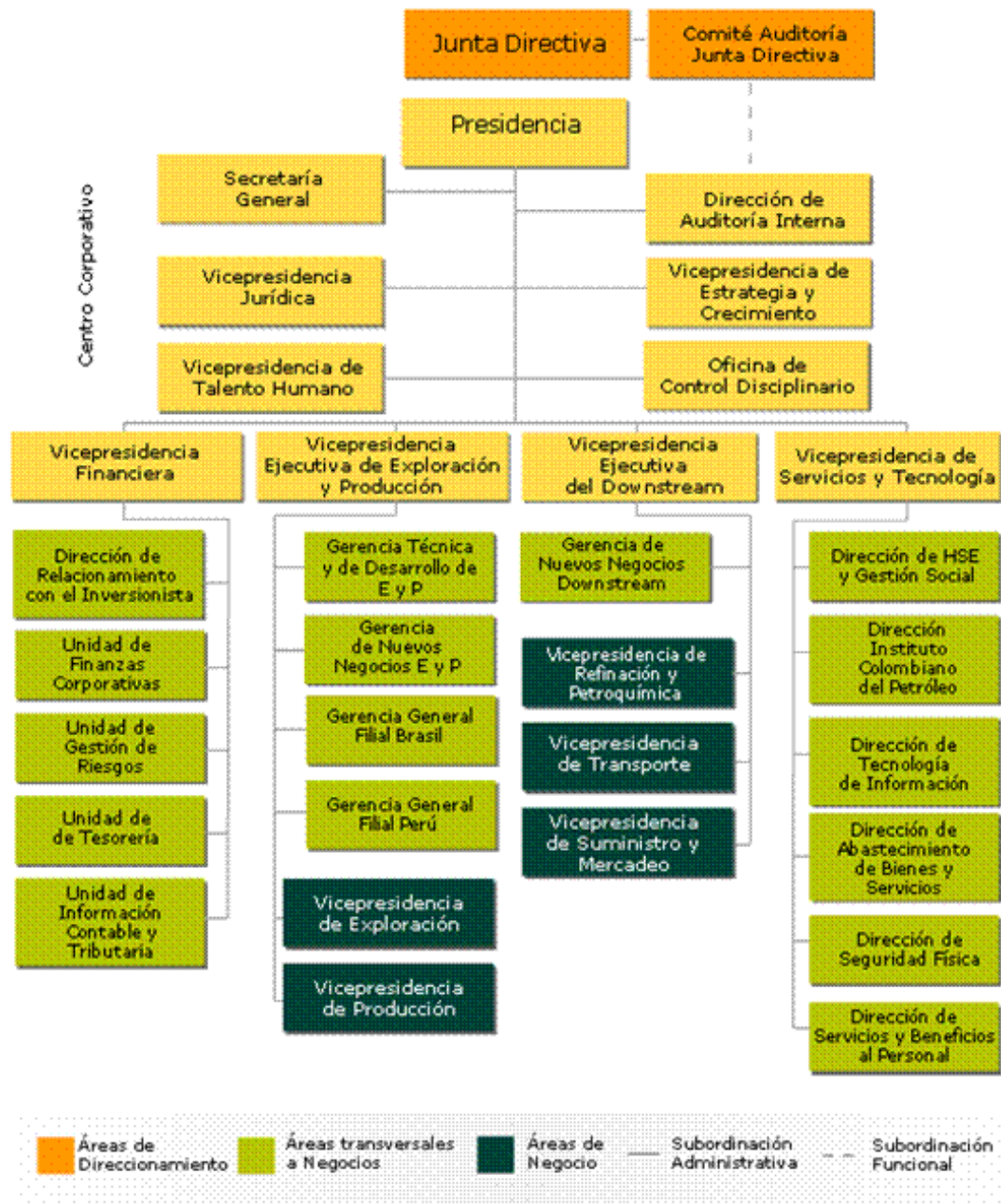
Adicional a eso, garantiza al país y a los inversionistas el transporte y disponibilidad oportuna de los diferentes hidrocarburos para refinación, exportación o consumo a través de su red de 8.500 kilómetros de poliductos y oleoductos, que van desde los centros de producción hasta las refinerías y puertos en los océanos Atlántico y Pacífico. Cuenta con 53 estaciones desde las que se bombea crudo y productos por la geografía colombiana, además de sus centros de almacenamiento.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la figura 1, se ilustran los cargos de Ecopetrol S.A. y quienes dependen de dichos puestos.

² IRIS (Intranet de Ecopetrol S.A.).

Figura 1 Organigrama Ecopetrol S.A.



Fuente: IRIS (Intranet ECOPETROL S.A.)

1.5 RESEÑA HISTÓRICA

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos, que había sido creada en 1948 mediante la Ley 165 de ese año.

La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá.

Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956.

En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994).

En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo. En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte Llanero, en asocio con la British Petroleum Company.

En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 2931 del 7 de julio de 2003, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá. D.C.

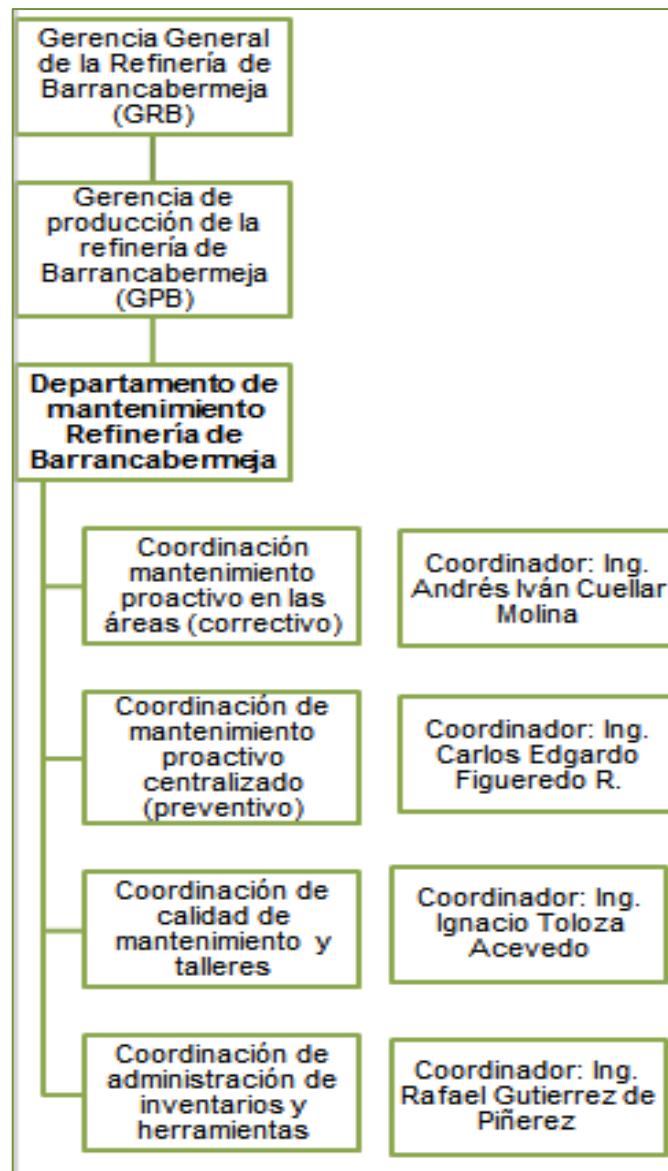
Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial.

1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO

El departamento de mantenimiento es el área encargada de atender las necesidades de reparación, tratamiento preventivo y correctivo de cada uno de los equipos que conforman las distintas áreas de la refinería de Barrancabermeja. Este departamento está conformado por cuatro coordinaciones, como se ilustra en la figura 2.

Figura 2. Organigrama del departamento de mantenimiento



Fuente: IRIS (Intranet Ecopetrol S.A.)

Figura 3. Número de empleados en el departamento de mantenimiento

<i>Mantenedores</i>	Estado	# Funcionarios
	Activo	350
	Activo Restringido	76
	Asignacion Especial	27
	Capacitacion	2
	Descanso	10
	Incapacitado	8
	Permiso	9
	Reparacion de Planta	30
	Vacaciones	21
	Total:	533
<i>Tecnicos de Mantenimiento</i>		68
<i>Tec Adm-Sup-Prof-Coord-Jef Tur</i>		68
<i>EPI's</i>		7
	Total del Dpto de Mantto:	676

Fuente: IRIS (Intranet Ecopetrol S.A.)

- **Coordinación mantenimiento proactivo en las áreas:** esta área se dedica a las labores de mantenimiento correctivo, sin embargo, su objetivo principal es encaminar sus actividades de reactivas a proactivas, con el fin de tener una buena planeación y programación de las órdenes de trabajo. La coordinación se conforma de grupos y cuadrillas de trabajo representadas en las tablas 2 y3.

Tabla 1. Grupos de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

Grupo	Negocio	Negocio	Áreas o plantas para atender
I	CK3	Cracking 3 - Orthoflow - Modelo IV	Orthoflow, Modelo IV, Acido, TE820
I	RF1	Topping - Crudos	U150, U200, U250, U2000, U2100, Soda, TE880
I	RF2	Topping - Crudos	HDT Triángulo (Hidrogeno, Gasolina, ACPM)
IV	CK2	Cracking 2 - UOP II	UOP II, Alquilación
IV	MP1	MP	CB1, CB2, CB3, CB5, CB7, CB8, CB9
IV	MP2	GIRO	PTAR, Separadores
VI	CK1	Cracking 1 - UOP I	UOP I (Amina), HDT Cracking (Clauss, Clauss Paul, Azufre IV), Etileno
VI	PQ1	Parafinas	Fenol
VI	PQ2	Polietileno - Aromaticos	Poli I, Poli II, Aromáticos
VI	SI1	Servicios Refineria – SIREF	TE830, TE850, TE890, Caldera Central del Norte, Caldera FOSTER, Caldera DISTRAL
VII	RF3	Fondos	Unibon, Demex, Viscoreductora II, Hidrogeno
VIII	SI2	Servicios Balance – SIBA	Plantas de Agua Balance, TE40, TE45, Calderas 2951 a 2955, Turbos

Fuente: IRIS (Intranet Ecopetrol S.A.)

Los grupos mencionados en la tabla anterior, se conforman cada uno de un líder de cuadrilla que tiene a su cargo especialidades de mecánico, metalistas, instrumentistas y electricistas. Para las labores que se amerite, dirigen personal externo como refractaristas, soldadores, entre otros.

Tabla 2. Otros grupos de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

Grupo	Negocio	Especialidad
REDES	Toda la red eléctrica de la refinería	Eléctricos
Talleres de Mecánica	Taller de sellos y máquinas	Mecánicos

Fuente: IRIS (Intranet Ecopetrol S.A.

- **Coordinación mantenimiento proactivo centralizado:** esta área se encarga de ejecutar acciones de mantenimiento preventivo a los equipos de las plantas que lo requieran. Esta coordinación se compone de distintas especialidades para cumplir con estas labores:
 - Instrumentistas
 - Electricistas
 - Mecánicos
 - Metalistas
- **Coordinación de calidad de mantenimiento y talleres:** Está conformado por:
 - Central de herramientas
 - Bodega de químicos
 - Recibo y chequeo
 - Despacho (bodega general)
 - Zona B
 - Bodega proyectos
 - Residuos sólidos industriales
- **Coordinación de administración de inventarios y herramientas:** se compone de:
 - Talleres Automotor
 - Taller de Válvulas
 - Taller eléctrico
 - Taller de metalistería
 - Mantenimiento con excelencia
 - QA/QC
 - Taller de instrumentos
 - Taller de tuberías

1.7 NOMBRE Y CARGO DEL TUTOR

Ingeniero Mecánico Andrés Iván Cuellar Molina, Master en Ingeniería Industrial y coordinador de mantenimiento proactivo en las áreas.

2. DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Tabla 3. Matriz DOFA: Diagnóstico del departamento de mantenimiento

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	FORTALEZAS	AMENAZAS
Retrasos en las llegadas, debido a constantes meeting del sindicato en la puerta principal. Algunas rutas externas se retrasan al recoger al personal (S1 y S2). A la hora de la salida, el personal se obliga a cambiarse antes de las 4 pm para salir a tomar las rutas que los llevan a las respectivas puertas. Algunas ocasiones hacen reuniones sindicales en el vestier (Automotor, Preventivo metalistería).	Negociaciones de la empresa con la USO (Unión Sindical Obrera) para tratar temas de derechos laborales.	Capacitación por parte de la empresa constante del personal en cada una de las especialidades de mantenimiento: electricidad, mecánica, metalistería e Instrumentación.	Constantes obstrucciones por parte de la USO el desempeño normal de los trabajadores.
Algunos grupos realizan reuniones de inicio de turno extensas, sobre todo para divulgar lecciones aprendidas o resultados de investigaciones de incidentes, lo cual genera que el personal se desplace de 8 de la mañana en adelante a campo.	La empresa da la oportunidad de realizar reuniones cada 15 días llamadas rituales, donde se pueden exponer temas importantes dentro del departamento de mantenimiento.	Buenas prácticas aplicadas por algunos grupos de realizar la reunión de inicio de turno en campo en compañía de los operadores antes de iniciar el trabajo de mantenimiento.	Una reunión extensa genera que el personal se desplace tarde a su sitio de trabajo, pero una reunión apresurada puede ocasionar no entendimiento de las recomendaciones técnicas para un trabajo en campo.

El alistamiento no planeado sucede por descuido u olvido de los mantenedores, por cambio en el alcance de una actividad de mantenimiento, por disponibilidad de herramientas o materiales solicitados previamente. Esto sucede muy frecuentemente con arnés y eslingas.	Se ha brindado la oportunidad de tener bodegas en cada grupo, con el fin de guardar herramientas y materiales consumibles que agilicen el proceso de salida a campo.	Cuando se olvida alistar algún material o herramienta, hay distribución de funciones, es decir, una persona busca la herramienta necesaria, mientras la otra llega a la planta a firmar el permiso de trabajo.	Hurto de herramientas y materiales que se guarden dentro de las bodegas.
Distancias largas para la coordinación de mantenimiento proactivo centralizado, coordinación de calidad y talleres y las cuadrillas de MP1, MP2, CK1, SI1 (cuando atienden bote del río) y SI2 (cuando atiende sede del club Miramar). Buggies en mal estado y poca disponibilidad de los mismos en algunos grupos.	Contrato con la empresa Transportes y Equipos, la cual brinda a los trabajadores servicio de transporte.	Camionetas en cada grupo de mantenimiento.	El líder de cuadrilla o grupo se convierte en el conductor de su personal, en lugar de ejercer su función como supervisor.
En la coordinación de Proactivo centralizado falta comunicación y confianza entre mantenedores y operadores.	Integraciones deportivas y culturales que realiza la empresa para el contacto e interacción con personas de otros departamentos.	Personal apto y capacitado para demostrar la calidad en la ejecución de mantenimiento.	Operaciones y mantenimiento se vean como dos departamentos aislados y no como un equipo de trabajo.
Hay desacuerdos entre operadores y mantenedores en la elaboración de ATS y planeación HSE de las actividades, hay cambio de condiciones.	Estandarización de ATS para evitar desacuerdos entre operadores y mantenedores.	Las actividades rutinarias y repetitivas tienen una estructura estándar de análisis de trabajo seguro.	Por tener estandarización de análisis de trabajo seguro se realice esta actividad de manera mecánica.
Permisos de trabajo extraviados (Proactivo centralizado, calidad y talleres).	Bitácoras en cada sitio de trabajo, que se deben firmar cada vez que se lleva un permiso de trabajo, para evitar documentos extraviados.	Los permisos de trabajos se llevan mínimo con un día de anticipación, con el fin de ser revisados a tiempo.	Así en la bitácora se firme el recibido de un permiso de trabajo por parte de los operadores, y éste se extravíe, se corre el riesgo de que se pierda tiempo para volver a elaborar el mismo documento.

En la bodega de herramientas del taller de mecánica se realizan reuniones dentro de la bodega, lo que obliga al personal que requiere la herramienta a esperar por el servicio.	Existen varios salones en el taller de mecánica, donde se pueden realizar reuniones, para no obstruir el servicio de préstamo de herramientas.	Reunión de inicio de turno se realiza al horario de algunas de otras reuniones de varios grupos.	La USO no permita dejar la bodega para hacer reuniones de inicio de turno y de tipo sindical.
Debido a que los vehículos los comparten entre 2, 3 y 4 parejas, hay tiempos de espera por falta de transporte.	Tener contrato vigente con empresa que presta el servicio de transporte: Transporte y Equipos	Existencia de una camioneta por grupo.	Convertir a cada líder de grupo o cuadrilla en conductor de su personal.
La mayoría de los permisos de trabajo se deben a razones de salud, sobretodo terapias o exámenes médicos del personal restringido.	Se tienen servicios médicos que presta atención oportuna.	Se pide permiso anticipadamente, y las citas médicas generalmente son a las 6 am (antes de entrar) o a las 4 pm (a la salida).	Incremento del número de restringidos a causa del trabajo.
Las anomalías más frecuentes son la lluvia, evacuaciones por emisiones de gases tóxicos, y desvío de recurso para atender emergencias de la planta provocando retrasos en las actividades de la programación día a día.	Cuando existen anomalías por emisiones de gases tóxicos, se conoce el debido proceso de evacuación.	Se cuenta con equipos sensores de gases tóxicos, con el fin de actuar a tiempo.	Incremento de escapes de gases tóxicos, sobretodo cuando llueve.
La espera por falta de trabajo, se debe al desvío de personal para cubrir emergencias o apoyar paradas de planta, para ello, deben esperar las actividades que les asignen.	Tener guías de entrenamiento por aplicar en el tiempo de espera por falta de trabajo.	Colaboración por parte de los mantenedores a la hora de decidir qué trabajo se debe realizar en una situación crítica para cualquier equipo.	A muchos eventos que ocurren dentro de una planta se le denomina emergencia sin serlo, y sin definir los trabajos que se deban realizar.
No todos los equipos de trabajo realizan la planeación HSE de manera consciente.	La documentación de planeación HSE se tiene asegurada	Por actividades rutinarias y repetitivas, es más sencilla la evaluación de riesgos.	Por causa de ocupaciones de los operadores, los mantenedores realizan planeación HSE sin su acompañamiento.

Fuente: Elaboración propia basada en observaciones

3. ANTECEDENTES

3.1 ANTECEDENTES DE INDICADORES DE CONTROL Y GESTIÓN

Este plan de trabajo sustenta y referencia algunas citas textuales de investigaciones similares que arrojan conclusiones relevantes para tener en cuenta a la hora de dar inicio a los objetivos propuestos:

Maita, J. (1999). **“Indicadores de control de gestión de la superintendencia de fluidos de una empresa siderúrgica”**. Trabajo de grado presentado en la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial. A continuación se citan algunos aspectos relacionados con el tema de investigación

“Llevar y controlar indicadores de gestión y control es importante como herramienta útil para el desarrollo de una gestión de calidad y así aumentar la capacidad de respuesta ante las demandas que plantea la nueva política de la planta”.

“Para que una empresa se mantenga competitiva dentro del mismo sector industrial debe enfocarse hacia el control de su gestión y así prestar un servicio que permita cumplir las necesidades y expectativas de sus clientes según sea el caso”.

Amatista, J. y Barajas, Z. (1997). **“Evaluación de la efectividad y eficiencia del sistema de aseguramiento de la calidad del taller metalmecánico de la refinería Puerto la Cruz, mediante la aplicación de indicadores de gestión”**.

Trabajo Final de Grado presentado ante el Politécnico Santiago Mariño. Una de las conclusiones expuestas Fue:

“Es de gran importancia para toda organización tener un sistema de medición de su gestión, es decir, un conjunto de indicadores de gestión que evidencien el cumplimiento de los procesos y el desenvolvimiento general de las actividades dentro de la empresa, pues de esta manera, los resultados arrojados por dichos indicadores, permiten tomar acciones tanto preventivas como correctivas con la finalidad de incrementar cada día mas la efectividad y eficiencia de los procesos”.

3.2 MEDIR EN UNA EMPRESA

Según Katty Bhagalu³, medir es comparar una variable con otra determinando una cantidad específica. En las organizaciones las mediciones no deben ser entendidas solo como un proceso de recopilar datos, sino que deben ser consideradas al tomar cualquier decisión. Lo más importante de una medición o de una serie de datos es tener la capacidad de clasificarlos, analizar su frecuencia, priorizarlos y determinar sus relaciones, con el objetivo de controlar el proceso o mejorar su desempeño.

³ BHAGALU MÁRQUEZ, Katty Silenia. Diseño de un sistema de indicadores de gestión de la calidad para los proyectos administrados por la superintendencia de proyectos operacionales de la gerencia técnica en la refinería Puerto La Cruz. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Puerto La Cruz. Universidad de Oriente. Facultad de Ingeniería Industrial. 2008. 17 p.

De acuerdo con el planteamiento del Phd. Martín Arango Serna⁴, la medición de la gestión involucra tener un control de las variables y los elementos que determinan, directamente o indirectamente, en el éxito de la empresa; adicional a eso, implica saber utilizar los resultados de la medición para redireccionar las acciones hacia sus objetivos estratégicos. Teniendo claro esto, se concluye que medir una gestión es un proceso a través del cual una entidad hace seguimiento y evaluación de logros frente a sus objetivos y metas estratégicas. Al medir una gestión, se integra la evaluación formativa y la evaluación sumativa, especificándose según Arango de la siguiente manera:

“La Evaluación Formativa, es la que ocurre durante el proceso e induce a acciones de mejoramiento...”

“La Evaluación Sumativa, la que mide los resultados del proceso y se presentan fundamentalmente en indicadores de eficacia, eficiencia, efectividad o impacto”.

En el momento en que se mide una gestión y se integran estos dos tipos de evaluación se hace énfasis en que no se cambia el resultado si no se interviene en el proceso. Por ello, el seguimiento sistemático y disciplinado, con base en indicadores del proceso, son la clave del éxito en cualquier sistema de medición de gestión.

3.3 UTILIZACIÓN DEL INDICADOR O.C.E. EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

“El O.C.E es un factor que se centra básicamente en medir la productividad de los ejecutores o mano de obra del proceso de ejecución del mantenimiento, para su posterior mejora, con el fin de contribuir valor agregado a la compañía”⁵.

$$O.C.E = Cu * Cp * Csq$$

$$Cu = \frac{\text{Tiempo productivo total}}{\text{Tiempo total disponible}} * 100 \quad Cp = \frac{\text{Tiempo total tareas planificadas}}{\text{Tiempo total de trabajo ejecutada}} * 100$$

⁴ ARANGO SERNA, Martín Darío. Medición del desempeño para cadenas de abastecimiento en ambientes de imprecisión usando lógica difusa. Título a Ph.D en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2009. 12p.

⁵ ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 23 p.

Tabla 4. Rango de los factores OCE

	Rango de los factores del OCE		
Factores del OCE	Bajo	Medio	Alto
Factor de utilización	30%	50%	70%
Factor de desempeño	>80%	90%	95%
Factor de calidad	>90%	95%	98%
INDICADOR OCE	22%	43%	65%

Fuente: ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 23 p.

El departamento de mantenimiento en la refinería de Barrancabermeja, desde el año 2006 ha estado manejando el indicador O.C.E, como un indicador de gestión que refleja la eficiencia general del proceso o la labor de mantenimiento. Este indicador tiene tres factores que influyen en su resultado directamente: factor de utilización, factor de desempeño y factor de calidad.

- El factor de utilización (CU) mide cuan efectivos somos en planeación y programación de recursos. Lo que no permite que sea efectivo:
 - Ya para ya, apagar incendios
 - Esperar o buscar información
 - Esperar documentación, instrucciones, etc.
 - Esperar equipo
 - Esperar renta de equipo o soportes de contratos
 - Desplazamiento al área de trabajo
 - Dejar el sitio de trabajo limpio
 - Reuniones normales
 - Falta de efectividad en la planeación

industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 39 p.

El factor de calidad (CQ) maneja las tasas de reprocesos de equipos intervenidos en actividades de mantenimiento y el indicador de no conformidades.

El indicador OCE se calculó en octubre de 2011, sólo para la coordinación proactivo en las áreas, y arrojó los siguientes resultados:

Tabla 7. Cálculo del OCE

EFECTIVIDAD TOTAL DEL TRABAJO EN LAS CUADRILLAS						
CU		CP		CSQ	O.C.E FACTOR	RANGO
36,15%	*	134%	*	IND. REPROCESOS	47,87%	MEDIO
				98,82%		
				CONFORMIDADES DE CALIDAD	43,31%	MEDIO
				89,4%		

Fuente: ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 43 p.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES QUE ARROJA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR O.C.E. EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA EN OCTUBRE 2011⁶

3.4.1 Conclusiones

- La efectividad del trabajo en las cuadrillas de mantenimiento (O.C.E) se encuentra en un nivel medio según el rango de valores.
- El tiempo productivo (3.36 hrs) disminuyó en un 42.36% en comparación con el estudio IV de tiempos realizado en el año 2006, en el cual el tiempo productivo era de 5.83 hrs.
- La planeación del tiempo para la ejecución de las diferentes tareas esta basado en la experiencia del planeador y no en estándares de trabajo.
- En la actualidad, los indicadores de calidad no son confiables ya que presentan falencias en la captura de datos.

⁶ ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 43 p.

3.4.2 Recomendaciones

- Realizar mediciones del tiempo de trabajo con mayor frecuencia, con el fin de visualizar cambios y tomar las acciones pertinentes.
- Asegurar la gestión de los permisos de trabajo en campo y la efectividad de la reunión de inicio de turno.

4. JUSTIFICACIÓN

Uno de los desafíos a los cuales las empresas actualmente se enfrentan, es el factor de utilización eficiente de sus recursos para cumplir con las fechas de entrega de sus productos plantea Chile Palomino et al⁷. Con el fin de alcanzar esta meta, es necesario el uso de nuevos métodos y herramientas de producción tales como la Teoría de las Restricciones (TOC), Just in Time (JIT), Mantenimiento Productivo Total (TPM), MRP II, entre otros.

La situación actual del departamento de mantenimiento en la refinería de Barrancabermeja, muestra falencias en la métrica de la medición de eficiencia general del proceso a través del indicador OCE, debido a la falta de actualización de información como la disponibilidad total en horas hombres del recurso, ausencia de estandarización de tiempos productivos de mantenimiento, desajuste entre horas hombres programadas y horas hombre ejecutadas, falta de reporte de no conformidades de calidad, entre otras.

Es por esto, que se toma en cuenta la anterior consideración, sabiendo que el conocimiento de la eficiencia general del proceso dentro del departamento de mantenimiento es relevante para el desarrollo de la planificación estratégica de la empresa, ya que dependiendo de esta información se pueden encontrar las raíces principales de las disminuciones en los porcentajes de productividad de las labores de mantenimiento. De esta manera, es posible generar planes de mejoramiento, con el objetivo de obtener un aprendizaje continuo en cada uno de los equipos de trabajo.

Gracias a la comprensión de la existencia de cuellos de botella de los recursos dentro de una empresa, es posible direccionar las acciones y los recursos para disminuir o eliminar el efecto que provoca este cuello de botella en el flujo del proceso, teniendo en cuenta la definición de Goldratt: “Un cuello de botella, es un recurso cuya capacidad es igual o inferior a su demanda”⁸ (Goldratt y Cox, 2003).

El hecho de generar un diagnóstico acertado de la situación que vive el departamento de mantenimiento, en cuanto a la utilización de sus recursos, a la eficacia de la planeación de los mismo y a los índices de calidad, se puede dar inicio a un ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para el manejo de indicadores, en especial el indicador que mide la Eficiencia General del Proceso OCE, con el fin de tomar decisiones en base a una métrica establecida y a unos resultados analizados objetivamente, lo cual permite generar un mejoramiento continuo.

⁷ CHILE PALOMINO, Reynaldo et al. Incremento de la producción a través de ratio OEE: un estudio de caso en una empresa de ramo metal mecánico. 14p.

⁸ GOLDRAT, Eliyahu con Jeff Cox. La meta. 1ª edición. 40 p.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Planificar, ejecutar y analizar la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E para el departamento de mantenimiento en la Gerencia de la Refinería de Barrancabermeja (GRB), ECOPETROL S.A.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Planificar y ajustar la métrica de la medición del factor de eficiencia general del proceso O.C.E para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Ejecutar la medición del factor de eficiencia general del proceso O.C.E para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Analizar los resultados de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E. para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Diseñar escenarios y estrategias que contribuyan al incremento en la eficiencia general del proceso en el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Verificar la efectividad de los planes de acción implementados como resultado de mediciones anteriores de eficiencia en el departamento de mantenimiento en la GRB.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 MARCO CONCEPTUAL

6.1.1 Eficiencia, eficacia y efectividad⁹

* **Eficiencia:** Es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso se busca un uso óptimo de los recursos disponibles para lograr los objetivos deseados.

* **Eficacia:** Grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.

* **Efectividad:** Este concepto involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero.

6.1.2 Indicadores de eficiencia general del proceso O.C.E

“El O.C.E es un factor que se centra básicamente en medir la productividad de los ejecutores o mano de obra del proceso de ejecución del mantenimiento, para su posterior mejora, con el fin de contribuir valor agregado a la compañía”¹⁰.

$$O.C.E = Cu * Cp * Csq$$

6.1.3 Planeación Estratégica

“Se basa en la administración por objetivos y responde prioritariamente la pregunta “Qué hacer” en situaciones problemáticas. Situaciones como la creación o reestructuración de una empresa, la identificación, y evaluación de programas y proyectos, la formulación de un plan de desarrollo, la implementación de una política, la conquista de un mercado, el posicionamiento de un producto o servicio, la resolución de conflictos, son ejemplos de casos donde la Planeación Estratégica es especialmente útil.

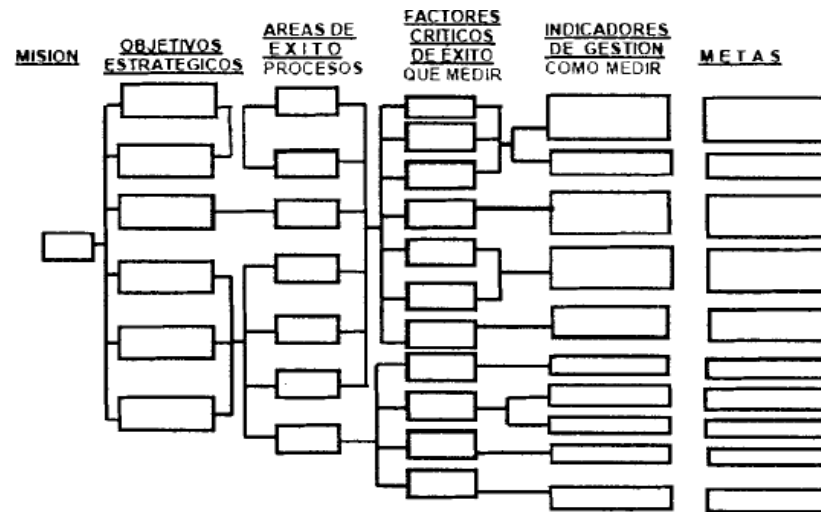
La figura 5 muestra la relación directa que existe entre los indicadores con la planeación estratégica de una empresa.”¹¹.

⁹ MEJÍA C, Carlos Alberto. Indicadores de efectividad y eficacia. Documento planning. Publicado en 2009. Disponible en: <http://www.planning.com.co/bd/archivos/Octubre1998.pdf>. Citado el día 2 de febrero de 2012

¹⁰ ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 23 p.

¹¹ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Sede Bogotá. Planeación Estratégica. Publicado en julio de 2006. Citado el día 2 de febrero de 2012. Disponible en internet en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc2.htm

Figura 4 Relación entre indicadores y planeación estratégica



Fuente: http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-36112.pdf

6.2 MARCO TEÓRICO¹²

6.2.1 Medición del trabajo

La simplificación del trabajo es la aplicación de técnicas que determinen el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador invierta en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Los objetivos de la medición del trabajo son los siguientes:

- Incrementar la eficiencia del trabajo.
- Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa como el costo, programación de la producción, supervisión etc.

¹² CASTAÑEDA GALVIS, María Teresa. Medición del trabajo. Notas de clase. Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga, facultad de ingeniería industrial.

7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA

- **Etapas Planear:**

Objetivo: Planificar y ajustar la métrica de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E. para el departamento de mantenimiento en la GRB.

Actividades asociadas a la consecución de los objetivos:

- Observación y conocimiento de cada coordinación del departamento de mantenimiento:

Esta fase se dio durante el primer mes de la práctica. La labor se basaba en el acompañamiento a cada uno de los grupos del departamento de mantenimiento en sus actividades diarias, identificando y observando los cuellos de botella y restricciones de tiempo que se dan dentro del proceso de ejecución. Para ello era necesario, desplazarse a las diferentes plantas de la refinería, con los elementos de protección personal requeridos (casco, máscara anti gases tóxicos, guantes, gafas de seguridad, protectores auditivos, botas de seguridad, overol).

En este acompañamiento, se definió el proceso de una labor de mantenimiento día a día visualizadas en el cuadro 7.

Tabla 8. Actividades día a día de mantenimiento

Actividad	Nombre de la actividad
A01	Entrada/Salida puerta principal- Desplazamiento al/del grupo.
A02	Cambio en el vestier. (Inicio-Fin de turno)
A03	Reunión de inicio de turno y asignación de los trabajos.
A04	Alistamiento de materiales y herramientas día a día (no planeadas).
A05	Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa.
A06	Apertura y/o cierres de permisos de trabajo en las unidades operativas.
A07	Desplazamiento a/de Materiales

A08	Desplazamiento a/de Central de Herramientas
A09	Espera por servicio de materiales.
A10	Espera por servicio de Herramientas.
A11	Desplazamiento a casino / almuerzo.
A12	Descanso y/u Ocio.
A13	Espera por falta de transporte
A14	Ausentismo, Permisos laborales, o de otra índole.
A15	Anormalidad en el turno de trabajo (Lluvia, Emergencias, Evacuaciones, simulacros)
A16	Espera por falta de trabajo.
A17	Ejecución

Fuente: Elaboración propia.

- Registro de lluvia de ideas y observaciones hechas en cada coordinación.

En esta etapa se observó:

- **Para la coordinación de mantenimiento proactivo centralizado:** baja disponibilidad de vehículos para su desplazamiento, un 15% del personal con restricciones médicas, falta de confianza por parte del departamento de operaciones hacia el departamento de mantenimiento.
 - **Para la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas:** baja disponibilidad de recurso humano, debido a desvío del mismo para atender emergencias y paradas de planta, gestión demorada en cuanto a firma de permisos de trabajo, espera por asignación de trabajo de emergencia.
 - **Para la coordinación de calidad y talleres:** baja disponibilidad de vehículos, falta de confianza por parte del departamento de operaciones hacia el departamento de mantenimiento, actividades con programación deficiente, influencia del sindicato en retraso de actividades día a día..
- Realización de ajustes a la métrica de la medición y planificación general de la misma.

Los ajustes que se hicieron a la métrica de la medición de la eficiencia general del proceso de mantenimiento son:

Dentro de las actividades día a día del proceso, no se contemplaba la espera por falta de transporte, ya que no se había determinado el tiempo que se pierde cuando los mantenedores deben esperar por un transporte cuando se dirigen hacia las plantas. Por lo tanto, es pertinente incluir este tiempo dentro de las mediciones de desempeño o productividad.

Los criterios a tener en cuenta a la hora de medir la productividad del ciclo completo de las tareas programadas para la coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas:

- Criticidad de la tarea → Medir las actividades valoradas con riesgo M.
 - Área de trabajo → Medir tareas en campo.
 - Continuidad → Medir tareas que tengan continuidad máxima de 2 días.
 - Especialidad → Medir tareas que contengan una especialidad o varias.
- ✓ Criterios a tener en cuenta a la hora de medir la productividad del ciclo completo de las tareas programadas para la coordinación de Mantenimiento Proactivo Centralizado:
- Criticidad de la tarea → Medir las actividades valoradas con riesgo M.
 - Área de trabajo → Medir tareas en campo y en taller.
 - Continuidad → Medir tareas que no tengan continuidad.
 - Especialidad → Medir tareas que contengan una sola especialidad.
- ✓ Criterios a tener en cuenta a la hora de medir la productividad del ciclo completo de las tareas programadas para la coordinación de calidad y talleres:
- Criticidad de la tarea → Medir las actividades valoradas con riesgo M.
 - Área de trabajo → Medir tareas en campo y en taller.
 - Continuidad → Medir tareas que tengan continuidad máxima de 2 días.
 - Especialidad → Medir tareas que contengan una sola especialidad.
- ✓ Criterios a tener en cuenta a la hora de medir la productividad del ciclo completo de las tareas programadas para talleres de mecánica (correctivo):
- Criticidad de la tarea → Medir las actividades valoradas con riesgo M.
 - Área de trabajo → Medir tareas en taller.
 - Continuidad → Medir tareas que tengan continuidad máxima de 2 días.
 - Especialidad → Medir tareas que contengan una sola especialidad.

Dentro de la planificación de la medición de tiempos y gracias a la asignación de 8 estudiantes en práctica para se definió el siguiente programa:

Tabla 9. Programación de Medición I

GRUPO	Responsable	Fecha
SELPL	Álvaro Fernández	Feb 27- Feb 29
SELLAB	Samara Rincón	Feb 27- Feb 29
SELPVO	Ricardo Mancera	Feb 27- Feb 29
MCPVO	Javier Gómez	Feb 27- Feb 29
MTPVO	Álvaro Fernández	Mar 1- Mar 2
MTREF	Javier Gómez	Mar 1- Mar 2
COMUN	Marisol Santamaría	Feb 27- Feb 29
SEICRO	María Elena V.	Feb 27- Feb 29
SEIMET	María Elena V.	Mar 1- Mar 2
SI1 (INST)	Robinson Quintanilla	Feb 27- Feb 29
SI1 (MET)	Juan Carlos Flórez	Feb 27- Feb 29
SI1(ELEC)	Javier Gómez	Mar 5- Mar 6
SI1 (MEC)	Ricardo Mancera	Mar 1- Mar 2
MP1 (INST)	Álvaro Fernández	Mar 5- Mar 6
MP1 (MET)	Samara Rincón	Mar 5- Mar 6
MP1 (MEC)	Marisol Santamaría	Mar 1- Mar 2
MP1 (ELEC)	Ricardo Mancera	Mar 5- Mar 6
MP2 (INST)	Juan Carlos Flórez	Mar 1- Mar 2
MP2 (MEC)	Juan Carlos Flórez	Mar 5- Mar 6
MP2 (MET)	Samara Rincón	Mar 7- Mar 8
MP2(ELEC)	Samara Rincón	Mar 7- Mar 8
RF1 (MEC)	Marisol Santamaría	Mar 5- Mar 6
RF1 (ELEC)	Samara Rincón	Mar 9- Mar 12
RF1 (MET)	Samara Rincón	Mar 13- Mar 14
RF1 (INST)	Samara Rincón	Mar 15- Mar 16
SI2 (MET)	Samara Rincón	Mar 20- Mar 21
SI2 (MEC)	Samara Rincón	Mar 22- Mar 23
SI2 (INST)	Samara Rincón	Mar 26- Mar 27
SI2 (ELEC)	Samara Rincón	Mar 28- Mar 29
TALLER MEC	Samara Rincón	Mar 30- Abr 01
TALLER MAQ	Samara Rincón	Abr 02- Abr 03
TALLER SELLOS	Samara Rincón	Abr 09- Abr 10
AUT CAMPO	Samara Rincón	Abr 11- Abr 12
AUT TALLER	Samara Rincón	Abr 13- Abr 16
VÁLVULAS CAMPO	Samara Rincón	Abr 17- Abr 18
CK1 (INST)	Marisol Santamaría	Mar 13- Mar 14
CK1 (MEC)	Marisol Santamaría	Mar 15- Mar 16
CK1 (ELEC)	Marisol Santamaría	Mar 20- Mar 21
CK1 (MET)	Marisol Santamaría	Mar 22- Mar 23
REDES	Ricardo Mancera	Mar 9- Mar 12

CK2 (ELEC)	Ricardo Mancera	Mar 13- Mar 14
CK2 (INST)	Ricardo Mancera	Mar 15- Mar 16
CK2 (MEC)	Ricardo Mancera	Mar 20- Mar 21
CK2 (MET)	Ricardo Mancera	Mar 22- Mar 23
PQ1 (MEC)	María Elena V.	Mar 5- Mar 6
PQ1 (ELEC)	María Elena V.	Mar 7- Mar 8
PQ1 (MET)	Álvaro Fernández	Mar 5- Mar 6
PQ1 (INST)	Álvaro Fernández	Mar 7- Mar 8
CK3 (MET)	Marisol Santamaría	Mar 7- Mar 8
CK3 (ELEC)	Marisol Santamaría	Mar 9- Mar 12
CK3 (INST)	Álvaro Fernández	Mar 9- Mar 12
CK3 (MEC)	Álvaro Fernández	Mar 13- Mar 14
PQ2 (MEC)	Robinson Quintanilla	Mar 1- Mar 2
PQ2 (ELEC)	Robinson Quintanilla	Mar 5- Mar 6
PQ2 (MET)	Juan Carlos Flórez	Mar 7- Mar 8
PQ2 (INST)	Juan Carlos Flórez	Mar 9- Mar 12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Programación de Medición II

GRUPO	Responsable	Fecha
SELPL	Álvaro Fernández	Abr 18- Abr 19
SELLAB	Samara Rincón	Abr 18- Abr 19
SELPVO	Ricardo Mancera	Abr 18- Abr 19
MCPVO	Javier Gómez	Abr 18- Abr 19
MTPVO	Álvaro Fernández	Abr 20- Abr 23
MTREF	Javier Gómez	Abr 20- Abr 23
COMUN	Marisol Santamaría	Abr 18- Abr 19
SEICRO	María Elena V.	Abr 18- Abr 19
SEIMET	María Elena V.	Abr 20- Abr 23
SI1 (INST)	Robinson Quintanilla	Abr 18- Abr 19
SI1 (MET)	Juan Carlos Flórez	Abr 18- Abr 19
SI1(ELEC)	Javier Gómez	Abr 24- Abr 25
SI1 (MEC)	Ricardo Mancera	Abr 20- Abr 23
MP1 (INST)	Álvaro Fernández	Abr 24- Abr 25
MP1 (MET)	Samara Rincón	Abr 20- Abr 23
MP1 (MEC)	Marisol Santamaría	Abr 24- Abr 25
MP1 (ELEC)	Ricardo Mancera	Abr 24- Abr 25
MP2 (INST)	Juan Carlos Flórez	Abr 20- Abr 23
MP2 (MEC)	Juan Carlos Flórez	Abr 24- Abr 25

MP2 (MET)	Samara Rincón	Abr 24- Abr 25
MP2(ELEC)	Samara Rincón	Abr 26- Abr 27
RF1 (MEC)	Marisol Santamaría	Abr 30- May 02
RF1 (ELEC)	Samara Rincón	Abr 30- May 02
RF1 (MET)	Samara Rincón	May 03- May 04
RF1 (INST)	Samara Rincón	May 07- May 08
SI2 (MET)	Samara Rincón	May 09- May 10
SI2 (MEC)	Samara Rincón	May 11- May 14
SI2 (INST)	Samara Rincón	May 15- May 16
SI2 (ELEC)	Samara Rincón	May 17- May 18
TALLER MEC	Samara Rincón	May 21- May 22
TALLER MAQ	Samara Rincón	May 23- May 24
TALLER SELLOS	Samara Rincón	May 25
AUT CAMPO	Álvaro Fernández	May 11- May 14
AUT TALLER	Álvaro Fernández	May 15- May 16
VÁLVULAS CAMPO	María Elena V.	May 11- May 14
CK1 (INST)	Marisol Santamaría	May 03- May 04
CK1 (MEC)	Marisol Santamaría	May 07- May 08
CK1 (ELEC)	Marisol Santamaría	May 09- May 10
CK1 (MET)	Marisol Santamaría	May 11- May 14
REDES	Ricardo Mancera	May 03- May 04
CK2 (ELEC)	Ricardo Mancera	May 07- May 08
CK2 (INST)	Ricardo Mancera	May 09- May 10
CK2 (MEC)	Ricardo Mancera	May 11- May 14
CK2 (MET)	Ricardo Mancera	May 15- May 16
PQ1 (MEC)	María Elena V.	May 15- May 16
PQ1 (ELEC)	María Elena V.	May 17- May 18
PQ1 (MET)	Álvaro Fernández	May 17- May 18
PQ1 (INST)	Álvaro Fernández	May 21- May 22
CK3 (MET)	Marisol Santamaría	May 17- May 18
CK3 (ELEC)	Marisol Santamaría	May 21- May 22
CK3 (INST)	Álvaro Fernández	May 23- May 24
CK3 (MEC)	Álvaro Fernández	May 25
PQ2 (MEC)	Robinson Quintanilla	May 03- May 04
PQ2 (ELEC)	Robinson Quintanilla	May 07- May 08
PQ2 (MET)	Juan Carlos Flórez	May 11- May 14
PQ2 (INST)	Juan Carlos Flórez	May 15- May 16

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapas Hacer:**

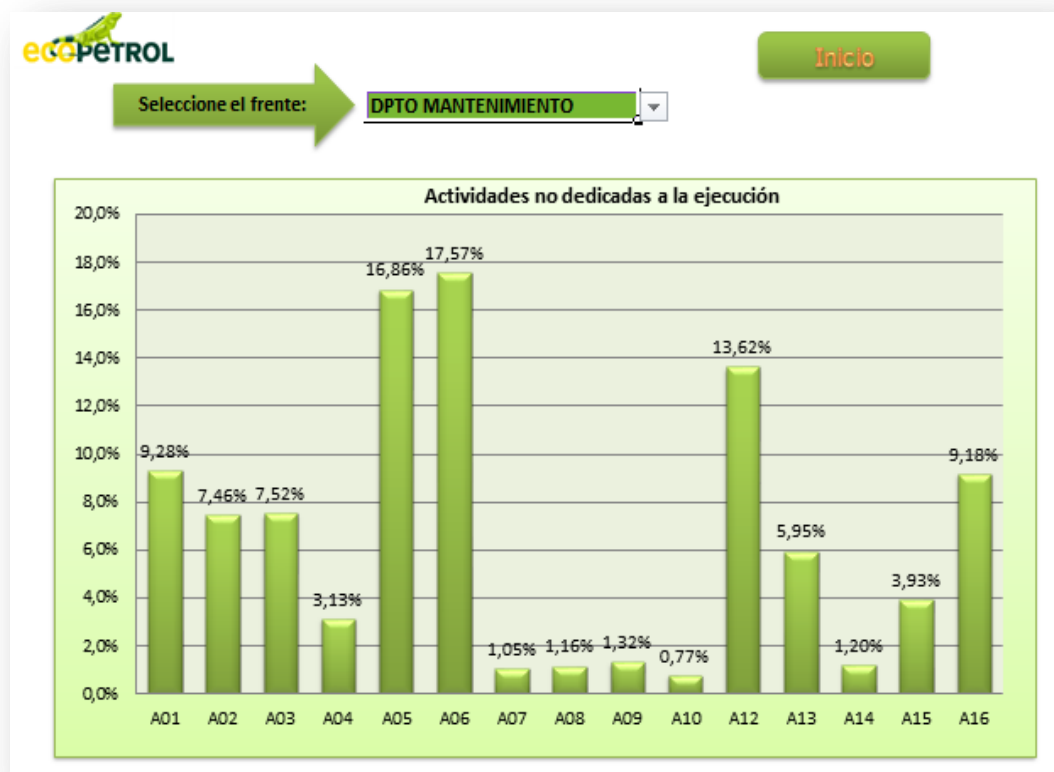
Objetivo: Ejecutar la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E. para el departamento de mantenimiento en la GRB.

Actividades asociadas a la consecución de los objetivos:

- Inicio de la medición de trabajo o toma de tiempos con la plantilla para medición de tiempos.

Medición I: Empieza el 27 de febrero hasta el 17 de abril de 2012, se realiza en todos los grupos de mantenimiento, excepto en la cuadrilla de refinación de fondos, debido a una parada de planta programada. Se miden los tiempos efectivos, no efectivos, reprocesos, no conformidades y ausentismos del proceso, bajo los criterios ya mencionados. Los resultados de esta medición se ilustran en la figura 5., y en el cuadro 11.

Figura 5. Resultados Medición I



Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 ilustra la distribución de actividades no dedicadas a la ejecución, y se puede observar que los cuellos de botella son las actividades 5, 6 y 12, que

corresponden al desplazamiento, apertura de permisos de trabajo y descanso y ocio respectivamente. La tabla 11 muestra las causas de la existencia de estos cuellos de botella.

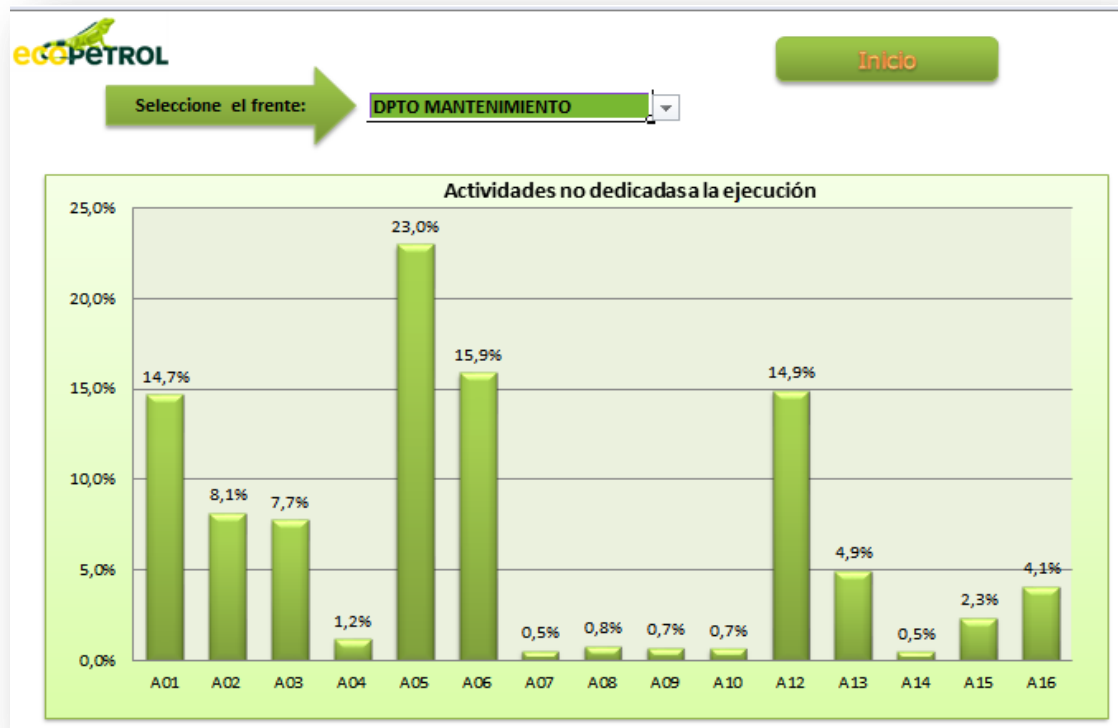
Tabla 11. Causas de tiempos improductivos

DURACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		CAUSAS
0:20	A01	Entrada/Salida	A06: * Temor de operadores por actividades riesgosas. * Diferencia de criterios entre operadores a la hora de validar un ATS. * Falta de confianza de operaciones hacia labores de mantenimiento preventivo. A01: Meeting sindicato diario, rutas internas hacen el recorrido antes de las 4 pm. A05: Varios desplazamientos a pie, buggies averiados.
0:16	A02	Cambio en el vestier (Inicio-Fin de turno)	
0:16	A03	Reunión de inicio de turno	
0:06	A04	Alistamiento de materiales y herramientas día a día (no planeadas)	
0:37	A05	Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa	
0:38	A06	Apertura y/o cierres de permisos de trabajo	
0:02	A07	Desplazamiento a/de Materiales	
0:02	A08	Desplazamiento a/de Central de Herramientas	
0:02	A09	Espera por servicio de materiales	
0:01	A10	Espera por servicio de Herramientas	
0:49	A11	Desplazamiento a casino / almuerzo	
0:30	A12	Descanso y/u Ocio	
0:13	A13	Espera por falta de transporte	
0:02	A14	Ausentismo, Permisos laborales	
0:08	A15	Anormalidad en el turno de trabajo (Lluvia, Emergencias, Evacuaciones, simulacros)	
0:20	A16	Espera por falta de trabajo	
4:29	A17	Ejecución	
9:00	TIEMPO PROMEDIO TOTAL DE ACTIVIDADES/DIA		
3:41	TIEMPO NO DEDICADO A LA EJECUCIÓN		

Fuente: Elaboración propia.

Medición II: Empieza el 18 de abril hasta el 25 de mayo de 2012, se realiza en todos los grupos de mantenimiento. Se miden los tiempos efectivos, no efectivos, reprocesos, no conformidades y ausentismos del proceso, bajo los criterios ya mencionados. Los resultados de esta medición se ilustran en la figura 6., y en el cuadro 12.

Figura 6 Resultados Medición II



Fuente: Elaboración propia.

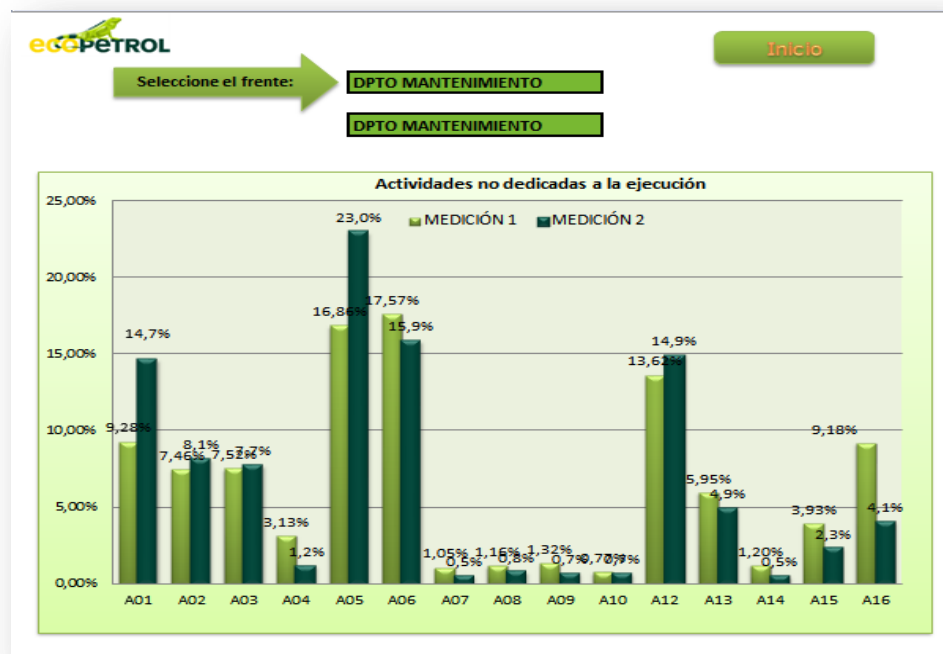
Como se observa en la figura 6, la medición II se vio afectada por el desplazamiento, apertura de permisos de trabajo, descanso y ocio, como cuellos de botella que retrasan el proceso normal de mantenimiento. Las causas de estos cuellos de botella se plasman en la tabla 12.

Tabla 12. Causas de tiempos improductivos

DURACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		CAUSAS
0:26	A01	Entrada/Salida	A06: * Temor de operadores por actividades riesgosas. * Diferencia de criterios entre operadores a la hora de validar un ATS. * Falta de confianza de operaciones hacia labores de mantenimiento preventivo. A01: Meeting sindicato diario, rutas internas hacen el recorrido antes de las 4 pm. A05: Varios desplazamientos a pie, buggies averiados.
0:14	A02	Cambio en el vestier (Inicio-Fin de turno)	
0:14	A03	Reunión de inicio de turno	
0:02	A04	Alistamiento de materiales y herramientas día a día (no planeadas)	
0:42	A05	Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa	
0:29	A06	Apertura y/o cierres de permisos de trabajo	
0:00	A07	Desplazamiento a/de Materiales	
0:01	A08	Desplazamiento a/de Central de Herramientas	
0:01	A09	Espera por servicio de materiales	
0:01	A10	Espera por servicio de Herramientas	
0:46	A11	Desplazamiento a casino /almuerzo	
0:27	A12	Descanso y/u Ocio	
0:09	A13	Espera por falta de transporte	
0:00	A14	Ausentismo, Permisos laborales	
0:04	A15	Anormalidad en el turno de trabajo (Lluvia, Emergencias, Evacuaciones, simulacros)	
0:07	A16	Espera por falta de trabajo	
5:10	A17	Ejecución	
9:00	TIEMPO PROMEDIO TOTAL DE ACTIVIDADES/DIA		
3:03	TIEMPO NO DEDICADO A LA EJECUCIÓN		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Consolidación Medición I y II



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Tiempos improductivos

MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	
0:20	0:26	A01	Entrada/Salida
0:16	0:14	A02	Cambio en el vestier (Inicio-Fin de turno)
0:16	0:14	A03	Reunión de inicio de turno
0:06	0:02	A04	Alistamiento de materiales y herramientas día a día (no planeadas)
0:37	0:42	A05	Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa
0:38	0:29	A06	Apertura y/o cierres de permisos de trabajo
0:02	0:00	A07	Desplazamiento a/de Materiales
0:02	0:01	A08	Desplazamiento a/de Central de Herramientas
0:02	0:01	A09	Espera por servicio de materiales
0:01	0:01	A10	Espera por servicio de Herramientas
0:49	0:46	A11	Desplazamiento a casino / almuerzo
0:30	0:27	A12	Descanso y/u Ocio
0:13	0:09	A13	Espera por falta de transporte
0:02	0:00	A14	Ausentismo, Permisos laborales
0:08	0:04	A15	Anormalidad en el turno de trabajo (Lluvia, Emergencias, Evacuaciones, simulacros)
0:20	0:07	A16	Espera por falta de trabajo
4:29	5:10	A17	Ejecución
9:00	9:00	TIEMPO PROMEDIO TOTAL DE ACTIVIDADES/DIA	
3:41	3:03	TIEMPO NO DEDICADO A LA EJECUCIÓN	

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo del factor utilización (CU), factor desempeño (CP), factor calidad (CQ) con los datos recopilados en la medición.

Tabla 14. Factor de Utilización Medición I

Personal para ejecución en mantenimiento	439
HH máximas disponibles del personal	119408
Festivos (3)	10536
Ausentismos 2,15%	2568
HH netas Medición I	106304
Tiempo improductivo 37,92%	40310
Total tiempo trabajado	65994
CU	55,27%

Fuente: Elaboración propia.

El factor de utilización para la medición I como se observa en la tabla 14 es de 55,27%, esto significa que a los 439 mantenedores se les utiliza aproximadamente en la mitad de su tiempo disponible, y se puede observar que el tiempo improductivo es la causa de esta baja utilización del personal.

Tabla 15. Factor de Desempeño Medición I

HH ESTIMADAS	HH OBSERVADAS	CP OBSERVADO
2	3	67%
1	0,83	120%
2	2	100%
2	3	67%
2		
2	4	50%
4	5	80%
2	4,83	41%
4	8,26	48%
3	2,86	105%
3	5	60%
6	5,96	101%
8	9	89%
0,5	1	50%
1	2	50%
8	7,13	112%
8	6,63	121%
4	5	80%
4	3,5	114%
4	4	100%
2	2,6	77%
2	3	67%
2	3	67%
10	10,43	96%
6	5	120%
2	1,933333333	103%
2	3	67%
1	3	33%
8	7	114%
1	1,333333333	75%
2	3	67%
2	4	50%
2	2,33	86%
4	4	100%
2	4	50%
2	3	67%
4	4	100%
4	4	100%
2	5	40%
2	3,33	60%
1	2,38	42%
4	8,38	48%
1	2	50%
2	2,56	78%
4	6	67%
1	1	100%
1	1	100%

1	2	50%
4	5,83	69%
8	5	160%
2	2,52	79%
8	4,52	177%
1	1,6	63%
2	2,43	82%
2	3	67%
4	3	133%
4	11,66	34%
4	5	80%
4	5,03	80%
8	4	200%
16	8,53	188%
1	1,92	52%
4	5,92	68%
2	2,65	75%
2	2,65	75%
4	4,73	85%
8	8,73	92%
2	2,15	93%
2	3,15	63%
2	2,38	84%
2	2,38	84%
2	4	50%
10	10,17	98%
6	7,93	76%
2	2,76	72%
4	4,76	84%
1	3,2	31%
1	7,2	14%
2	3,46	58%
2	3,46	58%
8	9,06	88%
1	2,5	40%
2	2	100%
2	2,75	73%
12	12,75	94%
1	2,3	43%
1	2	50%
2	3,3	61%
1	1	100%
17518,1	CP	80,88%

Fuente: Elaboración propia.

El factor de desempeño o productividad para la medición I es de 80,88%, lo que significa que los mantenedores se tardan más en ejecutar que lo que se había planeado, esto se debe a la edad de la mayoría de los metalistas que es de 45 a 50 años, a las altas temperaturas de la ciudad de Barrancabermeja, al diseño de algunas

plantas que obstaculiza la ejecución de algunas actividades, a la inexperiencia de algunos mantenedores (instrumentistas y electricistas) en algunas labores, al cambio de alcance en algunos trabajos, sobretodo de la parte mecánica.

Tabla 16. Factor de Calidad Medición I

HH ESTIMADAS MEDICIÓN I	50138,7
HH NO CONFORMIDADES MEDICIÓN I	148
FACTOR DE NO CONFORMIDADES	0,30%
FACTOR DE CALIDAD	99,70%

Fuente: Elaboración propia.

El factor de calidad para la medición I es de 99,7% como lo muestra la tabla 16, lo que significaría un alto índice de calidad en el proceso de mantenimiento, sin embargo, este resultado tan bueno se debe a la falta de registro en las no conformidades de mantenimiento.

Tabla 17. Factor de Utilización Medición II

Personal para ejecución en mantenimiento	439
HH máximas disponibles del personal	91312
Festivos (2)	7024
Ausentismos 3,10%	2288
HH netas Medición II	82000
Tiempo improductivo 31,46%	25797
Total tiempo trabajado	56203
CU	61,55%

Fuente: Elaboración propia.

El factor de utilización para la medición II es de 61,55%, lo que significa que hubo una mejora en la utilización del personal, porque hubo una disminución en el tiempo improductivo, gracias a algunas gestiones que se hicieron con los operadores, para agilizar la apertura de permisos de trabajo y la entrega de equipos para intervenir.

Tabla 18. Factor de Desempeño Medición II

HH ESTIMADAS	HH OBSERVADAS	CP OBSERVADO
1	2,5	40%
2	2,50	80%
0,5	1	50%
1	2	50%
2	2,42	83%
1	1,42	70%
1	3	33%
2	4	50%
14	8,26	169%
8	7,86	102%
6	6,48	93%

6	4	150%
16	11,4	140%
10	10,17	98%
8	11,13	72%
6	11,3	53%
1	2,17	46%
1	2	50%
1	4	25%
2	2	100%
4	4,83	83%
2	4	50%
4	3	133%
4	8,16	49%
8	10	80%
2	2,61	77%
4	4,61	87%
4	4	100%
2	2,33	86%
1	1,33	75%
2	3	67%
3	4	75%
2	2,38	84%
4	4,38	91%
2	2	100%
1	2	50%
4	8,26	48%
4	2	200%
16	7,63	210%
1,5	12,5	12%
16	12,8	125%
2	2,05	98%
1	3,05	33%
1	5	20%
10	10,5	95%
0,5	2,83	18%
10	6,83	146%
1	3	33%
4	10,5	38%
1	1,92	52%
1	1,92	52%
2	3	67%
2	3	67%
2	4,25	47%
2	2,25	89%
6	6	100%
2	5,25	38%
2	5,25	38%
2	8,63	23%
2	3	67%
1	1,33	75%

2	3,33	60%
2	3	67%
2	3	67%
1	2	50%
14	11,57	121%
2	5	40%
4	7	57%
10	11,73	85%
1	1,93	52%
1	1,93	52%
2	3	67%
1	2	50%
1	1	100%
2	2	100%
1	3,71	27%
1	1,71	58%
4	5	80%
1	1	100%
2	4,83	41%
4	6,83	59%
1	2	50%
1	2	50%
8	8	100%
2	2,92	68%
2	3,92	51%
4	8	50%
12	12	100%
2	2,63	76%
2	2,63	76%
1	1,5	67%
4	4,5	89%
2	2,16	93%
8	8,16	98%
2	3,5	57%
4	5,5	73%
6	11	55%
1	1,33	75%
1	2	50%
14	8	175%
6	9	67%
12	10,88	110%
6	10,5	57%
2	3,97	50%
2	5,97	34%
6	6,33	95%
4	6	67%
6	5,93	101%
4	5	80%
2	4,66	43%
2	3	67%

1	3	33%
17948,65	CP	77,87%

Fuente: Elaboración propia.

El Factor de desempeño o productividad del departamento de mantenimiento es de 77,87%, lo cual indica que las actividades de mantenimiento tardan más de lo programado.

Tabla 19. Factor de Calidad Medición II

HH ESTIMADAS MEDICIÓN II	30780,8
HH NO CONFORMIDADES MEDICIÓN II	30
FACTOR DE NO CONFORMIDADES	0,10%
FACTOR DE CALIDAD	99,90%

Fuente: Elaboración propia.

El factor de calidad para la medición II es de 99,9%, lo que significa que el departamento brinda un servicio de mantenimiento de excelente calidad, sin embargo la causa por la cual este índice es tan alto, es gracias a la falta de registro de no conformidades de calidad.

- Cálculo del indicador de eficiencia general del proceso O.C.E.

Tabla 20. OCE MEDICIÓN I (NO CONFORMIDADES)

CU MEDICIÓN I	55,27%
CP MEDICIÓN I	80,88%
CQ NC MEDICIÓN I	99,70%
OCE MEDICIÓN I	44,56%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. OCE MEDICIÓN I (REPROCESOS)

CU MEDICIÓN I	55,27%
CP MEDICIÓN I	80,88%
CQ REPROCESOS	96,00%
OCE MEDICIÓN I	42,91%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. OCE MEDICIÓN II (NO CONFORMIDADES)

CU MEDICIÓN II	61,88%
CP MEDICIÓN II	77,87%
CQ NC MEDICIÓN II	99,90%
OCE MEDICIÓN II	48,14%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. OCE MEDICIÓN II (REPROCESOS)

CU MEDICIÓN II	61,88%
CP MEDICIÓN II	77,87%
CQ REPROCESOS	96,00%
OCE MEDICIÓN II	46,26%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 OCE medición octubre de 2011

MEDICIÓN DEL O.C.E						
CU	*	CP	*	CSQ	FACTOR O.C.E	RANGO
54%	*	121%	*	REPROCESOS	64.6%	MEDIO
				98,86%		
				CONFORMIDADES	58,4%	MEDIO
				DE CALIDAD		
				89,40%		

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los últimos indicadores OCE, se puede observar que hubo una disminución sustancial entre 2011 y 2012, y esto se debe a la disminución del factor de desempeño o productividad, debido a que para el año 2012, este indicador se tomó en base a las mediciones de productividad que se realizaron, y se logró comprobar que en realidad las actividades de mantenimiento tardan más de lo programado. A pesar de esta disminución, se puede visualizar que el departamento todavía se encuentra en un

rango medio en eficiencia general del proceso (OCE), ya que de 43% en adelante se considera en este intervalo.

• Etapa Verificar:

Objetivos:

- Analizar los resultados de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador O.C.E. para el departamento de mantenimiento en la GRB.
- Diseñar escenarios y estrategias que contribuyan al incremento en la eficiencia del departamento de mantenimiento en la GRB.
- Verificar la efectividad de los planes de acción implementados como resultado de mediciones anteriores de eficiencia en el departamento de mantenimiento en la GRB.

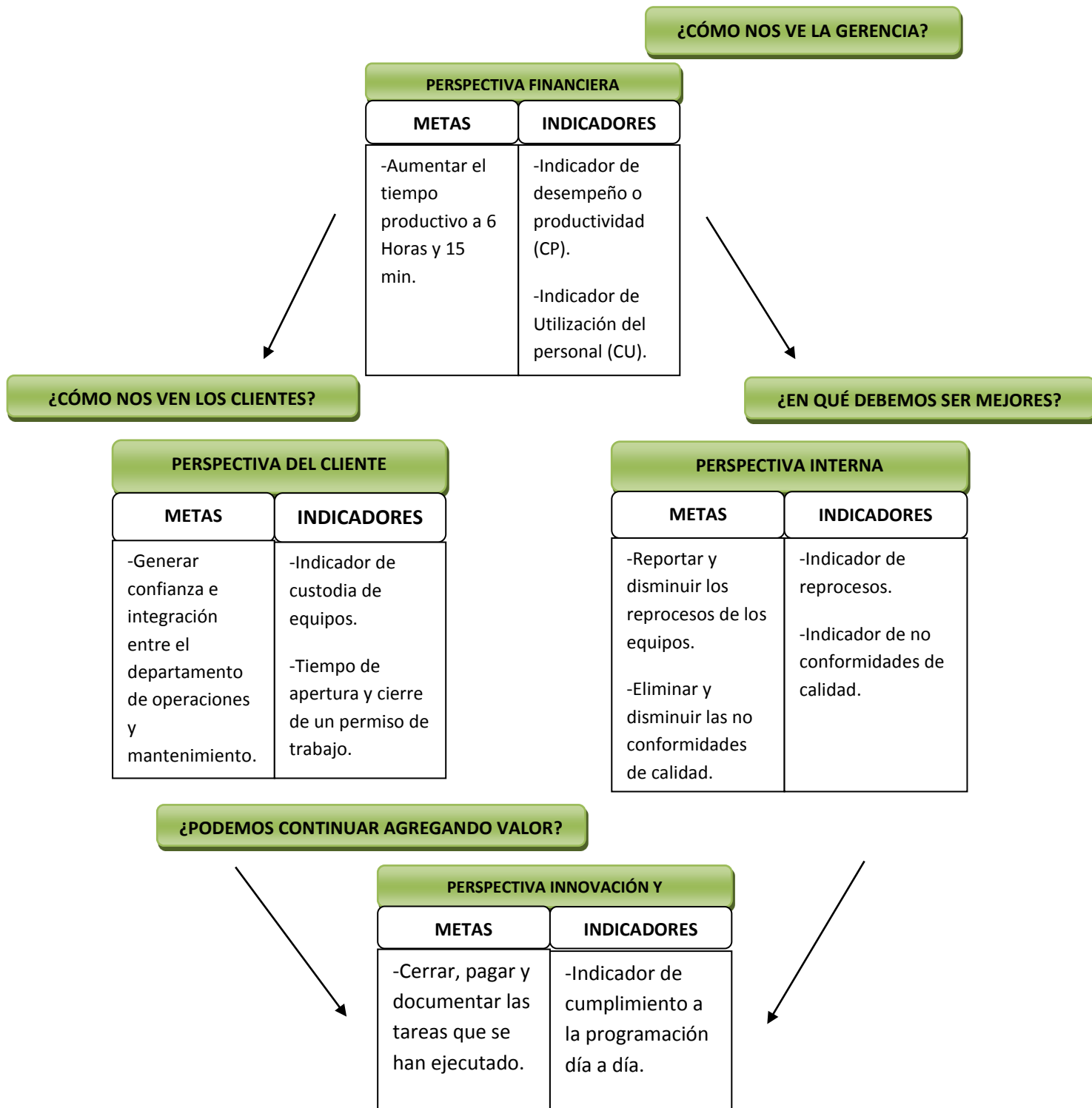
Actividades asociadas a la consecución de los objetivos:

Figura 8. Análisis causa efecto del indicador OCE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Cuadro de mando integral



Fuente: Elaboración propia.

- Verificación de la efectividad de los planes de acción anteriormente implementados en mediciones antiguas a través de listas de chequeo.

Tabla 25. Lista de chequeo de planes de acción anteriormente implementados

Plan de acción	Efectividad	Efectos
Distribución de 1 camioneta por grupo de trabajo	Si ☐ No ☒	El líder de cada grupo se convierte en el conductor del personal, lo cual hace que varias parejas tengan que esperar a que se desocupe el vehículo.
Modificación del horario de mantenimiento 7 am- 4 pm, con el fin de agilizar apertura de permisos de trabajo	Si ☐ No ☒	Por causa de los meeting del sindicato el personal llega en promedio a las 7:30 am, y por causa de las rutas internas salen antes de las 4 pm, generando alrededor de 1 hora de tiempo improductivo al día en entradas y salidas.
Eliminación de algunas bodegas de materiales y herramientas de las cuadrillas, con el fin de evitar el hurto en dichas bodegas.	Si ☐ No ☒	La gestión de materiales y herramientas se vuelve más demorada, ya que es necesario, desplazarse hacia la central de herramientas y materiales.
Modificación de la programación del día, con el fin de realizar 1 sola reunión de inicio de turno a la semana, esto con el fin de disminuir el tiempo por reunión de inicio de turno.	Si ☒ No ☐	Los grupos que han implementado esta estrategia, salen más temprano a campo, lo cual ayuda a agilizar la apertura de permisos de trabajo.
Asignar transporte a miembros de las cuadrillas de acuerdo a la nueva estrategia de movilidad. (se listaron buggies para las cuadrillas por necesidad)	Si ☒ No ☐	Se disminuyó el tiempo que se destina al desplazamiento hacia las plantas con respecto a las mediciones del 2011.
Preparar paquetes de trabajo para mantenimiento día-día	Si ☒ No ☐	Se disminuyó el tiempo que se destina a la apertura de permisos de trabajo con respecto a las mediciones del 2011..

Fuente: Elaboración propia.

8. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

8.1 MEJORAS PROPUESTAS

- De acuerdo al siguiente informe de costos que genera el tiempo perdido por espera de transporte, se genera la propuesta de colocar rutas de minibuses en los grupos que requieran mayores desplazamientos durante el día. Los vehículos que tienen disponibles los grupos de mantenimiento en la refinería son: carros de golf o buggies y una camioneta por cada grupo. La estrategia de distribuir camionetas en cada grupo, no fue la mejor dado que el líder o supervisor se convierte en el conductor del personal, en las horas que requieren transporte, y el resto del día esos vehículos permanecen parqueados.

Tabla 26. Pérdidas por espera de transporte en el departamento de mantenimiento GRB

ESPECIALIDAD	COSTO DE HH
Eléctrica	\$ 64.465
Mecánica	\$ 88.102
Metalistería	\$ 59.200
Instrumentación	\$ 71.392

GRUPO	COSTO ESPERA POR TRANSPORTE DÍA	COSTO ESPERA POR TRANSPORTE ENERO-ABRIL 2012
ELEC PVO	\$ 290.093	\$ 23.497.493
MECANICA PVO	\$ 35.241	\$ 2.854.505
METALISTERÍA PVO	\$ 75.776	\$ 6.137.856
INSTRUMENTOS PVO	\$ 639.672	\$ 51.813.458
COMUNICACIONES	\$ 34.811	\$ 2.819.699
SI1 (INST)	\$ 31.412	\$ 2.544.411
SI1 (MET)	\$ 35.520	\$ 2.877.120
SI1 (ELEC)	\$ 48.993	\$ 3.968.465
SI1 (MEC)	\$ 52.861	\$ 4.281.757
MP1 (INST)	\$ 35.696	\$ 2.891.376
MP1 (MET)	\$ 29.600	\$ 2.397.600
MP1 (ELEC)	\$ 125.062	\$ 10.130.030
MP2 (INST)	\$ 71.392	\$ 5.782.752
MP2 (ELEC)	\$ 42.547	\$ 3.446.299
VÁLVULAS	\$ 43.808	\$ 3.548.448
CK1 (INST)	\$ 71.392	\$ 5.782.752
CK1 (MEC)	\$ 61.671	\$ 4.995.383
CK1 (MET)	\$ 89.984	\$ 7.288.704
CK1 (ELEC)	\$ 64.465	\$ 5.221.665
TOTAL	\$ 1.879.997	\$ 152.279.773

Fuente: Elaboración propia.

Por cada vehículo, la empresa paga \$6.000.000 mensuales por el renting, son 24 camionetas en total en el departamento.

- Programación en visual basic, que funciona como una interfaz de Excel a Ellipse que es la plataforma del departamento de mantenimiento, para facilitar el cierre, pago y documentación de las órdenes de trabajo de mantenimiento. Adicional a eso, el programa permite registrar tiempos muertos que ocurren en una orden de trabajo, y los tiempos efectivos, con el fin de llevar un control de la productividad y de la eficiencia del tiempo de ejecución frente al tiempo planeado.
- Programa en visual basic que revisa y arroja el indicador de cumplimiento a la programación día a día.

8.2 PROPUESTAS IMPLEMENTADAS

- Programación en visual basic para cerrar, pagar y documentar. Este programa fue el resultado de un trabajo en equipo entre el Ingeniero de sistemas Germán Augusto Macías, el Estudiante en práctica Álvaro Fernández y la Estudiante en práctica Samara Rincón. Los objetivos de esta implementación son:
 - Registrar a diario los tiempos muertos que se presenten en las tareas de una orden de trabajo en todo el departamento de mantenimiento GRB.
 - Cerrar, pagar y documentar a diario las tareas que se han ejecutado.
 - Utilizar el programa de Excel para facilitar el cierre, pago y documentación de órdenes de trabajo.

Para implementar este programa en el departamento de mantenimiento, es necesario que los mantenedores lleven a campo el siguiente formato, para registrar los tiempos efectivos y no efectivos:

Figura 10. Formato para registro de tiempos efectivos y no efectivos

		
PLANTILLA PARA TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE UNA LABOR DE MANTENIMIENTO		
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GRD BARRANCABERMEJA		
Elaborado 27/04/2012		VERSION 1
FECHA:	OT:	
ESPECIALIDAD:	GRUPO:	
NOMBRES DE EJECUTORES:	EQUIPO:	
RETRASOS POR CÓDIGO		
Marque con una x, el rango de tiempo que debe esperar dentro del proceso de mantenimiento		
CÓDIGO	TIEMPO (MIN)	TIEMPOS DE ESPERA
ACS-CHARLA DE SEGURIDAD (ASIGNACIÓN DE TRABAJOS)		
AAD-ADMON DOCUM (BÚSQUEDA DE INSTRUCTIVOS, PROTOCOLOS, IMPRESIÓN DE DOCUMENTOS, ETC.)		
AEM-ESPERA MATERIAL		☐ 7-8 am ☐ 8-9 am ☐ 9-10 am ☐ 10-11 am ☐ 11-12 am ☐ 12-1 pm ☐ 1-2 pm ☐ 2-3 pm ☐ 3-4 pm

AEH-ESPERA HERRAM		☐ 7-8 am ☐ 8-9 am ☐ 9-10 am ☐ 10-11 am ☐ 11-12 am ☐ 12-1 pm ☐ 1-2 pm ☐ 2-3 pm ☐ 3-4 pm
APT-ESPERA PERMISO TRABAJO		☐ 7-8 am ☐ 8-9 am ☐ 9-10 am ☐ 10-11 am ☐ 11-12 am ☐ 12-1 pm ☐ 1-2 pm ☐ 2-3 pm ☐ 3-4 pm
ACE-CUSTODIA EQUIPO		
ATI-TRAB. INTERDISCIPLINARIO		
ACL-CLIMATOLOGIA ADVERSA (LLUVIA)		
ADZ-DESPLAZAMIENTO		
AET-ESPERA TRANSPORTE		☐ 7-8 am ☐ 8-9 am ☐ 9-10 am ☐ 10-11 am ☐ 11-12 am ☐ 12-1 pm ☐ 1-2 pm ☐ 2-3 pm ☐ 3-4 pm
DESCRIPCIÓN Y NÚMERO DE LA TAREA	TIEMPO TAREA	EJECUTADA
		☐ SI ☐ NO
		☐ SI ☐ NO
		☐ SI ☐ NO
		☐ SI ☐ NO
		☐ SI ☐ NO
		☐ SI ☐ NO

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Pantalla principal del programa de visual

3. SELECCIONAR SEMANA
4. SELECCIONAR ESTADO DE OT

1. SELECCIONAR GRUPO
2. SELECCIONAR SUPERVISOR

5. Click →

7. Click



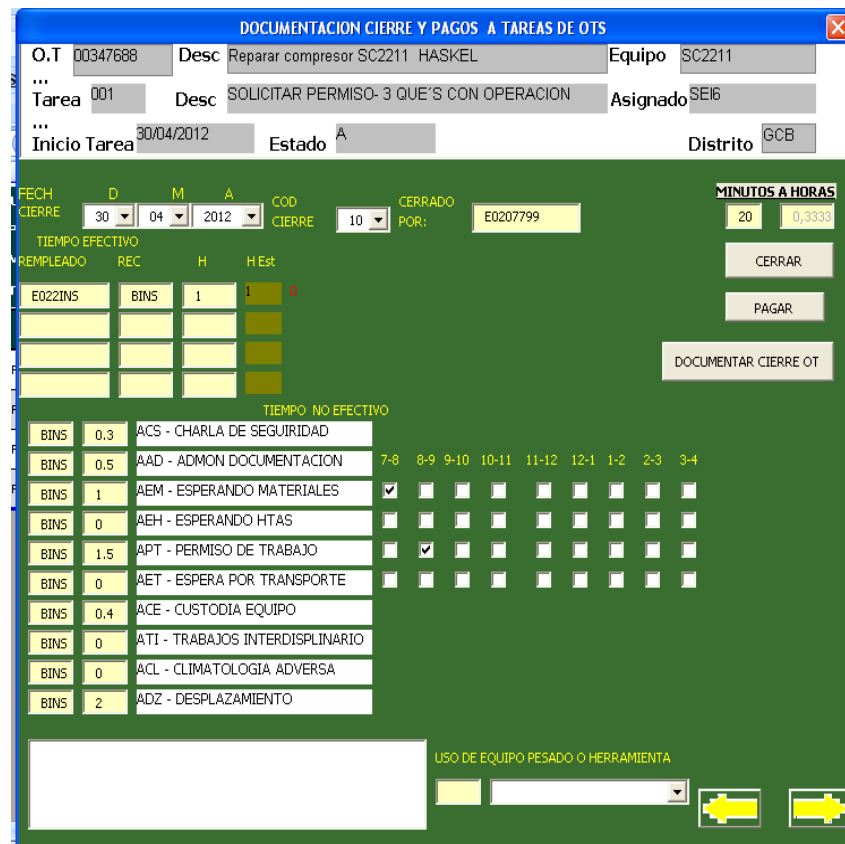
EQUIPO	OT	OT DESCRIPCION	No. CONTRAT	TIPO OT	TAREA	DESCRIPCION	FRENTES SUPERVISOR	FECHA INICIO
SC2211	347688	Reparar compresor SC2211 HASKEL		CO	1	SOLICITAR PERMISO- 3 QUE'S CON OPERACION	MDDPQ2 SEI6	30/04/2012
SC2211	347688	Reparar compresor SC2211 HASKEL		CO	10	LEER MANUAL OPERACION COMPRESOR HASKEL	MDDPQ2 SEI6	30/04/2012
SC2211	347688	Reparar compresor SC2211 HASKEL		CO	20	REVISAR SISTEMA NEUMATICO	MDDPQ2 SEI6	30/04/2012
SC2211	347688	Reparar compresor SC2211 HASKEL		CO	30	REPARAR SISTEMA NEUMATICO - COMPRESOR	MDDPQ2 SEI6	30/04/2012

6. Ubicarse en la tarea

Fuente: Elaboración propia.

La figura 11 ilustra los primeros pasos para utilizar el programa que permite cerrar, pagar y documentar tareas que han sido ejecutadas.

Figura 12. Proceso para cierre, pago y documentación de tareas



Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar cada uno de los pasos de la figura 11, aparecerá la ventana de documentación, cierre y pago a tareas de OTS. Arriba se encuentra la información de la tarea: OT, Descripción OT, Equipo, Tarea, Descripción Tarea, Asignado, Fecha programación tarea, Estado tarea.

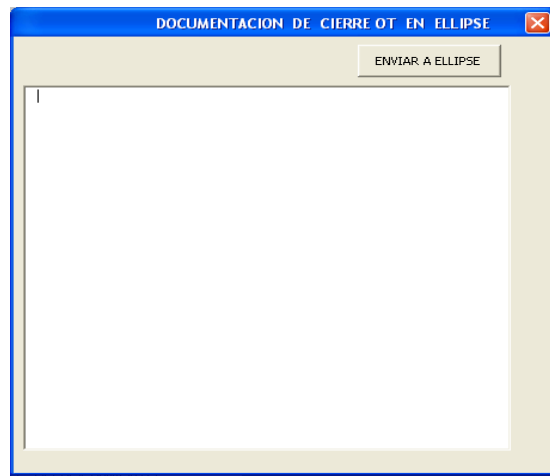
- Se asigna la fecha de cierre de la tarea.
- Código de cierre.
- Tiempo efectivo: Solamente se debe colocar las horas efectivas por pareja que se le van a pagar a esa tarea. Las horas estimadas, salen por defecto. Al lado aparecerá una alerta, cuando ya le han pagado horas a esa tarea.

En tiempo no efectivo: se debe registrar el tiempo en horas por pareja de las 10 actividades que va a tener el formato de registro anteriormente visto. Si existen tiempos de espera, se debe dar click en los cuadros, especificando la hora en que sucedió ese tiempo de espera.

Las flechas amarillas indican el cambio en las tareas de la misma OT.

Después de registrar todos los tiempos en la tarea, se da click en PAGAR. Cuando se haya pagado todas las tareas de la OT, se procede a DOCUMENTAR CIERRE OT.

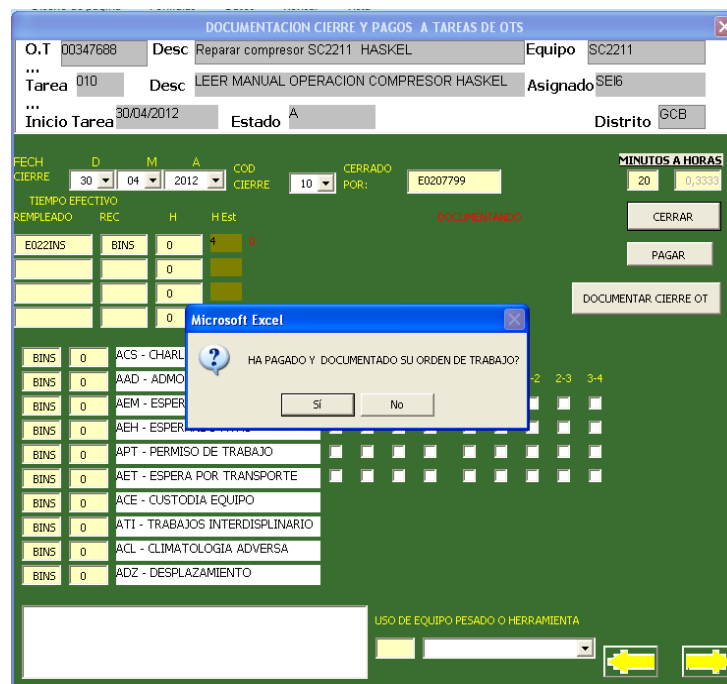
Figura 13. Documentación de OTs



Fuente: Elaboración propia.

Se procede a documentar la OT, y se da click en ENVIAR A ELLIPSE, como se ilustra en la figura 13.

Figura 14. Cierre de tareas



DOCUMENTACION CIERRE Y PAGOS A TAREAS DE OTS

O.T. 00347688 Desc Reparar compresor SC2211 HASKEL Equipo SC2211
 ... Tarea 010 Desc LEER MANUAL OPERACION COMPRESOR HASKEL Asignado SEI6
 ... Inicio Tarea 30/04/2012 Estado A Distrito GCB

FECH CIERRE D 30 M 04 A 2012 COD CIERRE 10 CERRADO POR: E0207799 MINUTOS A HORAS 20 0,3333

TIEMPO EFECTIVO
 REMPLEADO REC H H Est DOCUMENTANDO
 E022INS BINS 0 4 0
 0 0
 0 0
 0 0

CERRAR
 PAGAR
 DOCUMENTAR CIERRE OT

Microsoft Excel
 ? HA PAGADO Y DOCUMENTADO SU ORDEN DE TRABAJO?
 Sí No

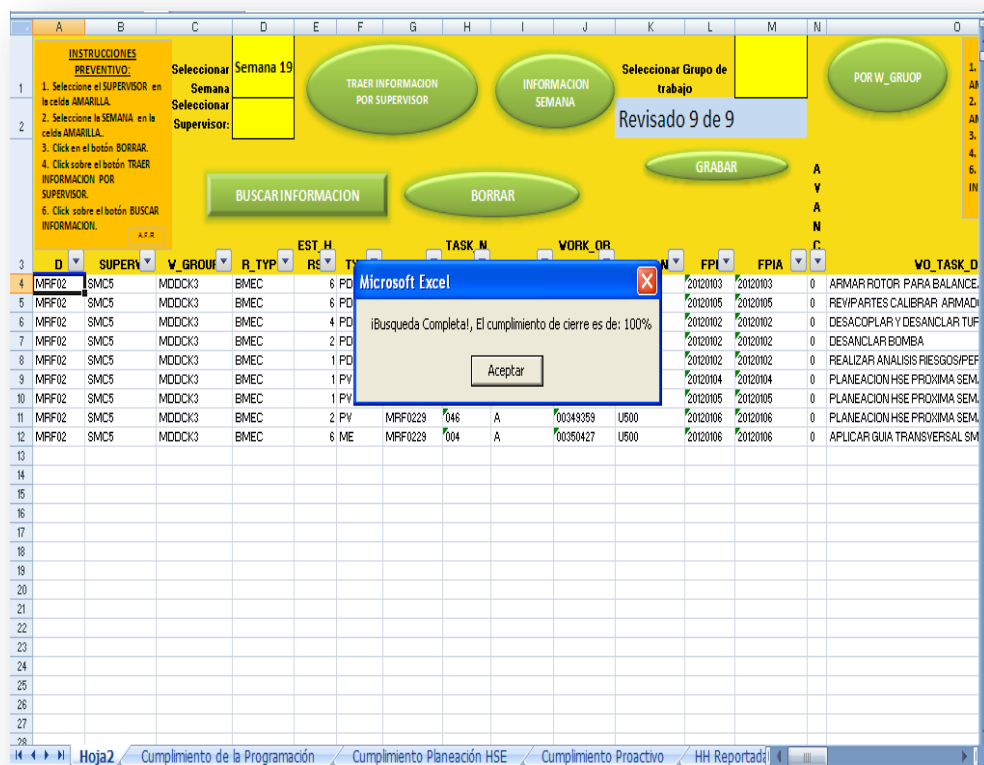
USO DE EQUIPO PESADO O HERRAMIENTA

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se da click en CERRAR, aparece una ventana que le hace la pregunta del pago y documentación de la OT, si no se ha hecho, dan click en NO, y se procede primero a pagar las tareas de la OT, y a documentar la OT. Cuando haya ocurrido esto, se procede a cerrar tarea por tarea de la OT y saldrá un aviso que dice 100% ejecutada.

- Programa en visual basic que revisa y arroja el indicador de cumplimiento a la programación día a día.

Figura 15. Revisión al cumplimiento de la programación



Fuente: Elaboración propia.

Los pasos para utilizar este programa son los siguientes:

- Dar click en BORRAR.
- Tomar la foto de INDRA de la semana a la cual quieran revisar las tareas abiertas y Cerradas.
- Filtrar por el work-group de su interés. Por ejemplo MDDCK3.
- Filtrar por el supervisor de su interés. Por ejemplo SEI5, SEL5, SMC5, SMT5.
- Después de filtrar, se debe seleccionar y copiar toda la sábana de datos, SIN RÓTULOS.

- Pegar la sábana de datos en el archivo llamado: Macro_Seguimiento, desde la celda A4.
- Dar click en BUSCAR INFORMACIÓN. Aparecerá el cuadro para ingresar a Ellipse, se coloca código y contraseña normalmente.
- Después de haber entrado con el usuario correspondiente, la macro empieza a correr sola.
- Durante el proceso de la macro, se puede visualizar el avance. Por ejemplo que se visualice Revisado 3 de 9.
- Cuando el programa termine de correr la macro, le aparecerá un mensaje indicándole el indicador de cumplimiento de esas tareas.
- Ubicarse en la pestaña POR FRENTE y darle click derecho: ACTUALIZAR, y allí se actualizarán los datos que requiera.

8.3 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

- La ventaja de haber implementado el primer programa en visual llamado: Cierre, pago y documentación de tareas, es la disminución de tiempo precisamente de esas acciones, pues al hacerlo directamente en Ellipse, se debe digitar una por una las horas efectivas, el código, la especialidad de la cuadrilla, en cambio con el programa, estos datos salen automáticamente.

Adicional a eso, se puede tener control de los tiempos no efectivos que retrasan el proceso de mantenimiento día a día de una manera más real, y se eliminan los costos de las auditorías de productividad, los cuales por semestre son de \$4.762.800.

Por otro lado, si existe disciplina operativa, y todos registran los tiempos efectivos y no efectivos, se puede llevar indicadores que registren qué tanto tiempo se pierde por tarea, con el fin de generar planes de mejoramiento.

- La ventaja de implementar el programa en visual llamado: Seguimiento al cumplimiento de la programación, es que cada grupo de mantenimiento puede en tiempo real saber cómo es su avance en cumplimiento a la programación, pues este programa cada vez que se actualice o se consulte, va a arrojar el indicador de cumplimiento a la programación de un grupo, una especialidad, una coordinación o si se desea el departamento completo.

CONCLUSIONES

- Durante las mediciones se registraron retrasos en las llegadas, debido a constantes meeting del sindicato en la puerta principal.
- Algunas rutas externas se retrasan al recoger al personal (S1 y S2).
- A la hora de la salida, el personal se obliga a cambiarse antes de las 4 pm para salir a tomar las rutas que los llevan a las respectivas puertas.
- En Entradas y salidas los mantenedores pierden en promedio 40 min al día. Al realizar el promedio con técnicos supervisores el tiempo real es de 28 min en el día en la coordinación de correctivo. Para el departamento un promedio de 24 min.
- Algunas ocasiones hacen reuniones sindicales en el vestier (Automotor, Preventivo metalistería). Cuando se realizan reuniones sindicales en los vestieres en promedio se pierden 40 min.
- Algunos grupos realizan reuniones de inicio de turno extensas, sobretodo para divulgar lecciones aprendidas o resultados de investigaciones de incidentes, lo cual genera que el personal se desplace de 8 de la mañana en adelante a campo.
- Una buena práctica de MP1, MP2, PQ1 Y REDES es realizar la reunión de inicio de turno una vez por semana. MP1 y MP2 tienen charlas en campo con el operador para revisar riesgos asociados a la actividad.
- El alistamiento no planeado sucede por descuido u olvido de los mantenedores, por cambio en el alcance de una actividad de mantenimiento, por disponibilidad de herramientas o materiales solicitados previamente. Esto sucede muy frecuentemente con arnés y eslingas.
- Una buena práctica de los instrumentistas de SI2: Cuando llueve realizan prealistamiento de sus herramientas, las organizan y reciclan material que sobra de algunas actividades.
- Distancias largas para la coordinación de mantenimiento proactivo centralizado, coordinación de calidad y talleres y las cuadrillas de MP1, MP2, CK1, SI1 (cuando atienden bote del río) y SI2 (cuando atiende sede del club Miramar).
- Buggies en mal estado y poca disponibilidad de los mismos en algunos grupos.
- En la coordinación de Proactivo centralizado falta comunicación y confianza entre mantenedores y operadores.
- Los horarios de cambios de turno y reuniones de operadores se cruzan con la apertura y cierre de permisos de trabajo (PQ1, MP1, RF1).
- Hay desacuerdos entre operadores y mantenedores en la elaboración de ATS y planeación HSE de las actividades, hay cambio de condiciones.
- Falta de firma de supervisores de operaciones (SI1, SI2, RF1, PQ2).
- Permisos de trabajo extraviados (Proactivo centralizado, calidad y talleres).
- En la central de materiales, las horas críticas para tiempos de cola son: 7 de la mañana, 10 de la mañana y 3 de la tarde.
- En la bodega de herramientas del taller de mecánica hay dificultades con la tramitología para el préstamo de herramientas. Adicional a eso, realizan reuniones dentro de la bodega, lo que obliga al personal que requiere la herramienta a esperar por el servicio.
- Se realizan descansos antes y después de almuerzo, y cuando las actividades son prolongadas y complejas, hay hidratación entre una actividad y otra.

- Debido a que los vehículos los comparten entre 2, 3 y 4 parejas, hay tiempos de espera por falta de transporte. Éstos son más largos cuando el transporte se requiere para áreas fuera de refinería como la Nueva GLP y la sede del club Miramar, pues requieren esperar servicio de pool, sin en el momento no hay la disponibilidad de camioneta.
- Líderes y supervisores se convierten en conductores del personal, cuando éste sale a las plantas.
- La mayoría de los permisos de trabajo se deben a razones de salud, sobretodo terapias o exámenes médicos del personal restringido (SI2).
- Las anomalías más frecuentes son la lluvia, evacuaciones por emisiones de gases tóxicos, y desvío de recurso para atender emergencias de la planta provocando retrasos en las actividades de la programación día a día.
- Se debe al desvío de personal para cubrir emergencias o apoyar paradas de planta, para ello, deben esperar las actividades que les asignen.
- Sucede cuando deben esperar a que operaciones entregue el área asegurada o a que los equipos estén aptos para ser intervenidos por los mantenedores o cuando esperan por andamios, grúas y otras especialidades.
- No todos los equipos de trabajo realizan la planeación HSE de manera consciente.
- La documentación de tareas no es estándar en todos los grupos.
- Falta realizar más entrenamiento en línea cuando hay espacios de espera por falta de trabajo.
- No existe la práctica diaria, de cierre, pago y documentación de tareas ejecutadas.
- El indicador de utilización (CU) en promedio es de 58,57%, lo que significa que el tiempo improductivo (el cual equivale a un 34,69%) genera un gran bache entre el tiempo disponible del personal, y el utilizado realmente.
- El indicador de desempeño o productividad (CP) en promedio es de 79,37%, lo que significa que el personal de mantenimiento dura más tiempo ejecutando que el programado, esto se debe a las condiciones que presenta el equipo al ser intervenido y el alcance que fue planeado cambia y se vuelve más robusto. Por otra parte, la edad de los mantenedores (que en los metalistas es de 40 a 50 años en promedio), las condiciones del clima, la incomodidad que generan los elementos de protección personal para moverse, las condiciones de la planta, son las razones por las cuales hacen que los ejecutores tarden mucho más tiempo del planificado al realizar una labor.
- El indicador de calidad (CQ) en promedio es de 99,8% en lo que tiene que ver con no conformidades y 96% en lo referente a los reprocesos, este indicador es alto debido al poco registro tanto de no conformidades de calidad como de reprocesos, lo cual significaría que el servicio que brinda mantenimiento es de muy buena calidad.
- El indicador OCE en promedio es de 45,47%, el cual ubica al departamento de mantenimiento en lo referente a la efectividad del proceso en un rango medio. Se puede concluir que el indicador de utilización es el factor más crítico, en donde se deben concentrar esfuerzos y generar planes de mejoramiento, ya que no todos los grupos de mantenimiento conocen la disponibilidad de su personal a cargo día a día.

RECOMENDACIONES

- A01: Entrada y salida: Para generar disciplina operativa, se debe hacer un seguimiento a la entrada y salida del personal y acordar con las rutas internas que circulen sobre las 4 de la tarde.
- A03: Reunión de inicio de turno: Realizar una reunión a la semana, de manera más conveniente que sea un lunes, para tocar temas relevantes como lecciones aprendidas, por aprender y trabajos críticos de la semana. Realizar reuniones en campo integrando a los operadores.
- A04: Alistamiento de materiales y herramientas no planeadas: Cuando existan tiempos de espera por falta de trabajo o espera por lluvia, es productivo que se utilice este tiempo para realizar alistamiento de materiales y herramientas de actividades futuras o para cerrar, pagar y documentar tareas.
- A05: Desplazamiento a áreas operativas: Realizar gestión de compra o distribución equitativa de vehículos para Coordinación de Proactivo centralizado y para las cuadrillas de MP1, MP2 y CK1 quienes son los que deben recorrer distancias más largas. Para los demás grupos, se debe realizar mantenimiento preventivo a los vehículos que disponen.
- A06: Apertura y cierre de permisos de trabajo: Realizar integración entre operaciones y mantenimiento, con el fin de generar acercamiento y clima de confianza entre ambos departamentos. Vender la idea de observar al departamento de mantenimiento como un negocio adicional que agrega valor al proceso. Estandarizar ATS por plantas, contemplando todos los riesgos previamente. Antes de ir a campo, llamar a los operadores para confirmar que todo esté correcto, que las firmas estén listas, y el permiso de trabajo se encuentre en la planta.
- A10: Espera por servicio de herramientas: Realizar reuniones en otro lugar que no sea la bodega de herramientas para no tener que esperar por el servicio de préstamo de las mismas. Aclarar o ajustar la tramitología para préstamo de herramientas, especialmente en lo referente a la firma que autoriza dicho préstamo.
- A12: Descanso y ocio: Estandarizar el tiempo de descanso en una jornada laboral, tomando en cuenta la rigurosidad de las actividades y la duración de cada una de ellas.
- A16: Espera por falta de trabajo: Supervisión de los líderes cuando el recurso se desvía a una emergencia, para que el personal no tenga que esperar por la asignación del trabajo de emergencia.
- A17: Ejecución: Realizar planeación HSE de manera consciente y con acercamiento de operadores. Realizar prealistamiento de materiales y herramientas por cada actividad. Realizar documentación estándar de cada OT cerrada. Registrar el tiempo real efectivo y no efectivo por cada tarea.

- Trabajar con una sola programación en planeación, mantenimiento y operaciones, con el fin de realizar un seguimiento estándar al cumplimiento de la programación.
- Exigir disciplina operativa a los programadores, con el fin de obtener contemplado en la programación todo lo que se acordó en la reunión de priorización.
- Determinar la utilización del personal disponible: N° de horas programadas/ N° de horas disponibles.
- Tener programas de relevo generacional, sobretodo para la especialidad de metalistería.
- Nombrar un Líder de Logística para el departamento de mantenimiento, que facilite el servicio y entrega de materiales.
- Asignar auxiliar logístico por cuadrilla de Mantenimiento y logístico en Bodegas Centrales para alistamiento, tomando del personal restringido, con el fin de agilizar las compras de materiales y repuestos.
- Habilitar minibus Exclusivo en cada grupo de mantenimiento para desplazamientos de electricistas e instrumentistas.
- Implementar pizarra visual de control de trabajo diario, con el fin de llevar control de los tiempos efectivos y no efectivos.
- Acordar con operaciones esquema de oportunidad en la apertura de permisos de trabajo.
- Generar plan del siguiente día en un Cuadro de Seguimiento, con el fin de visualizar el avance en la programación de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

ARANGO SERNA, Martín Darío. Medición del desempeño para cadenas de abastecimiento en ambientes de imprecisión usando lógica difusa. Título a Ph.D en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2009. 12p.

BHAGALU MÁRQUEZ, Katty Silenia. Diseño de un sistema de indicadores de gestión de la calidad para los proyectos administrados por la superintendencia de proyectos operacionales de la gerencia técnica en la refinería Puerto La Cruz. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Puerto La Cruz. Universidad de Oriente. Facultad de Ingeniería Industrial. 2008. 17 p

CASTAÑEDA GALVIS, María Teresa. Medición del trabajo. Notas de clase. Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga, facultad de ingeniería industrial.

CHILE PALOMINO, Reynaldo et al. Incremento de la producción a través de ratio OEE: un estudio de caso en una empresa de ramo metal mecánico. 14p.

GOLDRAT, Eliyahu con Jeff Cox. La meta. 1ª edición. 40 p.

IRIS (Intranet de Ecopetrol S.A.).

MOUBRAY J, Reability-Centered Maintenance. Aladon 200. USA. 45P.

ORTEGA GARZÓN, Henry Ferney. Diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas. Plan de trabajo. Título a ingeniero industrial. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Industrial. 2011. 23 p.

SUMANTH J, David. Ingeniería y administración de la productividad. McGraw Hill, México 1994. P 38.

WEBGRAFÍA

MEJÍA C, Carlos Alberto. Indicadores de efectividad y eficacia. Documento planning. Publicado en 2009. Disponible en: <http://www.planning.com.co/bd/archivos/Octubre1998.pdf>. Citado el día 2 de febrero de 2012

RALPH W, Peters. Measuring Overall Craft Effectiveness (OCE). En: How OCE Impacts Your Bottom Line, junio 2010. Disponible en: <http://www.pride-in-maintenance.com/files/overall-craft-effectiveness-OCE.pdf>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Sede Bogotá. Planeación Estratégica. Publicado en julio de 2006. Citado el día 2 de febrero de 2012. Disponible en internet en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lec2.htm