

**METODOLOGÍA PARA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE DIFERIDAS BASADO
EN ANÁLISIS Y HERRAMIENTAS OPERACIONALES EN UN CAMPO DE
ECOPETROL S.A.**

JUAN CARLOS LUCENA CARREÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PETRÓLEO Y GAS
BUCARAMANGA**

2019

**METODOLOGÍA PARA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE DIFERIDAS BASADO
EN ANÁLISIS Y HERRAMIENTAS OPERACIONALES EN UN CAMPO DE
ECOPETROL S.A.**

JUAN CARLOS LUCENA CARREÑO

**Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Maestría en
Ingeniería de Petróleo y Gas con Énfasis en Producción de Carburos**

Director:

**Domingo Antonio Escalante Salazar
Magister en Dirección de Empresas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PETRÓLEO Y GAS
BUCARAMANGA**

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo y esfuerzo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos la fortaleza para continuar frente a todos los obstáculos, desafíos que en este proceso pudieron presentarse, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi más importante soporte y apoyo a mi Familia (Esposa, Hijos, Padres) por su amor, comprensión y sacrificio en todos estos años, son ustedes los responsables para dar impulso a lo que hoy hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

Si bien he requerido mucho esfuerzo y dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin el apoyo de ustedes, entregando la voz de aliento en los momentos que se ha querido desfallecer.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente al Ing. Domingo Escalante / Melquisedec Sanabria, quién me animaron en este campo de estudio y, durante varios años facilitó mi investigación compartiendo su trayectoria, experiencia, sabiduría y conocimiento. La fuerza, el liderazgo, su sacrificio, sus creencias y orientación ayudando a que los resultados de un proceso sean materializados de principio a fin.

A nuestra empresa Ecopetrol S.A. por este apoyo para que nosotros como trabajadores contemos con la oportunidad de seguir creciendo en conocimientos, competencias, es grato pertenecer a un equipo de clase Mundial.

Agradecer a la Universidad Industrial de Santander, directivos y profesores del programa de Maestria de Petroleos por haberme dado la oportunidad de tomar cada conocimiento, de formarnos y fortalecer cada debilidad que como ansiosos de conocimiento queremos tener. Son ustedes los formadores de un futuro que hacen que nuestro entorno crezca y traiga consigo prosperidad.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito y en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivos General.	17
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
2. MARCO DE REFERENCIA.....	20
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	20
2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	22
2.2.1 Análisis de Efectividad Global de los Procesos.	22
2.2.2 Administración de Recursos Humanos.	23
2.2.3 Modelo de Excelencia Operacional.....	25
2.2.4 Sistema de Gestión de la Excelencia Operacional.	26
3. PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN EN EL CAMPO DE ESTUDIO	28
4. DETERMINACIÓN DE BRECHAS OPERATIVAS.....	31
4.1 RESULTADOS EXAMEN DE CIERRE DE BRECHAS	31
5. MODELO DE ENTRENAMIENTO	34
5.1 HERRAMIENTAS DE EXCELENCIA OPERACIONAL	35
5.1.1 Diagrama Grande de Control (DGC).....	35
5.1.2 Manual de Descripción de Procesos de la Unidad. (MDPU).....	37
5.1.3 Ejercicios Que Pasa Si?. (QPS?).....	42
5.1.4 Ejercicios de solución de Problemas.	43
5.1.4.1 Metodología funcional del diagnóstico y solución de problemas.....	43
5.1.5 Manual de Respuesta a Eventos Operacionales. (MRE).	44

5.1.5.1 Matriz de Respuesta a Eventos Operacionales.	44
5.1.5.2 Procedimiento de Respuesta a Eventos Operacionales.	45
5.1.5.3 Simulacro de Respuesta a Eventos Operacionales.	46
5.1.6 Diagrama Secuencial de flujo de Procedimientos de Paro y Arranque. (DSFP/A).	48
5.1.7 Guías de entrenamiento.....	48
5.1.7.1 Temáticas de las guías de entrenamiento.	49
5.2 MARCO PRACTICO DE ENTRENAMIENTO	50
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
6.1 BASES DE CÁLCULO DE RETORNO ECONOMICO.....	57
6.1.1 Línea base de cálculo	58
6.1.2 Análisis de resultados del proceso.....	59
6.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	60
3. CONCLUSIONES	62
4. RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXOS.....	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de gestión de la Excelencia Operacional	27
Figura 2. Paradas no Programadas campo de estudio mes a mes	28
Figura 3. Distribución de paradas no programadas	29
Figura 4. Reporte de Incidentes _ Campo estudio.....	30
Figura 5. Curva de Aprendizaje Operadores	33
Figura 6. Ejemplo DGC.....	36
Figura 7. Metodología de solución de problemas	44
Figura 8. Características de la MRE	45
Figura 9. Ejemplo del DSFP/A	48
Figura 10. Curva de Aprendizaje Básica de Operadores.....	51
Figura 11. Modelo de Entrenamiento para Operadores.....	52
Figura 12. Paradas operacionales No programadas Obtenidas en el desarrollo del proyecto	56
Figura 13. Paradas Operativas No Programas 2017 Vs 2018	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados de prueba de determinación de brechas	32
Tabla 2. Avance en competencias Operadores	33
Tabla 3. Resumen de los capítulos del MDPU.....	37
Tabla 4. Temáticas y Sub temáticas de las Guías de entrenamiento	49
Tabla 5. Paradas operacionales No programadas Obtenidas en el desarrollo del proyecto	55
Tabla 6. Paradas operacionales No programadas 2017 Vs. 2018.....	56

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Modelo de examen de determinación de brechas.....	65
Anexo B. Herramientas de Excelencia Operacional	66

GLOSARIO

DFSPP/DFSPA: Diagramas de flujo secuencial de procedimientos de Paro y Arranque.

DGC: Diagrama Grande de Control.

DSP: Ejercicios ¿Diagnostico y solución de problemas?

GE: Guías de Entrenamiento.

HEO: Herramientas de Excelencia Operacional

MDPU: Manual de Descripción de Procesos Unitarios.

MRE: Manual de Respuesta a Eventos Operacionales o Emergencias.

PRE: Procedimiento de Respuesta a Eventos Operacionales o Emergencias.

QPS: Ejercicios ¿Qué pasa sí?

SER: Simulacro de Respuesta a Eventos Operacionales o Emergencias.

RESUMEN

TÍTULO: METODOLOGÍA PARA DISMINUCIÓN Y CONTROL DE DIFERIDAS BASADO EN ANÁLISIS Y HERRAMIENTAS OPERACIONALES EN UN CAMPO DE ECOPETROL S.A.*

AUTORES: Lucena Carreño, Juan Carlos**

PALABRAS CLAVES: Diferidas, herramientas de excelencia operacional, campo, producción, análisis de curva de aprendizaje.

DESCRIPCIÓN

El presente análisis es una respuesta a la necesidad de buscar los aspectos a mejorar en los procesos de producción, enfocando la forma de ejecutar las tareas de los trabajadores de Estaciones de Recolección y Tratamiento de Crudo; con el objeto de perfeccionamiento, estandarización e identificando la manera en que esto impacta directamente al aspecto económico de la organización.

Este proceso toma como base el desarrollo de las competencias de los operadores, dando pautas visibles por medio de un listado de temáticas estandarizadas de los diferentes procesos; teniendo como foco la posibilidad de identificar el punto de partida del entrenamiento y a partir de este punto, direccionar la estrategia y conocimientos con los cuales debe contar el personal para desarrollar las tareas contempladas en su cargo; optimizando los procesos, siendo más analíticos, cuestionadores de la situación o escenario presentado. Un complemento de esta metodología es el acompañamiento en la aplicación que engloba este proceso de mejora continua, con personal más experimentado, idóneo y profesionales que dominan la temática y los procesos.

Los conocimientos evaluados por medio de competencias son analizados individualmente por medio de un modelo matemático estructurado tipo campana, denominado curva de aprendizaje en el cual los conocimientos adquiridos a través de competencias estructuradas por temáticas específicas dictaminan el avance adquirido por el funcionario y el beneficio que esto conlleva al desarrollo de sus actividades laborales.

* Trabajo De Grado.

** Facultad De Ingenierías Físico – Químicas. Escuela Ingeniería De Petróleos. Maestría en Profundización de Petróleo y Gas Director: M.Sc. Domingo Escalante

ABSTRACT

TITLE: METHODOLOGY FOR DECREASE AND CONTROL OF DIFERIDAS BASED ON ANALYSIS AND OPERATIONAL TOOLS IN A FIELD OF ECOPETROL S.A. *

AUTHORS: Lucena Carreño, Juan Carlos**

KEYWORDS: Deferred, tools of operational excellence, field, production, learning curve analysis.

DESCRIPTION

The present analysis is a response to the need to look for the aspects to be improved in the production processes, focusing the way of executing the tasks of the workers of Collection and Crude Treatment Stations; with the objective of perfecting, standardizing and identifying the way in which this directly impacts the economic aspect of the organization.

This process is based on the development of the competences of the operators, giving visible guidelines through a list of standardized topics of the different processes; having as focus the possibility of identifying the starting point of the training and from this point, direct the strategy and knowledge with which the staff must count to develop the tasks contemplated in their position; optimizing the processes, being more analytical, questioning the situation or scenario presented. A complement of this methodology is the accompaniment in the application that encompasses this process of continuous improvement, with more experienced, qualified personnel and professionals who dominate the subject and the processes.

The knowledge assessed by means of competences is analyzed individually by means of a structured mathematical model type bell, called the learning curve in which the knowledge acquired through structured competencies by specific topics dictate the progress made by the official and the benefit that this leads to the development of their work activities.

* Trabajo De Grado.

** Facultad De Ingenierías Físico – Químicas. Escuela Ingeniería De Petróleos Maestría en Profundización de Petróleo y Gas. Director: M.Sc. Domingo Escalante

INTRODUCCIÓN

La industria del petróleo y gas está actualmente enfrentando grandes desafíos al tener que cumplir cada vez con mayores requisitos regulatorios, operar más eficientemente, procesos cada vez más complejos tecnológicamente, reducir la accidentalidad, al mismo tiempo que está perdiendo una gran población de su mano de obra con experiencia.

Actualmente en las estaciones de recolección de crudo ECOPETROL S.A. se vienen generando desviaciones en la producción (diferidas) las cuales no son generadas por problemas de ingeniería o de yacimientos, sino que al contrario se ha identificado que los Técnicos de Campo no tiene claridad en los modelos o modos operativos de cada una de las estaciones o unidades, esto vislumbra que tienen la misma apropiación de conocimientos en temáticas blandas o de principios operacionales netos o específicos de cada unidad. Todo se consolida y conlleva a generar operaciones irregulares, lo que acarrea incidentes en el proceso, una mala calidad en el producto final, afectación o daños en equipos y pérdidas de producción sin razón aparente.

Debido a lo anterior se hace necesario buscar una metodología que permitan diseñar y/o establecer métodos para la disminución y control de diferidas y aumentar procedimientos efectivos para restar factores operacionales que inciden en desviaciones del proceso de producción.

Por consiguiente, dentro del marco integral de Ecopetrol se busca a todo nivel operativo contar con un proceso de entrenamiento estandarizado, estructurado en el sitio de trabajo soportado por un sistema de apoyo al desempeño que incluya guías estandarizadas de entrenamiento, procedimientos bien escritos y paquetes

de herramientas de ayudas de trabajo, que apoyen la creación de conocimiento, aprendizaje sostenible y estandarizado.

Las herramientas y procedimientos que se usan en el entrenamiento deben ser las mismas que utilice el operador en su trabajo diario, Igualmente, proveer a los instructores asignados, las herramientas para que se conviertan en entrenadores exitosos, verdaderos expertos en la materia y líderes de los procesos. Un especialista en entrenamiento bien entrenado y utilizando herramientas de apoyo al desempeño diseñadas apropiadamente, puede reducir el tiempo de competencia de un operador nuevo hasta en un 50%.

1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en las estaciones de recolección de crudo ECOPETROL S.A. se vienen generando desviaciones en la producción (diferidas o perdidas) las cuales no son generadas por problemas de ingeniería o de yacimientos, sino que al contrario se ha identificado que los Técnicos de Campo no tiene claridad en los modelos o modos operativos de cada una de las estaciones o unidades, esto resalta que tienen falencias en conocimientos operativos o de principios operacionales netos y/o específicos de cada unidad. Todo se consolida y conlleva a generar operaciones irregulares, lo que acarrea incidentes en el proceso, una mala calidad en el producto final, afectación o daños en equipos y pérdidas de producción sin razón aparente.

Debido a lo anterior se hace necesario implementar una metodología que permitan diseñar y/o establecer métodos para la disminución y control de diferidas, aumentando procedimientos efectivos para restar factores operacionales que inciden en desviaciones del proceso y control de la producción.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos General. Diseñar una metodología para la disminución y control de diferidas basado en análisis operacional, estableciendo herramientas para el cierre de brechas y estandarizar los modelos operativos en un campo de Ecopetrol S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Consolidar información sobre las pérdidas de producción tenidas en el campo de estudio en el último año y clasificarlas de acuerdo con la fuente de generación.
- Caracterizar las causas que generan deficiencias en los equipos operativos y pérdidas de producción en el campo de estudio.
- Estudiar las brechas operacionales que originan pérdidas de producción en el campo de estudio.
- Crear un modelo de información que permita la disminución y control de diferidas con ayuda de herramientas operacionales (instructivos, procedimientos y manuales.) que sea acorde con el sistema de gerenciamiento del cambio de Ecopetrol S.A.
- Implementar el modelo de transferencia del conocimiento para reducir las brechas operacionales.
- Analizar y cuantificar el retorno económico sobre los resultados de la implementación del modelo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de grado busca crear una alternativa económicamente viable y segura, para que ECOPETROL S.A. pueda proteger a sus empleados, sus negocios, equipos, actividades críticas de Salud, Medio Ambiente, y Seguridad (HSE), sus activos, y reputación con el fin de satisfacer a todas las Partes Interesadas.

Para llevar acabo esto, la Compañía necesita contar con trabajadores con apropiación del conocimiento, que puedan ser capaces de cumplir con los desafíos operacionales actuales y futuros en un ambiente global competitivo. Por lo tanto, se

debe determinar las falencias que generan una mala operación para que puedan responder a emergencias, manejar de forma confiable las operaciones normales y desarrollar nuevas destrezas.

El propósito de este trabajo de grado busca que mediante la metodología propuesta podamos reducir las pérdidas de producción por diferidas, disminución de intervención de equipos por fallas presentadas, determinando y fortaleciendo las brechas que pueden poseer los operadores en los modelos operativos del campo de estudio, mediante el aseguramiento de un sistema de información y estandarización de los modelos operativos.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Algunos de los trabajos de investigación realizados y que guardan relación con la temática a tratar en este trabajo investigativo son:

Cuello, Nelson (2015) Determinó que la clave en la implementación de las herramientas de excelencia operacional fue el aprender a generar conocimientos, descubrir las anomalías y eliminar el deterioro forzado. Particularmente en el área de máquinas fue la elaboración de un árbol de fallas; para luego priorizar los problemas de las plantas de fábrica de Cristal Chile; posteriormente se preparó material práctico y teórico que entró en una etapa de entrenamiento; este entrenamiento verificó en terreno y por último se realizó una evaluación.

Sá Corrúa, André Laranja (2017) Determinó que la cultura organizacional es un proceso cuyo diagnóstico realizado en esta investigación, ayudará a los directivos a identificar las dimensiones en las que se debe actuar. La dimensión consistente es la que presenta el más alto nivel, facilitando la implementación de herramientas de excelencia operacional. Las subescalas orientación al cambio, dirección, propósitos, metas y objetivos deben ser trabajadas continuamente por presentar bajos niveles concluyendo que Un plan de trabajo bien estructurado contribuirá en la mejora de los objetivos de la institución.

Delgado Calin, Gines (2012) Determinó que la implantación de una estrategia sencilla de propagación de proyectos de mejora continua, con una metodología (PDCA), una estructura de proyectos y unas métricas poco elaboradas han consolidado sin embargo unos resultados muy favorables para la empresa, que con

una mínima inversión en formación y organización le retornan unos beneficios continuados que provienen de la optimización de sus procesos internos haciéndola una empresa más competitiva y dinámica.

Algunas de las claves del éxito de esta empresa son la simplicidad de la estrategia, metodología y herramientas usadas. También ha sido muy importante la correcta selección de las personas que han liderado este proceso, cuyas habilidades para comunicar, formar y conseguir resultados han dado ejemplo a los demás empleados que han aprendido una fórmula de éxito.

Godoy Carolina, (2012) Determino que el modelo de excelencia operacional fortalece las competencias organizacionales y desarrolla una fuerza laboral talentosa que obtiene resultados de la forma correcta, mediante la aplicación rigurosa de procedimientos operativos, generando una ventaja competitiva para maximizar el valor de los activos existentes y la captura de nuevas oportunidades.

Ruiz Cristina, Diaz Ana (2013) En el camino de la modernización laboral, se requiere adoptar una nueva mentalidad con respecto a la "Cultura del Trabajo" fundamentalmente, en las cúpulas empresariales, así como en todos los niveles funcionales y operativos de las organizaciones, en la llamada búsqueda de la excelencia.

Un programa educativo y formativo para los recursos humanos debe estar contemplado en las prioridades de la organización, ya que la empresa y los trabajadores en la actualidad se enfrentan a tecnologías que cambian a ritmos muy acelerados, incidiendo en los procesos y diseño de maquinarias que en algunos casos cuesta mucho adecuar a lo ya establecido, ocasionándose pérdidas de recursos materiales y lo que es peor, causando daños al elemento humano, provocándose con ello un desequilibrio socioeconómico en la vida.

2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Para la generación de una metodología que pueda controlar las pérdidas de producción y disminución de intervención de equipos por fallas presentadas es necesario conocer los principales factores técnicos del proceso y las competencias requeridas para la operabilidad del campo, al igual de un histórico de eventos que incurrieron en pérdidas de producción, todo esto para generar un análisis de las deficiencias operacionales que se poseen en el campo de estudio y de esta manera reducir la brechas que se poseen en los modelos operativos.

2.2.1 Análisis de Efectividad Global de los Procesos. El primer objetivo del análisis es determinar las causas principales de pérdidas de producción y su incidencia en la operación. En este sentido, si bien es simple determinar la brecha respecto de los planes de producción, tanto en el caso de incumplimiento como sobrecumplimiento de estos, no es sencillo segmentar esta diferencia en sus causas básicas:

- Actividades de Mantenimiento
- Detenciones Operacionales
- Mejoramiento de Producción durante las diferentes etapas del tratamiento.
- Calidad del Producto

El análisis sistémico permite aislar el efecto de cada causa, identificando los tiempos muertos de producción de cada una de ellas. Primeramente, corresponde una definición de los tiempos asociados al análisis:

- a. Tiempo Nominal (TN): corresponde al tiempo calendario del período en análisis.
- b. Tiempo Disponible (TD): corresponde al tiempo durante el cual el proceso se encuentra disponible para operar. En este caso se descuenta del TN, el tiempo de ejecución de las actividades de Mantenimiento ya sean producto de averías imprevistas (Mtto. Correctivo) o actividades planificadas (Mtto. Preventivo).

A modo de evaluar el efecto de los factores principales de detención del proceso, se calculan indicadores porcentuales en cada dimensión que son: Disponibilidad, la que incorpora el impacto de las actividades de mantenimiento sobre el proceso; Utilización Efectiva (Ue) que responde al porcentaje del tiempo disponible efectivamente utilizado y la Productividad (P) como indicador del rendimiento del Proceso.

Aislando el efecto de las actividades de Mantenimiento sobre las Plantas, se puede calcular el costo de la falta por la indisponibilidad de los procesos y distribuirlo entre los equipos. Esto permite jerarquizar los equipos que generan mayor pérdida por los tiempos muertos de producción que generan en el sistema al que pertenecen, para así poder determinar si su operación es la adecuada.

2.2.2 Administración de Recursos Humanos. Tradicionalmente, la administración de recursos humanos parte de que las personas deben ser conducidas y administradas por la organización o por un órgano central. En la actualidad, este concepto viene cambiando. Según Chiavenato (2000), la actual tendencia en las organizaciones es administrar los recursos humanos “con” las personas, tratándolas como agentes proactivos, dotados de inteligencia y creatividad, con habilidades mentales y no solamente habilidades y capacidades manuales o físicas. En ese sentido este moderno modelo conceptual, resalta tres aspectos fundamentales:

- Las personas son consideradas como personas y no solo, como "recursos" organizacionales.
- Las personas son agentes que impulsan la organización y son capaces de dotarla de inteligencia, de talento y del aprendizaje indispensable para su constante renovación y necesaria competitividad.
- Las personas aportan en la organización su esfuerzo, dedicación, responsabilidad, compromiso, etc. y esperan retornos como salarios, incentivos, crecimiento profesional, reconocimiento, y plan de carrera.

Para Chiavenato los nuevos tiempos vienen para traer un hombre con más desafíos y polivalente en relación con las atribuciones. Las características de los recursos humanos en la moderna y actual gestión son:

- Funcionario generalista y polivalente (multitareas).
- Funcionario autónomo para tomar decisiones.
- Hombre proactivo.
- Valorización y reconocimiento del funcionario por la capacidad de innovar.
- Entrenamiento y reciclaje constante del funcionario, para que el conocimiento no se torne obsoleto.
- Trabajo en equipos multifunciones.
- Acompañamiento de la calidad y excelencia de los servicios.
- Foco en las necesidades de los clientes.

De esta forma, se puede verificar la importancia de tener una gestión de recursos humanos dirigida hacia la promoción de un buen ambiente laboral, que valore al hombre y que proporcione el clima necesario para la implementación de las herramientas gerenciales que buscan implementar la modernización y alcanzar la excelencia operacional en la empresa. Dicha excelencia operacional solo se puede alcanzar con el compromiso de todos, con el empoderamiento de los funcionarios, y con la selección y capacitación de los recursos humanos, para poder formar personas motivadas que puedan conformar equipos multitareas, con mayor capacidad de producción que en una organización cualquiera.

Así mismo, con todas las atribuciones referentes a la moderna gestión de personas, es necesaria la aplicación de los conceptos de calidad en la rutina de trabajo, con el objetivo no solamente de aumentar el rendimiento, sino también para aumentar el bienestar y la motivación laboral, es a través de la construcción de un buen clima organizacional que la cultura de excelencia operacional se fortalece con la aplicación de las herramientas correctas y adecuadas, en ello, los recursos

humanos constituyen una pieza estratégica y de fundamental importancia para que se obtenga el éxito esperado

2.2.3 Modelo de Excelencia Operacional. Según Tokman La excelencia operacional es un concepto que engloba todas las actividades y funciones llevadas a cabo dentro de las empresas, desde la estrategia, la visión, la escala valorativa, la cultura y el proceso de mejora continua, y que está relacionada de manera significativa a la productividad existente, cabe mencionar que existe desconocimiento sobre cuales pueden ser las mejores practicas para una operación de cualquier empresa por las diferencias operativas que se presentan entre una y otra compañía, según Garcia se puede afirmar que la excelencia operacional es considerada una filosofía de liderazgo, trabajo integrado en equipo y solución de problemas, resultando en mejora continua en toda la organización, centrándose en las necesidades de los clientes tanto internos como externos, capacitando los funcionarios principales e intermedios, y optimizando las actividades existentes en los procesos, por consiguiente, es utilizado por importantes empresas en todo el mundo, reconocidas internacionalmente por sus índices excelentes en seguridad, productividad, innovación, coordinación integrada de proyectos, planificación y capacitación de sus funcionarios.

Para Souto es fundamental la integración de prácticas de gestión para la búsqueda de excelencia en una organización. Así tenemos, la gestión de procesos basado según estándares operacionales que minimizan el desperdicio y variabilidad de la productividad, dichos estándares permiten controlar parámetros críticos y resolver problemas repetidos, promueven el orden en el área laboral y áreas de almacenamiento logístico, en la cual, mediante la implementación de metodologías y estándares, se logra reducir los tiempos de búsqueda de herramientas (indicadores informáticos). Tales indicadores deben ser fáciles de calcular y deben permitir la autoevaluación, y visualización de las oportunidades de mejora en la organización.

Así mismo, es pertinente la gestión de desempeño enfocada en resultados y en la visibilidad de la práctica laboral en todo nivel, una forma de promover la mejora continua es a través de reuniones breves y diarias enfocadas en el desempeño de las actividades. Por ello, se debe encontrar la causa raíz de los problemas e instaurar medidas precisas que permitan la medición de los indicadores claves para su seguimiento de forma periódica y constante. Es preciso indicar que la gestión de talentos es importante en la promoción de la excelencia operacional, ya que el desarrollo de las capacidades de cada colaborador es parte fundamental del rol de liderazgo. Por otro lado la observación y la gestión de las competencias específicas al nivel de este proceso, es una herramienta útil para acelerar su desarrollo. De igual forma las agendas deben considerar tiempos específicos de los directivos y funcionarios intermedios para coaching, diálogos de desempeño, confirmación de procesos y resolución de problemas, para así asegurar sustentabilidad del proceso.

2.2.4 Sistema de Gestión de la Excelencia Operacional. El sistema de gestión de la excelencia operacional tiene como principal objetivo, el manejo sistemático de la disciplina operativa, seguridad de procesos, sistema HSEQ, confiabilidad y medio ambiente, todo esto para alcanzar un desempeño de clase mundial, enfocándose en el refuerzo de:

- Roles y responsabilidades
- Actividades y tareas de rutina
- Comportamientos
- Manejo estandarizado de proceso

El sistema de gestión de la excelencia operacional empieza determinando las causas de las malas intervenciones operativas, luego de tener claridad en las falencias, se debe crear la visión y los objetivos a cumplir en el proceso, realizar un análisis de brechas encontradas en el personal, para priorizarlas según su grado de impacto en la operación, generar un plan de capacitación o cierre de brechas, integrarlo al plan de negocios para que se dé un estricto cumplimiento y se dé

seguimiento, generar tareas y roles en los procesos en la evaluación de desempeño, implementar el plan de entrenamiento de excelencia operacional, desarrollar y/o mejorar procesos y procedimientos.

Figura 1. Ciclo de gestión de la Excelencia Operacional



Fuente: ESCALANTE Domingo Mejoramiento de las Competencias Técnicas VRC, 2016

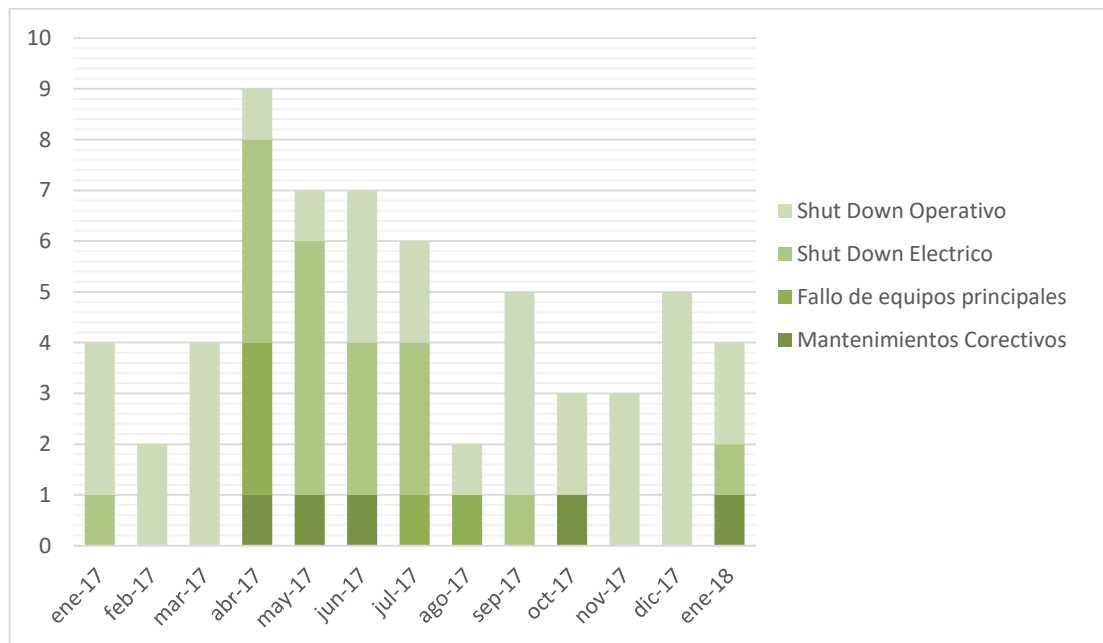
3. PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN EN EL CAMPO DE ESTUDIO

Las pérdidas de producción o “diferidas” hacen referencia al volumen de crudo que por diversas razones no se obtiene de acuerdo con el potencial de producción esperado, esto generado por daños en los equipos, fallas eléctricas, saboteos, hurtos, fallas operacionales, entre otros.

Para el campo de estudio en el último año (enero 2017- enero 2018), se presentaron en las plantas 68 paradas no programadas divididos de la siguiente forma:

- Mantenimientos Correctivos: 5
- Fallo en equipos Principales: 5
- Shut Down Eléctrico: 18
- Shut Down Operativo: 33

Figura 2. Paradas no Programadas campo de estudio mes a mes



Fuente: ECOPETROL S.A.

Figura 3. Distribución de paradas no programadas



Fuente: ECOPETROL S.A.

Con esta caracterización se puede concluir, que la mayor ocurrencia de eventos se ve reflejada en la parte operativa; ya que no se posee una apropiación del funcionamiento de la planta. Esto hace visible que no poseen un análisis operativo, generando al año estudio una pérdida de 24750 barriles de fluido sin tratar, alrededor de 2475 barriles tratados¹.

¹ Datos otorgados por Ecopetrol S.A.

Figura 4. Reporte de Incidentes _ Campo estudio

RESULTADOS:						
Incidentes encontrados en 10001027			.Ordenados descendientemente por Valoración de Riesgo y Fecha.			
TIPO DE INCIDENTE						
Confiabilidad Mecanica						
Confiabilidad Instrumentacion						
Interrupciones No Programadas En La Infraestructura De Ti						
Código Incidente	Tipo Incidente	Fecha/Hora	Dependencia	Lugar	RAM	Descripción Inicial
15607119 2	Confiabilidad Instrumentacion				L	Siendo las 8:14 AM se presentó cierre total de la estación LCI 6A ocasionada por falla en el LIT 65022 (medidor de nivel del K-DRUM) el cual presento una señal errónea de alto alto nivel, como consecuencia se presentó presurización en la línea de entrada y en las estaciones 5, 6 y 7, el evento tuvo una duración de 45 minutos.
15971719 8	Confiabilidad Instrumentacion				L	Siendo las 3pm se genera shut down en la estacion 3a, como causa de falla en transmisor de nivel del KO-DRUM, ESTE EVENTO REPERCUTE EN EL CIERRE DE LAS ESTACIONES 5 Y 7 Y POZOS.
17342032 6	Interrupciones No Programadas En La Infraestructura De Ti				L	se presenta shut down por posible accionamiento del breaker al abrir la tapa del tablero de distribución, como consecuencia se presentó incremento de presión en el cabezal de entrada por encima de 155psi, esto afecto también la estación 3 inundando el sistema de gas con líquido, los separadores de gas de anulares asociados a esta estación se cerraron entradas por alto nivel de líquido, se drenaron manualmente los separadores y achicaron trampas, se informó a planta de proceso la posible llegada de líquido al separador sur, durante el tiempo de afectación aproximadamente 2 horas y media se evidencio falla en la reposición de la válvula SDV del tren 5 lo que dificulto la normalización de la estación 3ª.

Fuente: ECOPEPETROL S.A.

Los incidentes anteriormente señalados corresponden a Shut-Down en Estaciones del Campo Estudios, sin embargo para entrar a la normalización tenemos pérdidas de tiempo y asocian diferidas por aumento de tiempo de respuesta por parte del Operador.

Para corroborar lo anteriormente definido, se realiza una evaluación para la determinación de brechas operativas y así poder atacar las falencias.

4. DETERMINACIÓN DE BRECHAS OPERATIVAS

Para poder generar un plan de acción que se dirija a reducir los Shut Down por fallas operativas es necesario determinar en qué aspectos se debe reforzar el conocimiento del personal operativo, para esto se determina generar una prueba que aborde las siguientes temáticas:

- Organización y personal
- Políticas y reglamentos
- Normas de aislamiento
- Sistemas de control de procesos
- Relación de parámetros
- Operaciones de emergencia
- Respuesta a eventos operacionales
- Operación y solución de problemas
- Tareas críticas

Las cuales son temáticas que se relacionan con el modelo de competencias que posee Ecopetrol S.A.

4.1 RESULTADOS EXAMEN DE CIERRE DE BRECHAS

El examen de cierre de brechas (ver Anexo 1) consiste en 25 preguntas específicas de las temáticas descritas anteriormente, este examen fue realizado a un grupo de 12 operadores, donde la calificación por pregunta se realiza de 0 a 1 arrojando los resultados que se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de prueba de determinación de brechas

# Pregunta	Operador												Total por pregunta
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,4	0,6	0	0	0,8	61%
2	0,8	0,2	0	0,2	0,3	0	0,9	0	0	0	0,7	0,3	28%
3	1	1	1	0,8	0,7	1	1	0,8	0,8	1	1	1	93%
4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0	0,3	0	0	0	0,4	27%
5	0,5	0,6	0	1	0,5	0,8	0,9	1	0	0,5	0	0,9	56%
6	0	0,8	0	0,8	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	27%
7	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	2%
8	1	1	0,5	0,6	0,8	0,6	0,2	0	0,2	0,45	0	0,6	50%
9	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	8%
10	0,7	0,8	0	0,7	0,8	0,3	0,5	1	0	0,8	0	1	55%
11	1	0,8	1	0,7	0,8	1	0,4	0,9	0,1	0,7	0,4	0,8	72%
12	0,3	0,4	0,2	0,5	0,7	0,7	0,2	0,3	0,2	0	0,3	0,2	33%
13	0,5	1	1	1	1	0,9	0	0,9	0,4	0,2	0	0,7	63%
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
15	0	0,3	0,3	0	1	0,7	0,2	0	0,8	0	0,8	0,1	35%
16	1	0,7	0,2	0,8	1	1	0,4	0	0,3	0,2	0,2	1	57%
17	1	0,8	0,4	0	0,3	0,7	0	0	0,1	0	0	0	28%
18	0,3	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	13%
19	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	0,5	0,5	0,9	0,1	0	0	1	39%
20	0,8	1	0,4	0,9	0,5	0,7	0,4	0,7	0,3	0	0	0,8	54%
21	0,7	0,4	0	0,4	0,5	0	0,4	0,1	0,6	0	0,2	0,5	32%
22	0,5	0	0	0,4	1	0	0	0	0	0	0	0	16%
23	1	0,3	0	0	0,9	0,2	0	0	0	0	0	0	20%
24	0,7	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
25	0,8	1	0	0,9	0,7	0,8	0	0	0,1	0	0,1	1	45%
Calificación	60%	54%	25%	48%	63%	46%	27%	26%	18%	15%	15%	44%	

Fuente: Informe Determinación de Brechas VTH-UE

Para poder obtener los resultados concretos de las evaluaciones alineadas a competencias se procede a agrupar cada pregunta en una de las cuatro competencias de la siguiente manera:

- Principios básicos Operativos: pregunta de la 1 a la 7
- Análisis Básico Operativo: pregunta de la 8 a la 14
- Análisis de Procesos Específicos: pregunta de la 15 a la 19
- Análisis de Procesos: pregunta de la 20 a la 25

De este modo se da paso a promediar el resultado total de las preguntas y obtener el porcentaje de avance en las competencias de los operadores como se muestra en la siguiente tabla.

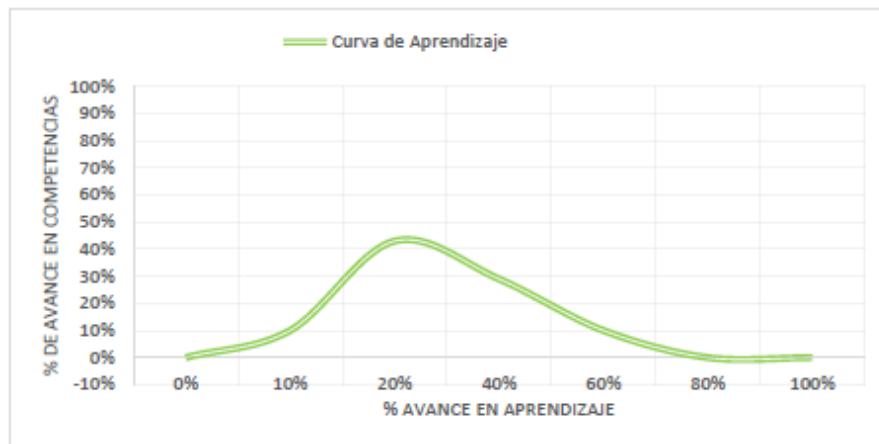
Tabla 2. Avance en competencias Operadores

Evaluación de competencia	Calificación
1. Principios Basicos	43%
2. Analisis Basico	40%
3. Analisis de Procesos	29%
4. Analisis de Procesos Especificos	27%

Fuente: Informe Determinación de Brechas VTH-UE

Con los datos obtenidos en cada una de las competencias se da paso a graficar una curva de % de avance en el aprendizaje Vs. % de Avance en competencias o mejor conocida como curva de aprendizaje.

Figura 5. Curva de Aprendizaje Operadores



Fuente: Informe Determinación de Brechas VTH-UE

Con esta información se puede corroborar que los operadores del campo no poseen el suficiente conocimiento operativo, para mantener una operación estable, limpia y segura, ya que según los datos arrojados en la determinación de porcentaje de competencias ninguna de ellas llega al 100% de cumplimiento.

5. MODELO DE ENTRENAMIENTO

Para el desarrollo del modelo se parte de que la Excelencia Operacional en Ecopetrol hace parte de la estrategia y se enuncia desde la Misión, Visión y Política Integral, hasta el actual plan de negocios. La Universidad Ecopetrol, como responsable por la gestión de conocimiento y de las competencias en la organización, también aporta a este objetivo a través del modelo de entrenamiento para la excelencia operacional.

Operación normal, operación de pare y arranque, respuesta a emergencias y análisis y solución de problemas para la toma de decisiones adecuadas y oportunas. Cada una de estas competencias se desarrolla a través de herramientas específicas diseñadas para tal fin.

Las siguientes son las características generales del modelo:

- Diseño de herramientas de entrenamiento las cuales se puedan aplicar de forma práctica, en el puesto de trabajo con el apoyo de tutores que acompañan la comprensión de los conocimientos y validan la correcta aplicación de estos.
- El diseño de entrenamiento es específico y particular para la unidad de estudio. Por lo tanto, facilita el entrenamiento de operadores nuevos y antiguos que lleguen a la planta, así como el control de cambios de personal.
- Todas las herramientas del modelo son de entrenamiento y se basan en la documentación existente en la planta. Éstas no definen lineamientos técnicos, sino que se basa en ellos para desarrollar el entrenamiento.

Con lo anterior y para estar alineado a la política de Ecopetrol S.A., el modelo se denominara modelo de entrenamiento con Herramientas de Excelencia Operacional.

5.1 HERRAMIENTAS DE EXCELENCIA OPERACIONAL

Para regirse al estándar de Ecopetrol se decide acoger el modelo de entrenamiento con las herramientas de excelencia operacional el cuales son herramientas de entrenamiento para adultos diseñadas especialmente para facilitar la comprensión de los procesos de una operación y se dividen en siete:

- Diagrama Grande de Control.
- Manual de Procesos de la Unidad.
- Ejercicios Que Pasa Sí?
- Ejercicios de Diagnóstico y Solución de Problemas
- Manual de Respuesta a Emergencias
- Diagrama de Paro y Arranque
- Guías de Entrenamiento

5.1.1 Diagrama Grande de Control (DGC). Es un dibujo a color de tamaño póster que muestra una representación de la unidad en una sola vista Como se muestra en la figura 5.

- Es un modelo conciso para ilustrar el proceso físico de la carga a los productos.
- Incluye equipos principales y secundarios, lazos de control e indicadores.
- La información contenido en los DGCs proviene de los P&IDs

Objetivo de la herramienta

- Conocer los flujos de proceso y los equipos clave.
- Conocer los lazos de control e indicadores clave.

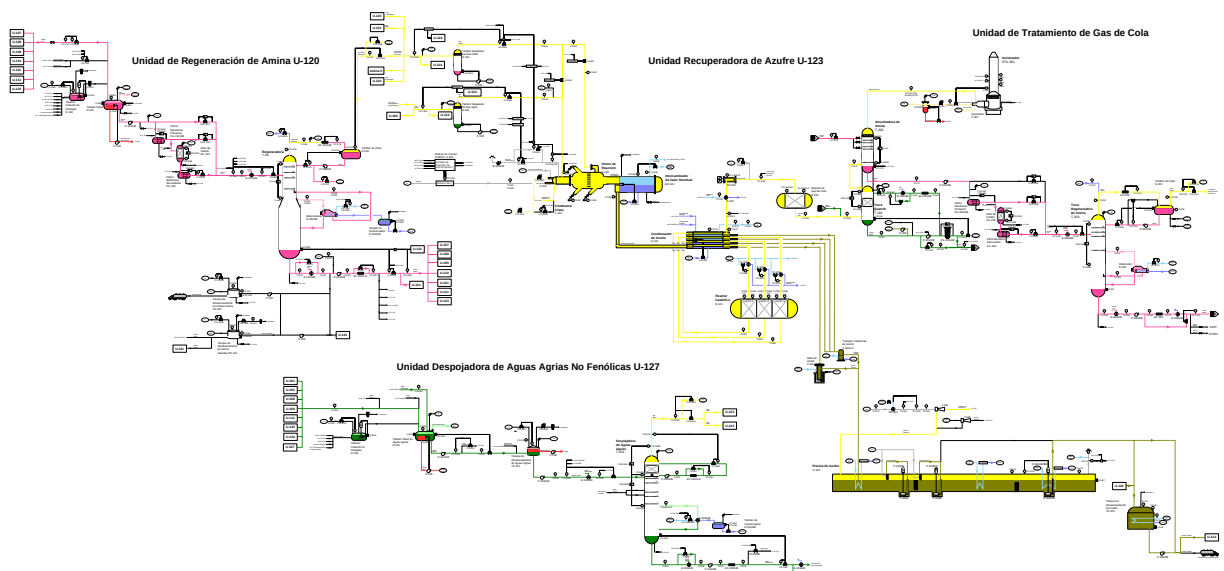
- Analizar las estrategias de arranque y de paro.
- Planear la respuesta a eventos operacionales.
- Entrenar a los operadores en diferentes escenarios que se pueden presentar en las unidades.

Es importante aclarar que NO es una representación geográfica de los equipos de la planta. No reemplaza las herramientas convencionales como los diagramas de flujo de proceso (PFDs) o los de instrumentación (P&IDs).

Usos de la herramienta

- Entrenamiento de personas nuevas en la Planta.
- Apoyo en rutinas diarias de la estación como: entrega de turno, análisis operacional, seccionar áreas con actividades de mantenimiento.
- Desarrollo de ejercicios qué pasa sí.

Figura 6. Ejemplo DGC



Fuente: Refinería de Barrancabermeja

5.1.2 Manual de Descripción de Procesos de la Unidad. (MDPU). Esta herramienta abarca 12 tematicas divididas en capitulos los cuales son:

- Capítulo 1 Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE)
- Capítulo 2 Descripción General del Proceso
- Capítulo 3 Descripción Detallada del Proceso
- Capítulo 4 Química y Procesos Unitarios
- Capítulo 5 Descripción de Relación de Parámetros y Diagramas (DRP&D)
- Capítulo 6 Estrategias de Control y Consecuencias de Desviación
- Capítulo 7 Control Avanzado de Proceso
- Capítulo 8 Estrategia de Arranque y Parada
- Capítulo 9 Diagnóstico, Detección de Fallas y Cuidado Básico de Equipos
- Capítulo 10 Servicios Industriales y Sistemas Auxiliares
- Capítulo 11 Interacción con Procesos de Mantenimiento
- Capítulo 12 Aspectos Económicos de la Planta

La siguiente tabla resume el objetivo, contenido y material requerido para la elaboración de cada uno de los capítulos.

Tabla 3. Resumen de los capítulos del MDPU

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
Cap. 1 - Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE)	Entender los peligros a nivel de proceso, personas y medio ambiente que puede llegar a enfrentar la planta y los controles a implementar.	Peligros y efectos HEMP (Casos HRE, Casos HSE, Casos ARP, Matriz de Aspectos e Impactos).	Se requiere conocer la ubicación donde el operador puede encontrar los Casos HRE, Casos HSE, Casos ARP, matriz de aspectos e impactos de la planta.

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
		Guía rápida de productos químicos de la planta.	Listado de los productos químicos de la planta. Fichas de seguridad de los productos.
		Descripción de los equipos de protección personal para trabajo en la planta y manejo de emergencias.	Listado de equipos de protección personal para trabajo en la planta y manejo de emergencias.
		Descripción de los sistemas de seguridad de la planta.	Listado, ubicación y características de los sistemas de seguridad de la planta.
Cap. 2- Descripción general del proceso	Conocer los aspectos generales del proceso de negocio, así como los, productos y flujos de proceso de la unidad.	Descripción general del proceso. Productos. Visión General de Modos Operativos.	Este es un capítulo transversal que no requiere información específica de la planta.
Cap. 3 - Descripción Detallada del Proceso	Describir de forma detallada la planta, su propósito, flujos de procesos, así como los equipos y controles asociados con cada sección.	Historia de la unidad.	

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
			ampliaciones, nuevas operaciones, etc.
		Descripción de cada una de las secciones de la unidad.	DGC validado.
Cap. 4 - Procesos Unitarios	Comprender el funcionamiento de los equipos relevantes del proceso y los aspectos de calidad de los productos y las secciones del proceso.	Principios fundamentales y/o aspectos claves (propiedades, fisicoquímicas) para comprender la fenomenología del proceso.	Teoría de la química del proceso
		Descripción del objetivo y principio de funcionamiento básico de los equipos principales, de cada una de las secciones de la unidad.	Teoría de funcionamiento de los equipos. Manuales de los equipos.
Cap. 5 - Descripción de Relación de Parámetros y Diagramas (DRP&D)	Ilustrar y describir la relación de parámetros de la unidad, con el fin de facilitar la identificación de la causa raíz de una situación anormal en el proceso.	Relación de Parámetros relevantes para las secciones de proceso.	Base de datos de Diagramas de relación de parámetros

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
Cap. 6 - Estrategias de Control y Consecuencias de Desviación	Proporcionar al operador conocimiento sobre el control del proceso de la unidad e información de referencia de lazos de control e indicadores clave.	Objetivos de los controles de cada sección y tablas de control.	Objetivos de los controles de cada sección Consecuencias de desviación de los límites de control límites de cada control Lógica Narrativa
		Instrumentos de control e indicadores que aparecen en el DCS.	Pantallas del DCS
Cap.7 – Control Avanzado del Proceso	Proporcionar al operador conocimiento sobre el control automatizado de los procesos de la unidad.	Objetivos de los controles automatizados y lógicas de funcionamiento.	Objetivos de los controles automatizados de cada sección Lógica Narrativa
Cap.8 – Procedimientos de Pare y Arranque	Presentar la estrategia óptima para las operaciones de paro y arranque de la unidad.	Descripción de los Procedimientos de paro y arranque de las unidades. Diagrama de Flujo Secuencial de Paro y Arranque.	Procedimientos de paro y arranque de la unidad
Capítulo 9 - Diagnóstico, Detección de	Este capítulo presenta información sobre el cuidado	Descripción de de relación de parámetros	Listado de equipos principales

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
Fallas y Cuidado Básico de Equipos	básico de equipos y relación de parámetros para solución de problemas de equipos críticos de la unidad.	Gráficos de la descripción de parámetros	Rondas estructuradas que se desarrollan en la unidad Relación de parámetros de los equipos
Capítulo 10 - Servicios Industriales y Sistemas Auxiliares	Proporcionar una descripción general de los servicios industriales y sistemas auxiliares que se utilizan en cada unidad.	Servicios Industriales	Información de: sistema de aire comprimido Sistema de abastecimiento de agua Sistema de abastecimiento de gas sistema de tratamiento y/o abastecimiento de combustible Sistema de generación o autogeneración
		Sistemas Auxiliares	Información de: Sistemas de alivio, sistema de recuperación (sumidero), sistema contra incendio, sistema de comunicaciones, sistema eléctrico, sistema de control, sistema de tratamiento y manejo de aguas,

Capítulo	Objetivo	Contenido	Información Insumo
			sistema de control de pérdidas.
Capítulo 11 - Interacción con Procesos de Mantenimiento	Entender la interacción con mantenimiento y su criticidad para lograr un adecuado desempeño de la operación	Manejo de Generación de Fallas de Control, Eventos y O/Ts	Procedimiento de recibo y entrega de equipos a mantenimiento.
		Condiciones Generales del Proceso de Mantenimiento día a día.	
		Mantenimiento con Parada de Planta (Mtto. Mayor)	
Capítulo 12 - Aspectos Financieros de la Unidad	Proporcionar una descripción general de la ecuación financiera del negocio y cómo pueden afectarse las utilidades por eventos operacionales.	Ecuación Financiera	Indicadores de la unidad que tienen impacto financiero.
		Indicadores de desempeño	

Fuente: Presentación Herramientas de Excelencia Operacional/Gp Strategies

5.1.3 Ejercicios Que Pasa Si?. (QPS?). Son una herramienta de entrenamiento donde se plantean eventos operativos que pueden llegar a presentarse en la unidad. El operador aprende a determinar la respuesta del sistema al evento y a desarrollar habilidades para actuar rápidamente, a través de estrategias de análisis.

- Objetivo de la herramienta

Proporcionar un entrenamiento estructurado para aumentar la competencia de diagnóstico, análisis operacional, y solución de fallas frente a condiciones anormales del proceso.

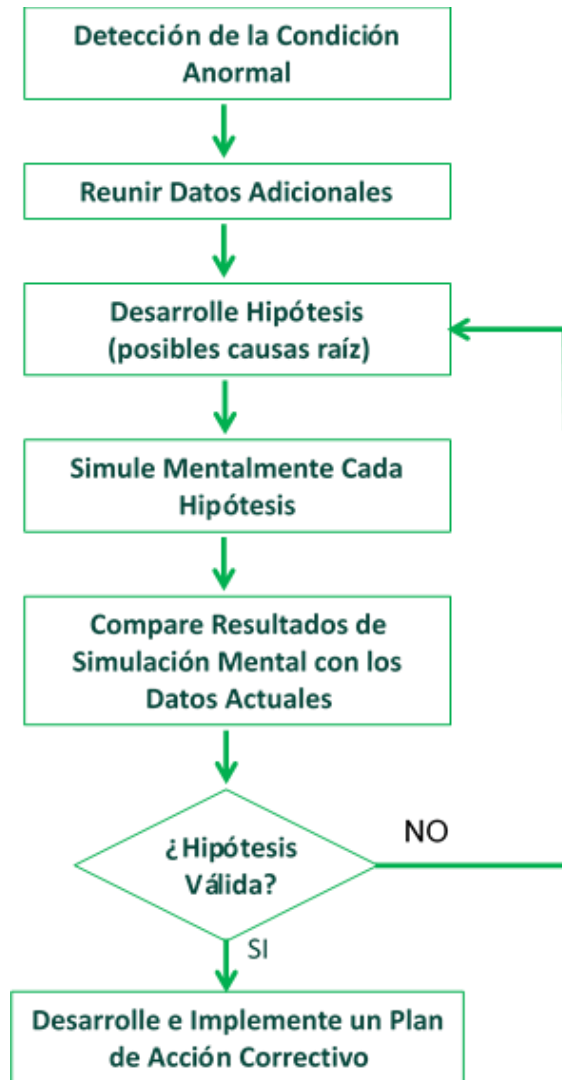
5.1.4 Ejercicios de solución de Problemas. Son ejercicios de análisis detallados que guían al participante a través de una simulación mental sistemática, para el análisis de las variables operacionales que presentan cambios en el proceso.

- Objetivo de la herramienta

Identificar la causa-raíz que está ocasionando la alteración de las variables, mediante la evaluación de cada uno de los factores primarios del proceso y de una evaluación a nivel componentes, si hay una falla de instrumentos.

5.1.4.1 Metodología funcional del diagnóstico y solución de problemas. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la metodología de solución de problemas para que el aprendiz la implemente, hasta validar que la hipótesis desarrollada cumpla con todas las condiciones identificadas, y finalmente desarrolle un plan para corregir el problema.

Figura 7. Metodología de solución de problemas



Fuente: Presentación Herramientas de Excelencia Operacional/Gp Strategies

5.1.5 Manual de Respuesta a Eventos Operacionales. (MRE). Este manual se divide en tres documentos:

5.1.5.1 Matriz de Respuesta a Eventos Operacionales. Es una herramienta que tabula los eventos de emergencia de la unidad y los pasos resumidos (planes) para responder a las emergencias. Es un documento que ayuda al personal a entender similitudes y diferencias entre los eventos de emergencias y facilita la memorización.

La Matriz de Respuesta e eventos operacionales tienen los siguientes propósitos:

- Identificar los eventos anormales de la operación que pueden llevar a paro la unidad.
- Verificar los pasos de los planes, para dar respuesta a los diferentes eventos operacionales que se pueden presentar.
- Facilitar la memorización de los pasos de cada uno de los eventos de la unidad.
- Definir en un solo documento las respuestas a diferentes eventos en la unidad.

Figura 8. Características de la MRE

Eventos Operacionales
↓
que generan paro

Negritas – Acción Inmediata Texto Normal – Acción Estabilizadora A – Acción automática cuyo cumplimiento debe verificarse	Falla Total de Energía Eléctrica	Falla Total de Alineamiento de Instrumentos	Falla Total de Computador de Flujo	Falla Total de Sistema de Comunicación	Falla Total de Suministro de Gas Combustible
	1	2	3	4	5
Acciones Estaciones de Transporte					
(10) Realice la Notificación de la Contingencia	1	3	3	3	2
(20) Verifique la Activación de Equipos de Respaldo	2A	2	2	2	N.A.
(30) Identifique el Origen de la Falla	3	1	1	1	1
(40) Realice el Paro de Bombeo		4	4	4	3
(50) Gestione la Atención de la Falla	4	5	5	5	4
(60) Asegure Condiciones Operativas de los Sistemas de Seguridad.	5	6	6	6	5
(70) Asegure Condiciones Operativas de las Unidades de Bombeo Principales	6	7	7	7	6
(80) Documente la Falla	7	8	8	8	7

Acción inmediata y Automática

Numeración de las acciones para el evento

Acción Estabilizadora

Fuente: Presentación Herramientas de Excelencia Operacional/Gp Strategies

5.1.5.2 Procedimiento de Respuesta a Eventos Operacionales. Narra detalladamente los pasos que se encuentran en la Matriz de Respuesta a Emergencias.

Su principal función es Interrelacionar los eventos que se presentan en la MRE y los Procedimientos de Respuesta a Eventos Operacionales a través de prácticas simuladas de situaciones de contingencia que pueden afectar el proceso de la operación.

5.1.5.3 Simulacro de Respuesta a Eventos Operacionales. Es una herramienta que contribuye al personal en entrenamiento a responder disturbios y emergencias en la unidad. Cada simulacro contiene la información necesaria para entrenar en la simulación de situaciones reales de emergencia, perspectiva del problema o condición de disturbio.

a. Implementación de Simulacros

- Salón de Clase:

A los participantes se les explica en salón de clase como responder a una situación determinada, incluyendo las acciones que deben desarrollar para responder al evento operacional.

En el salón de clase se publica el siguiente material de entrenamiento:

- Plot Plan de la Unidad
- Diagrama Grande de Control (DGC)
- Matriz de Respuesta a Eventos Operacionales (MRE)
- Procedimiento de Respuesta a Eventos Operacionales (PRE).

Adicionalmente, el tutor puede tener impresos, o en medio electrónico, los P&IDs y DCS.

- El tutor junto con el equipo desarrolla el simulacro en salón de clase teniendo en cuenta que el personal ha entendido cada uno de los pasos para responder a la contingencia.
- Cada uno de los participantes va explicando los pasos que debe tener en cuenta para responder a la contingencia y desarrolla el simulacro en salón de clase.
- Durante el simulacro en salón de clase el tutor puede hacer preguntas o aclarar inquietudes al equipo.

- Al finalizar el simulacro en salón de clase el tutor registra, evalúa y realiza un reporte de cierre del simulacro.
- Cámara lenta:

El simulacro en cámara lenta es un escenario de entrenamiento, que se desarrolla en campo. Durante este simulacro el operador va respondiendo a la contingencia (de acuerdo a lo aprendido en salón de clase), mientras el evaluador va entrenando al operador (Hoja de Respuestas).

Para responder a la contingencia el tutor puede contar con fichas de ayuda para indicar la posición de las válvulas y el estado de determinados sistemas. En el momento que el operador tenga alguna inquietud durante el simulacro, el evaluador explica la tarea al operador y cierra la brecha.

- Campo:

Durante el simulacro en campo, se realizan las tareas desde el campo o desde el DCS, es un escenario en el cual se verifica que el personal responda adecuadamente a los pasos de los procedimientos.

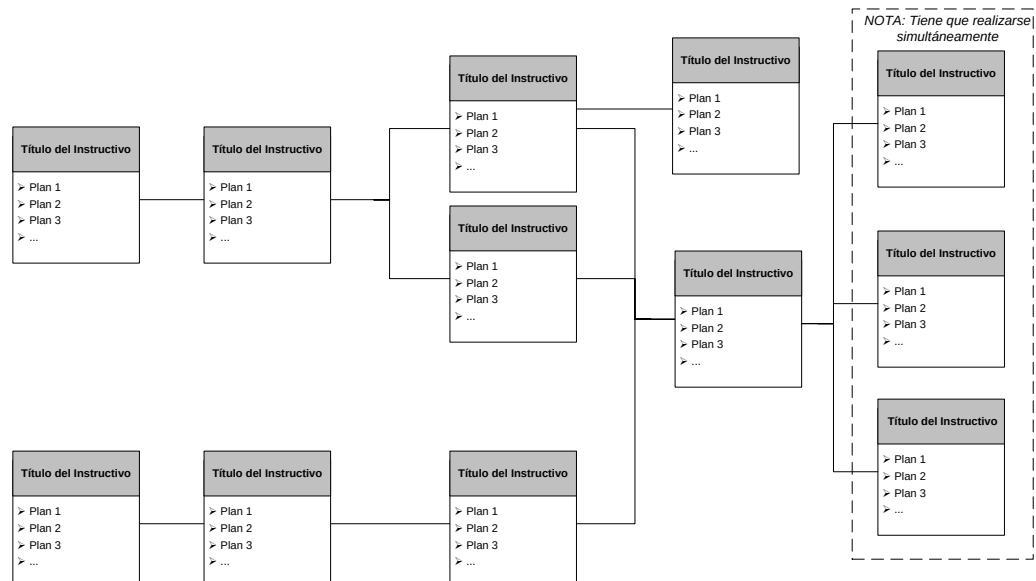
Durante el desarrollo de este simulacro el operador va respondiendo a la contingencia (de acuerdo a lo aprendido en salón de clase y cámara lenta), mientras el tutor va evaluando al operador (hoja de respuestas).

Para responder a la contingencia el operador puede contar con fichas de ayuda para indicar la posición de las válvulas y el estado de determinados sistemas. El tiempo de respuesta es clave durante el simulacro, ya que este podría ser el tiempo de respuesta durante una contingencia real.

Una vez terminado el simulacro, el tutor lidera una sesión de retroalimentación y registra la información del simulacro y la evaluación. Si se requiere se realizan ajustes al procedimiento de acuerdo con los hallazgos del simulacro.

5.1.6 Diagrama Secuencial de flujo de Procedimientos de Paro y Arranque. (DSFP/A). Es una herramienta que facilita el entrenamiento del personal para la ejecución del Arranque/Parada de la planta. Es un diagrama tamaño póster que muestra la secuencia lógica y óptima para realizar un Arranque o Parada de Planta, como se muestra en la Figura 8.

Figura 9. Ejemplo del DSFP/A



Fuente: Refinería de Barrancabermeja

5.1.7 Guías de entrenamiento. Herramienta de entrenamiento que permite la formación en puesto de trabajo del operador en temas específicos y de relevancia para desarrollar sus funciones en la unidad operacional respectiva. En las guías de entrenamiento interviene el operador aprendiz y el tutor.

La herramienta tiene como objetivo:

Orientar de forma estructurada al operador para realizar entrenamiento en puesto de trabajo. Cada guía desarrolla un tema específico.

Relacionar las demás herramientas del modelo de acuerdo con el tema de aprendizaje para que sean aplicadas en el entrenamiento.

5.1.7.1 Temáticas de las guías de entrenamiento. El siguiente es el listado de temáticas y subtemáticas básicas que se tratan con las guías de entrenamiento, pueden surgir nuevas temáticas o subtemáticas en cada negocio las cuales se van ubicando en forma secuencial en este listado para facilitar la asignación del consecutivo de las guías de entrenamiento.

Tabla 4. Temáticas y Sub temáticas de las Guías de entrenamiento

Temáticas Guías de Entrenamiento	Sub temáticas Guías de Entrenamiento
1. ORGANIZACIÓN Y POLÍTICAS	1.1 Organización y personal
2. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	2.1 Políticas y reglamentos HSE 2.2 Sistemas y equipos 2.3 Materiales peligrosos 2.4 Normas de aislamiento
3. COMUNICACIONES	3.1 Cambio de turno
4. RESUMEN DE PROCESO	4.1 Operaciones básicas de proceso 4.2 Servicios industriales y sistemas auxiliares 4.3 Sistemas de control de procesos 4.4 Relación de parámetros 4.5 Metas y realizaciones de la estación
5. OPERACIONES NORMALES	5.1 Rondas diarias 5.2 Tareas rutinarias de turno 5.3 Operación de los equipos 5.4 Pare y Arranque
	6.1 Respuesta a emergencias generales

Temáticas Guías de Entrenamiento	Sub temáticas Guías de Entrenamiento
6. OPERACIONES DE EMERGENCIA	6.2 Respuesta a eventos anormales de operación 6.3 Operación de diagnóstico y solución de problemas
7.TAREAS CRITICAS	7.1 Designado por la operación

5.2 MARCO PRACTICO DE ENTRENAMIENTO

Para Ecopetrol S.A. como empresa de primer nivel debe llevar acabo sus negocios de la forma más segura, confiable y limpia posible con el fin de proteger el bienestar de sus empleados, las personas en general y el medio ambiente. Por lo tanto, se debe entrenar a los trabajadores para que puedan responder a emergencias, manejar de forma segura y fiable las operaciones normales y desarrollar nuevas destrezas para mejorar los niveles de competencia.

Para esto el Modelo de Entrenamiento y Calificación para el Operador es asegurar y fortalecer los conocimientos, destrezas y capacidades del operador y proporcionar la documentación para su entrenamiento.

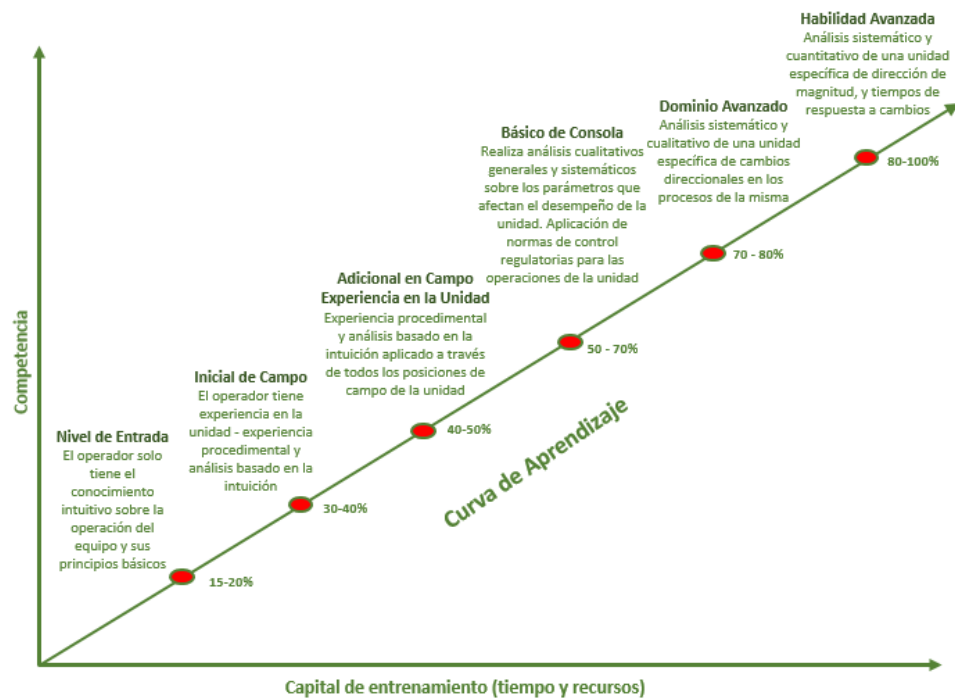
El modelo debe buscar que el operador y la empresa se:

- Institucionalice el proceso de adquirir las habilidades requeridas para ejecutar sus trabajos.
- Establezcan métodos válidos y confiables para asegurar que el personal es competente.
- Mejore el desempeño de trabajo de los empleados al aumentar sus conocimientos y habilidades.
- Reconozca el valor estratégico de los empleados al fomentar su autodesarrollo.

- Identifique el vínculo entre el entrenamiento, desarrollo, competencia, y el progreso.

Todo esto para que el nivel de competencias aumente en la curva de aprendizaje

Figura 10. Curva de Aprendizaje Básica de Operadores



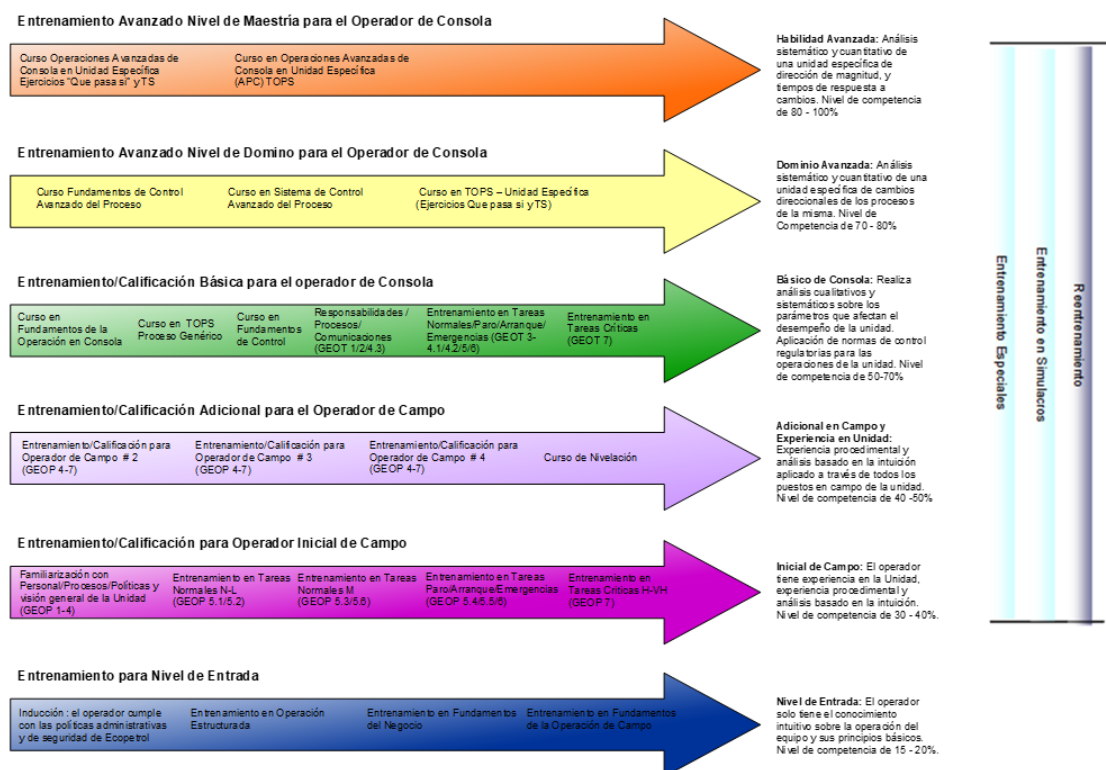
Fuente: ESCALANTE Domingo Mejoramiento de las Competencias Técnicas VRC, 2016

El Modelo de Entrenamiento define las fases específicas más importantes del entrenamiento que un operador cubre según va progresando en la curva de aprendizaje desde la contratación inicial hasta los diversos puestos de trabajo en su unidad. El Modelo de Entrenamiento también identifica las herramientas utilizadas durante los diferentes niveles y fases de entrenamiento y calificación.

Los niveles y las fases del Modelo de Entrenamiento y Calificación para el Operador incluyen lo siguiente:

- Entrenamiento para nivel de entrada
- Entrenamiento/Calificación para el operador inicial de campo
- Entrenamiento/Calificación para el operador adicional de campo
- Entrenamiento/Calificación básica para el operador de consola
- Entrenamiento avanzado nivel de dominio para el operador de consola
- Entrenamiento avanzado nivel de maestría para el operador de consola
- Entrenamientos especiales
- Entrenamiento en simulacros
- Reentrenamiento

Figura 11. Modelo de Entrenamiento para Operadores



Fuente: ESCALANTE Domingo Mejoramiento de las Competencias Técnicas VRC, 2016

Los seis niveles de entrenamiento están representados por las flechas grandes y se leen de abajo hacia arriba. Cada nivel de entrenamiento contiene los eventos principales que necesitan completarse para calificar y alcanzar el nivel de competencia mencionado en la Figura 4: Curva de Aprendizaje Básica de Operadores. Por ejemplo, una vez que el operador complete los eventos de entrenamiento incluidos en la flecha que representa el nivel de Entrenamiento para Nivel de Entrada, el nivel de competencia es de 15-20%.

Las otras tres fases de entrenamiento mostradas a la derecha del diagrama comienzan en algún momento luego de haber calificado para el nivel Entrenamiento/Calificación para Operador Inicial de Campo y continúan la secuencia de los niveles de entrenamiento.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego del desarrollo de las herramientas de excelencia el cual consistió en la implementación de las siguientes herramientas:

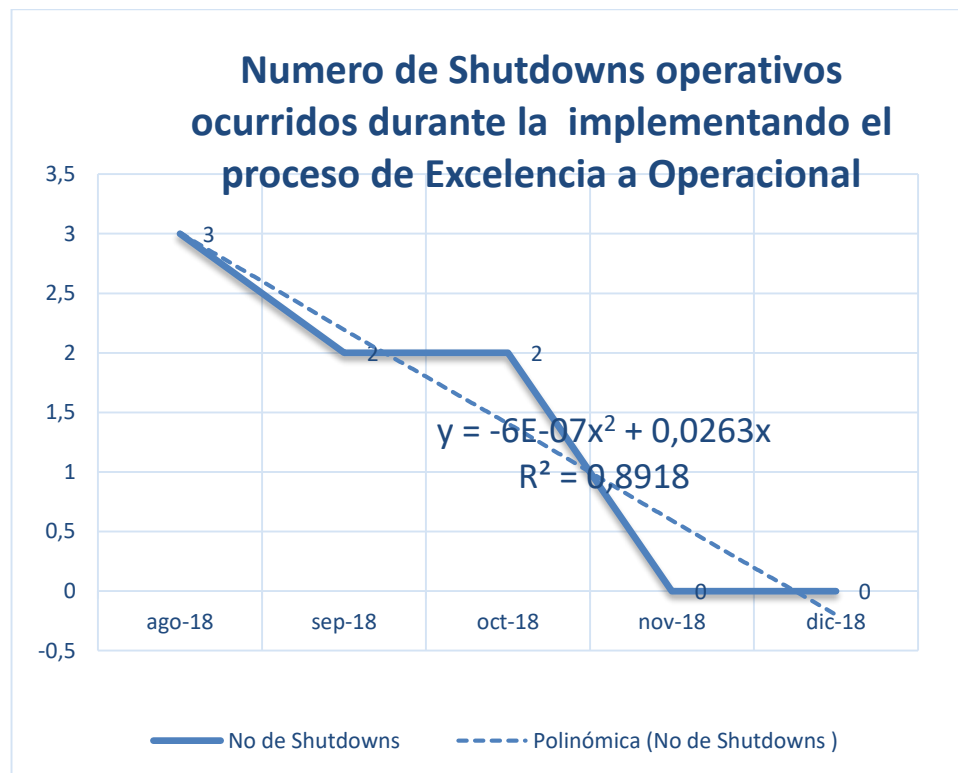
- Implementación de las guías de entrenamiento que abordaran las temáticas de:
 - Organización y personal
 - Políticas y reglamentos
 - Normas de aislamiento
 - Relación de parámetros
 - Operación estructurada
- Implementación de ejercicios de simulación mental (¿QPS?, DSP) donde se relacionaban problemas comunes de la planta de estudio y para así reforzar las relaciones de parámetros operativos las cuales inducen al operador a mejorar el análisis operativo generando una pronta solución de problemas.
- Simulacros de respuesta a los tres eventos operacionales que ocasionan Shutdown en la planta estudio, los cuales abarcan por completo las operaciones de emergencia y la respuesta a eventos operacionales.
- Realización y socialización de 25 de instructivos en tareas críticas los cuales se abarcaban temas como:
 - Puesta y sacada de equipos
 - Operación de equipos

Esta implementación se realizó a 15 operadores equivalentes al 100% del personal operativo, obteniendo una disminución considerable de las paradas no programadas como se listan en la Tabla 5.

Tabla 5. Paradas operacionales No programadas Obtenidas en el desarrollo del proyecto

Fecha	No de Shutdowns	Comentarios
ago-18	3	Terminación de la construcción de las Herramientas de excelencia operacional, nivelación y estandarización de procedimiento siguiendo esquema de disciplina operacional. Estándar de Ecopetrol en el desarrollo de la operación estructurada, Manual de control de trabajos, Aseguramiento de seguridad de proceso. Se estandarizo el lenguaje operativo.
sep-18	2	Entrenamiento con énfasis en implementación de simulacros de emergencia, guías de entrenamiento, ejercicios que pasa si?, apropiación del MDPU como herramienta de consulta
oct-18	2	Entrenamiento con énfasis en implementación de simulacros de emergencia, guías de entrenamiento, ejercicios que pasa si?, apropiación del MDPU como herramienta de consulta
nov-18	0	Implementación de la matriz de respuesta de emergencia, procedimientos y simulacro, aplicación sistemática de ejercicios que pasa si, GE, líder de entrenamiento.
dic-18	0	Implementación de la matriz de respuesta de emergencia, procedimientos y simulacro, aplicación sistemática de ejercicios que pasa si, GE, líder de entrenamiento.

Figura 12. Paradas operacionales No programadas Obtenidas en el desarrollo del proyecto

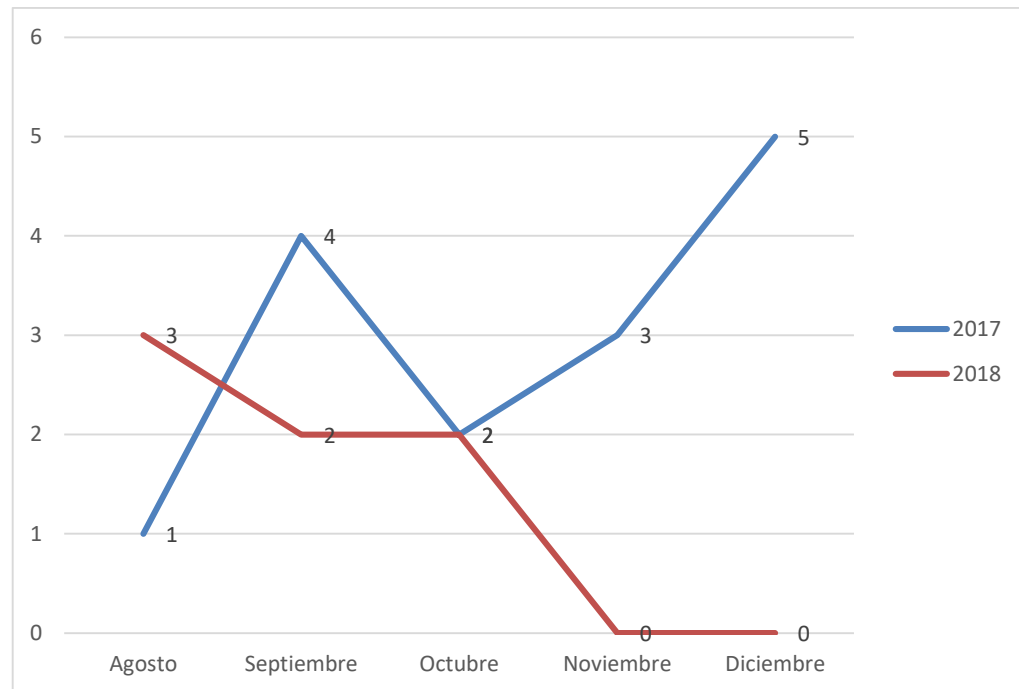


Comparando el número de paradas no programadas ocurrido en el mismo lapso del año 2017 versus el año 2018 se observa una disminución del 50% de la ocurrencia de estos eventos como lo muestra la Tabla 5.

Tabla 6. Paradas operacionales No programadas 2017 Vs. 2018.

	2017	2018
Agosto	1	3
Septiembre	4	2
Octubre	2	2
Noviembre	3	0
Diciembre	5	0
Total	15	7

Figura 13. Paradas Operativas No Programas 2017 Vs 2018



Además de la disminución de las paradas no programadas se observó un mejoramiento en los siguientes ítems:

- Calidad de crudo bombeado, logrando estar en especificaciones en los meses de implementación del programa.
- Reducción de incidentes operacionales
- Reducción de tiempo de respuesta en estabilización de las plantas y arranque de las mismas de 90 minutos a 20 minutos

6.1 BASES DE CÁLCULO DE RETORNO ECONOMICO

Para el cálculo de retorno económico es necesario establecer una línea base la cual hace referencia al comportamiento de las paradas no programadas antes de iniciar el proceso de entrenamiento operativo.

6.1.1 Línea base de cálculo

- Precio base de Barril Tratado: 40 U\$
- BSW del crudo a plantas: 90%
- Tiempo estimado de respuesta a los eventos ocurridos: 90 minutos
- Producción diaria: 12000 BPD
- Paradas no programadas: 33
- Calidad promedio del crudo tratado: 0.7% BSW
- Tasa de cambio: 2954.13 COP

Calculo Perdidas de Producción por paradas no programadas:

- Barriles por minuto que ingresan a las plantas

$$12000 \text{ BPD} = \frac{1 \text{ dia}}{1440 \text{ min}} = 8.33 \text{ BPM}$$

- Barriles de fluido dejados de tratar por parada no programada (BLS)

$$BLS = BPM * \text{Tiempo de respuesta}$$

$$BLS = 8.33 \text{ BPM} * 90 \text{ min}$$

$$BLS = 749.97 \text{ BLS}$$

- Barriles de fluido dejados de tratar de enero 2017 a enero 2018 (BNTT)

$$BLST = BLS * \# \text{ de paradas no programadas}$$

$$BLST = 749.97 \text{ BLS} * 33$$

$$BLST = 24749.01 \text{ BLS}$$

- Diferida de producción de enero 2017 a enero 2018

$$Diferida = BLST * (1 - bsw)$$

$$Diferida = 24749.01 BLS * (1 - 0.9)$$

$$Diferida = 2474.901 BBLS$$

- Costo diferida

$$U\$ Diferida = Diferida * U\$$$

$$U\$ Diferida = 2474.901 BBLS * 40$$

$$U\$ Diferida = 98996.04 U\$$$

$$U\$ Diferida = 98996.04 U\$$$

$$COP Diferida = 292,447,172.6$$

6.1.2 Análisis de resultados del proceso

- Precio base de Barril Tratado: 40 U\$
- BSW del crudo a plantas: 90%
- Tiempo estimado de respuesta a los eventos ocurridos: 20 minutos
- Producción diaria: 12000 BPD
- Paradas no programadas: 7
- Calidad promedio del crudo tratado: 0.4% BSW
- Tasa de cambio: 2954.13 COP

Calculo Perdidas de Producción por paradas no programadas:

- Barriles por minuto que ingresan a las plantas

$$12000 BPD = \frac{1 \text{ dia}}{1440 \text{ min}} = 8.33 BPM$$

- Barriles de fluido dejados de tratar por parada no programada (BNT)

$$BNT = BPM * \text{Tiempo de respuesta}$$

$$BNT = 8.33 \text{ BPM} * 20 \text{ min}$$

$$BNT = 166.6 \text{ BLS}$$

- Barriles de fluido dejados de tratar de agosto a diciembre 2018 (BNTT)

$$BNTT = BNT * \# \text{ de paradas no programadas}$$

$$BNTT = 166.6 \text{ BLS} * 7$$

$$BNTT = 1166.2 \text{ BLS}$$

- Diferida de producción de agosto a diciembre 2018

$$Diferida = BNTT * (1 - bsw)$$

$$Diferida = 1166.2 \text{ BLS} * (1 - 0.9)$$

$$Diferida = 116.62 \text{ BBLS}$$

- Costo diferida

$$U\$ Diferida = Diferida * U\$$$

$$U\$ Diferida = 116.62 \text{ BBLS} * 40$$

$$U\$ Diferida = 4664.8 \text{ U\$}$$

$$U\$ Diferida = 4664.8 \text{ U\$} * 2954.13 \text{ COP}$$

$$COP Diferida = 13,780,425.62 \text{ COP}$$

6.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Con el programa se ha tenido una perdida por diferidas de 13,780,425.62 COP mientras, que sin el programa de entrenamiento se tenía una pérdida anual de

292,447,172.6 COP lo cual indica que se tuvo un ahorro en diferidas de 278,666,245.4 COP.

3. CONCLUSIONES

- Según la investigación realizada en el campo de implementación del modelo, se pudo demostrar que la mayor parte de las paradas no programadas que generaban un alto índice de diferidas obedecían al fallo operacional ocupando un 54%, seguido por el fallo eléctrico que obedece a un 30% y por último fallo en equipos y mantenimientos correctivos con un 8% cada uno.
- Se pudo determinar tanto por la catalogación de paradas no programadas, como también por el examen de determinación de brechas que los operadores no tenían claridad en los modelos operativos.
- Se pudo determinar que las brechas operacionales se centraban en que no se tenía claridad de los procesos básicos operativos, análisis básicos de procesos los cuales no permitían tener una operación sana segura y limpia.
- Se generó un modelo de entrenamiento basado en la construcción e implementación de las herramientas de excelencia operacional, acorde al sistema de gerenciamiento del cambio de Ecopetrol, donde se busca la estandarización operativa.
- Se implementó el modelo de entrenamiento logrando reducir las paradas operacionales en un 50% en el mismo lapso de tiempo, generando una apropiación del modelo operativo.
- Se obtuvo una disminución de diferidas equivalentes a \$278,666,245.4 millones de pesos, solo con el mejoramiento de las competencias de los operadores.
- La reducción de diferidas conlleva a disminuir costos en tratamiento químico, disminución de consumos eléctricos de bombas de recuperación de crudo, disminución de desviaciones de calidad por el retorno de fluidos, tiempo estabilización de la planta, pérdida térmica del fluido para su deshidratación, etc.

4. RECOMENDACIONES

- Realizar continuamente una gestoría de cambios en los entrenamientos del personal, ya que los proyectos de expansión del campo se iniciaran en el año 2019, y esto generara ampliaciones en las plantas.
- Realizar un modelo de entrenamiento para operadores de plantas de tratamiento y recolección de (Crudo/Agua/Gas) de la gerencia.
- Realizar un modelo de entrenamiento para re corredores de pozos.
- Realizar el impacto económico, de los reprocesos al no controlar estas pérdidas y diferidas. De esta manera asociarlos para dimensionar la importancia del modelo.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, M. Percepção de Gestores e Técnicos sobre o processo de Gestão por Competências em Organizações no Brasil. Dissertação mestrado em Administração. Universidade de Brasília. Brasília. 2007

ANDER y AGUILAR Diagnostico Social. Conceptos y Metodología. Buenos Aires-México:Lumen Editores 2001

CHIAVENATO, I. Organización y administración. La dinámica del éxito en las Organizaciones. México: Thompson. 2004

CHIAVENATO, I. Administración de Recursos Humanos. México. McGraw-Hill. 2000

ESCALANTE, Domingo, Mejoramiento de las Competencias Técnicas VRC. 2016

GARCÍA, A., LAMADRID, V. "Modelo de programa operativo anual para instituciones educativas, bajo ambiente excell" 1ª. Edición. 2007 [en línea] disponible en: <http://eumed.net/libros/2007c/332/index.htm>

GARCÍA, O. Gestión de activos Alzaprima de la excelencia operacional. Valencia: AEMA. 2013 [en línea] disponible en: http://www.academia.edu/8732279/Gesti%C3%B3n_de_Activos_Alzaprima_de_la_Excelencia_Operacional

GP STRATEGIES Herramientas de Excelencia operacional. 2010

ANEXOS

Anexo A. Modelo de exámen de determinación de brechas.

Preguntas para la determinación de brechas de operadores

1. Diga cuál es su función dentro de la unidad y qué equipos debe operar según su cargo.
2. Explique los roles y las responsabilidades más importantes que tendrá como técnico de estación.
3. Mencione los aspectos más importantes del reglamento interno de trabajo.
4. Mencione las diez reglas fundamentales de Ecopetrol.
5. Diga cuál es la dotación de personal visitante a la estación.
6. Diga cómo documentar las fallas e incidentes que ocurren en el turno.
7. Diga los aspectos fundamentales a revisar para aprobar un permiso de trabajo.
8. Diga según la valoración RAM del análisis de riesgo quien es el responsable de su diligenciamiento.
9. Diga según la valoración RAM del análisis de riesgo quien es el responsable de su Aprobación.
10. Explique la diferencia entre incidente y falla de control.
11. Diga cuáles son los sistemas de alarmas visuales y sonoras de la estación.
12. Explique cuál es su papel al interactuar con el personal de mantenimiento.
13. Mencione los procedimientos que deben ejecutar para entregar equipos al personal en forma segura.
14. Diga cuántos tipos de extintores existen para usar en plantas industriales de acuerdo con el tipo de incendio.
15. Mencione los materiales peligrosos en la estación y sus riesgos.
16. Explique los peligros potenciales de las sustancias químicas contaminantes que se utilizan en la estación y la forma en que se neutralizan.
17. Explique qué es una actividad intrusiva.
18. Diga cuáles son las categorías de SAS existentes.
19. Mencione las herramientas propias para la realización del bloqueo y tarjeteo.
20. Defina los siguientes lazos de control:
 - Control de retroalimentación
 - Control en cascada
 - Control de proporción
 - Control de rango dividido
21. Explique qué es un acto sub-estándar.
22. Explique las posibles emergencias operacionales que pueden ocurrir en la estación.
23. Liste los equipos principales de la estación que opera.
24. Diga los puntos clave para operar uno de los equipos principales de la estación que opera.
25. Mencione las características de calidad que deben tener los productos de la estación.

Anexo B. Herramientas de Excelencia Operacional

Anexos de documentos adjuntos.