

**ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN Y PROCESOS PARA LA EMPRESA ECOPETROL
GERENCIA LLANOS**

JELITZA MILENA QUINTERO MENDOZA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2004

**ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN Y PROCESOS PARA LA EMPRESA ECOPETROL
GERENCIA LLANOS**

JELITZA MILENA QUINTERO MENDOZA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Petróleos**

Tutores

OSCAR VANEGAS ANGARITA

Ingeniero de Petróleos

MAURICIO HERRERA POLANÍA

Ingeniero de Petróleos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2004

A Dios, mi guía, fuerza y energía,
A mi madre Ángela, mi razón de ser,
A Miguel, mi seguridad,
A mi hermanita Sthefanni, mi alegría,
A mi familia, mi fortaleza,
A David, mi amor,
A mis amigos, los momentos.

AGRADECIMIENTOS

ECOPETROL – Gerencia Llanos, por contribuir en mi desarrollo profesional

Ing. MAURICIO HERRERA, Coordinador CASSO, tutor del proyecto, por apoyar mi trabajo.

Ingenieras DEISY PARRADO y PAOLA BARRERA de la Coordinación CASSO por su valioso tiempo y dedicación.

Ing. FREDY OMAR NIÑO, Coordinador de Tratamiento, por sus enseñanzas.

Ing. JAIRO CENTENO, Coordinador de Procesos, por su orientación

Ing. OSCAR VANEGAS ANGARITA, tutor del proyecto

Ing. JHONNY CADENA, por su amistad

Ing. CESAR LEAL, por los buenos momentos

Ing. RICARDO ROJAS, por su amabilidad

A todos los Supervisores, Técnicos y Operadores por su colaboración y paciencia.

Las niñas críticas: LINA RUIZ, JOVANNA MELO, CAROLINA AGUILAR, por compartir esta gran experiencia conmigo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCION</u>	12
<u>1 GENERALIDADES</u>	13
1.1 PRESENTACIÓN INSTITUCIONAL	13
1.1.1 MISIÓN	13
1.1.2 VISIÓN	13
1.1.3 NEGOCIOS	13
1.2 PRESENTACIÓN ECOPEPETROL GERENCIA LLANOS	14
1.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
1.2.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA	16
1.2.3 GEOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA	16
1.2.4 GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO	19
1.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CRUDO	19
1.2.6 RESEÑA HISTÓRICA	20
1.2.7 INFRAESTRUCTURA	22
<u>2 PROGRAMA CONTROL DE PERDIDAS</u>	25
2.1 FUNDAMENTOS	25
2.2 ¿POR QUÉ CONTROLAR LAS PÉRDIDAS?	25
2.3 PROCESO DE ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS	26
2.3.1 IDENTIFICANDO EXPOSICIONES A PÉRDIDA	26
2.3.2 INVENTARIO DE TAREAS CRÍTICAS	27
2.3.3 OBJETIVOS DEL ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTO DE TAREAS CRÍTICAS	29
2.3.4 ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS	30
<u>3 METODOLOGÍA</u>	31
3.1 PROCEDIMIENTO	31
3.1.1 HACER UN INVENTARIO DE TAREAS	32
3.1.2 IDENTIFICAR TAREAS DE CADA OCUPACIÓN	32
3.1.3 ANÁLISIS DE RIESGOS Y VALORACIÓN DE TAREAS	32
3.1.4 DESCOMPONER EN SECUENCIA DE PASOS	36

3.1.5	IDENTIFICAR LAS EXPOSICIONES A PÉRDIDA PARA CADA PASO DE LA TAREA	36
3.1.6	VERIFICAR LA EFICIENCIA DE CADA PASO O TAREA	38
3.1.7	REVISIÓN DE LA VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA	39
3.1.8	DESARROLLAR CONTROLES PARA CADA PASO	39
3.1.9	ELABORAR LOS PROCEDIMIENTOS Y/O PRÁCTICAS DE TRABAJO	41
3.1.10	PONER EN FUNCIONAMIENTO	41
3.1.11	ACTUALIZAR Y MANTENER REGISTROS	44
3.2	GLOSARIO DE TÉRMINOS	44
4	<u>DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN PPA</u>	46
4.1	ESTACIÓN APIAY	46
4.2	ESTACIÓN SURIA	46
4.3	ESTACIÓN REFORMA	46
4.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	46
4.4.1	RECOLECCIÓN	48
4.4.2	SEPARACIÓN	48
4.4.3	TRATAMIENTO	49
4.4.4	ALMACENAMIENTO Y BOMBEO	51
4.5	ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN PPA	52
4.6	EJEMPLO DE ANÁLISIS DE TAREA CRÍTICA	54
4.7	PONER EN FUNCIONAMIENTO	61
4.8	ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	62
5	<u>DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN CASTILLA Y CHICHIMENE</u>	63
POC		
5.1	LOCALIZACIÓN	63
5.2	ESTACIÓN CASTILLA 1	63
5.3	ESTACIÓN CASTILLA 2	64
5.4	ESTACIÓN CHICHIMENE	64
5.5	ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN POC	65
5.5.1	IDENTIFICACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS	65
5.5.2	ACTIVIDADES QUE DEBE DESARROLLAR EL AUXILIAR DE OPERACIONES	66
5.5.3	ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DE TAREAS CRÍTICAS	68
6	<u>DEPARTAMENTO DE PROCESO PRL</u>	69
6.1	PLANTA DE ASFALTO	69

6.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE ASFALTO	69
6.1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA DE ASFALTO	70
6.2	PLANTA DE GAS	74
6.2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE GAS	74
6.2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANTA DE GAS	75
6.3	ESTACIÓN DE BOMBEO APIAY	81
6.3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO APIAY	81
6.3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EBA	82
6.4	ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN PRL	86
6.5	EJEMPLO DE ANÁLISIS DE TAREA CRÍTICA	87
6.6	PONER EN FUNCIONAMIENTO	92
6.7	ACTUALIZACION Y AJUSTE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	93

CONCLUSIONES **94**

BIBLIOGRAFÍA **96**

ANEXOS **98**

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades del Crudo.....	20
Tabla 2. Capacidades de Tratamiento de Estaciones.....	24
Tabla 3. Procedimiento de Análisis de Tareas Críticas.....	31
Tabla 4. Calificación de Repetitividad.....	33
Tabla 5. Calificación de Gravedad.....	34
Tabla 6. Calificación de Probabilidad.....	35
Tabla 7. Revisión de la Verificación de Eficiencia.....	40
Tabla 8. Tareas críticas Departamento de Producción.....	53
Tabla 9. Tareas críticas Departamento de Proceso.....	87

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Negocios de la Gerencia Llanos.....	14
Figura 2. Ubicación Geográfica.....	15
Figura 3. Esquema del corte transversal de la cuenca de los Llanos Orientales.....	16
Figura 4. Columna Estratigráfica generalizada de la cuenca de los Llanos Orientales.....	18
Figura 5. Correlación de factores – aspectos a pérdida.....	38
Figura 6. Factores de Exposición a Pérdida.....	39
Figura 7. Diagrama Esquemático de una Estación.....	47
Figura 8. Plataforma de cargue de crudo.....	55
Figura 9. Bombas de despacho.....	55
Figura 10. Brazo de cargue actual.....	55
Figura 11. Diagrama esquemático planta de asfalto.....	73
Figura 12. Diagrama esquemático planta de gas.....	80
Figura 13. Diagrama esquemático de la estación de bombeo.....	85
Figura 14. Torre T-601 Deetanizadora.....	88
Figura 15. Válvula de los platos para carga.....	88
Figura 16. Válvula neumática para cargue.....	88

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. DOCUMENTOS APLICABLES.....	99
Anexo B. PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS EN LA VICEPRESIDENCIA DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN.....	107

RESUMEN

TITULO: Análisis y Procedimientos de Tareas Críticas en el área de Producción y Proceso para la Empresa ECOPETROL Gerencia Llanos*

AUTOR: Jelitza Milena Quintero Mendoza**

PALABRAS CLAVES: Tarea crítica, Salud ocupacional, Control de Pérdidas, riesgo.

DESCRIPCIÓN:

En la Gerencia Llanos se desarrolla la explotación de hidrocarburos del área Apiay – Ariari y la operación de la infraestructura a cargo, regidos por la política de Calidad, Seguridad, Ambiente y Salud Ocupacional.

En búsqueda de una herramienta básica que identifique las tareas que están asociadas a los mayores factores de riesgo y así tomar acciones que permitan disminuir y/o eliminarlos y evitar consecuencias, se requiere implementar el Elemento Análisis y Procedimientos de tareas críticas del Programa Control de Pérdidas.

En los departamentos de Producción y Procesos se requiere establecer las condiciones bajo las cuales se deben ejecutar dichas tareas, con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes e incidentes que puedan afectar la salud de los trabajadores, su seguridad y la de las instalaciones y/o causar impactos negativos donde se ejecutan, es por ello que se inicia la implementación del Análisis y Procedimientos de tareas críticas cuya metodología es la siguiente:

- Identificación de las tareas de cada ocupación, análisis y valoración de los riesgos de cada tarea e inventario de tareas críticas.
- Descomponer en pasos, identificación de exposiciones a pérdida de cada paso, verificar eficiencia de cada paso o tarea, definir y escribir prácticas o procedimientos requeridos, registrar procedimiento estándar, realizar reglas especiales y revisión de higiene a las tareas que así lo requieran.
- Revisar y ajustar todos los procedimientos que se encuentren desactualizados; Realizar un plan de entrenamiento de la forma en que se deben realizar las tareas y dar a conocer la importancia de su adecuada ejecución.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tutores: Ing. Mauricio Herrera Polanía (ECOPETROL Gerencia Llanos), Ing. Oscar Vanegas Angarita (UIS)

ABSTRACT

TITLE: Analysis and Critical Procedures of Tasks in the area of Production and Process for the Business ECOPETROL Llanos Management*

AUTHOR: Jelitza Milena Quintero Mendoza**

KEY WORDS: Critical Task, Employment Health, Control of Losses, risk.

DESCRIPTION:

In Llanos Management develops the exploitation of hydrocarbons of the area Apiay – Ariari and the operation of the infrastructure to charge, governed by the politics of Quality, Security, Environment and Employment Health. In search of a basic tool that identify the tasks that are associates to the greater factors of risk and thus to take actions that permit to diminish and/or to eliminate them and to avoid consequences it is required to implement the Element Analysis and critical Procedures of tasks of the Losses Control Program.

In the departments of Production and Processes is required to establish the conditions under which should be executed those tasks, in order to preventing the occurrence of accidents and incidents that can affect the health of the workers, their security and of the installations and/or to cause negative impacts where are executed, is because of it that the implementation of the analysis is initiated and critical procedures of tasks whose methodology is the following one:

- Identification of the tasks of each occupation, analysis and appraisal of the risks of each task and critical inventory of tasks.
- To break down in steps, identification of expositions to loss of each step, to verify efficiency of each step or task, to define and to write practices or procedures required, to register standard procedure, to carry out special rules and revision of hygiene to the tasks that thus require it.
- To Revise and to adjust all the procedures that be not found brought up at date; to Carry out a plan of training of the form in which the tasks should be carried out and to bring to light the importance of their adequate execution.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tutores: Ing. Mauricio Herrera Polanía (ECOPETROL Gerencia Llanos), Ing. Oscar Vanegas Angarita (UIS)

INTRODUCCIÓN

La definición de todos los factores que pueden generar pérdidas y no solo la identificación de los riesgos inherentes a la seguridad obligan a enfocar y desarrollar los análisis de trabajo seguro mediante un procedimiento que permita examinar tanto los métodos de trabajo como identificar la exposición a cualquier tipo de pérdida y valorar los riesgos de cada tarea para determinar su criticidad y establecer los Procedimientos o Prácticas de Trabajo.

Por lo anterior, después de evaluar el estado inicial de la empresa, mediante auditorias realizadas en los diferentes Departamentos, la Gerencia Llanos adopta y estandariza el elemento ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRITICAS, elemento No. 4 del Programa Control de Pérdidas

La técnica que se describe aquí analiza el trabajo sistemáticamente desde la perspectiva de la seguridad, la calidad y la eficiencia, todas al mismo tiempo. De esta manera, trata con todos estos intereses críticos de la Empresa. Este enfoque da, efectivamente, una mayor garantía a los aspectos de seguridad. Sin un enfoque integrado se podrían efectuar cambios en la producción o calidad que tuvieran un impacto negativo en los aspectos de seguridad y salud. Además, debido a que facilita el aporte del personal que realiza efectivamente el trabajo, esta técnica está completamente en armonía con el énfasis que se da en la actualidad al compromiso de los trabajadores y a la administración participativa. Como resultado de todo esto se obtienen procedimientos y prácticas más valiosas, más útiles, y con mayor probabilidad de ser usadas por todos los interesados.

1 GENERALIDADES

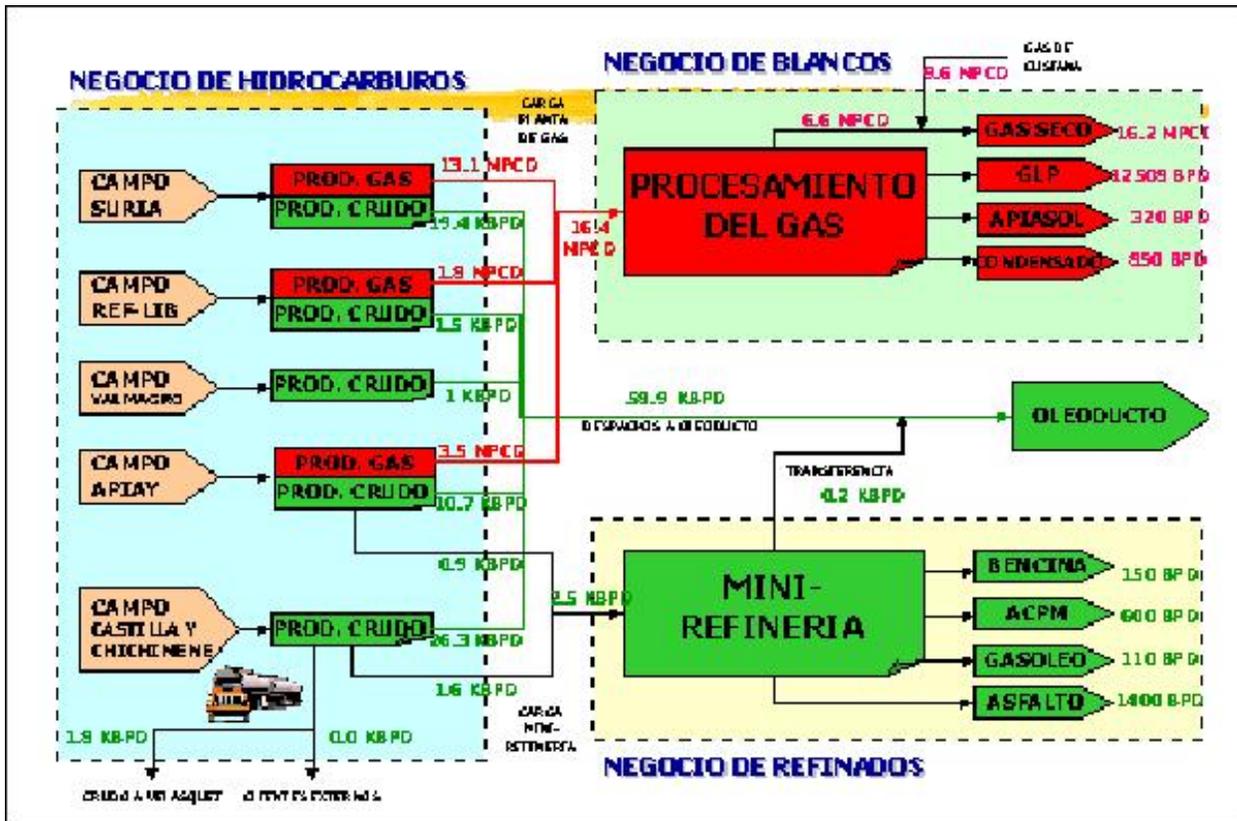
1.1 PRESENTACIÓN INSTITUCIONAL

1.1.1 Misión. En la Gerencia Llanos explotamos competitivamente los hidrocarburos del área Apiay-Ariari y operamos eficientemente las Plantas de Gas, Asfalto y la Estación de Bombeo, para contribuir a la autosuficiencia petrolera mediante la incorporación, desarrollo y producción de las reservas de hidrocarburos existentes en las áreas asignadas. Gerenciamos nuestros recursos directamente o en asocio con terceros, en condiciones de eficiencia, productividad y responsabilidad social, con el fin de garantizar la máxima generación de valor para ECOPETROL y el país. Promovemos el desarrollo integral de nuestro talento humano como principal recurso de la organización, para actuar con liderazgo en un entorno cada vez más competitivo.

1.1.2 Visión. La Gerencia Llanos será líder en la explotación de hidrocarburos, proceso de gas y refinación, aplicando modelos técnico-económicos que nos permitan operar bajo parámetros de eficiencia, productividad con costos competitivos a nivel mundial, con responsabilidad social y un equipo humano capaz y motivado, que aplique la tecnología requerida para maximizar la generación de valor en nuestro negocio. Asegurará su continuo crecimiento con autonomía administrativa y financiera.

1.1.3 Negocios. La Gerencia Llanos tiene enfocada sus operaciones hacia tres negocios: hidrocarburos, productos blancos y productos refinados (ver figura1).

Figura 1. Negocios Gerencia Llanos



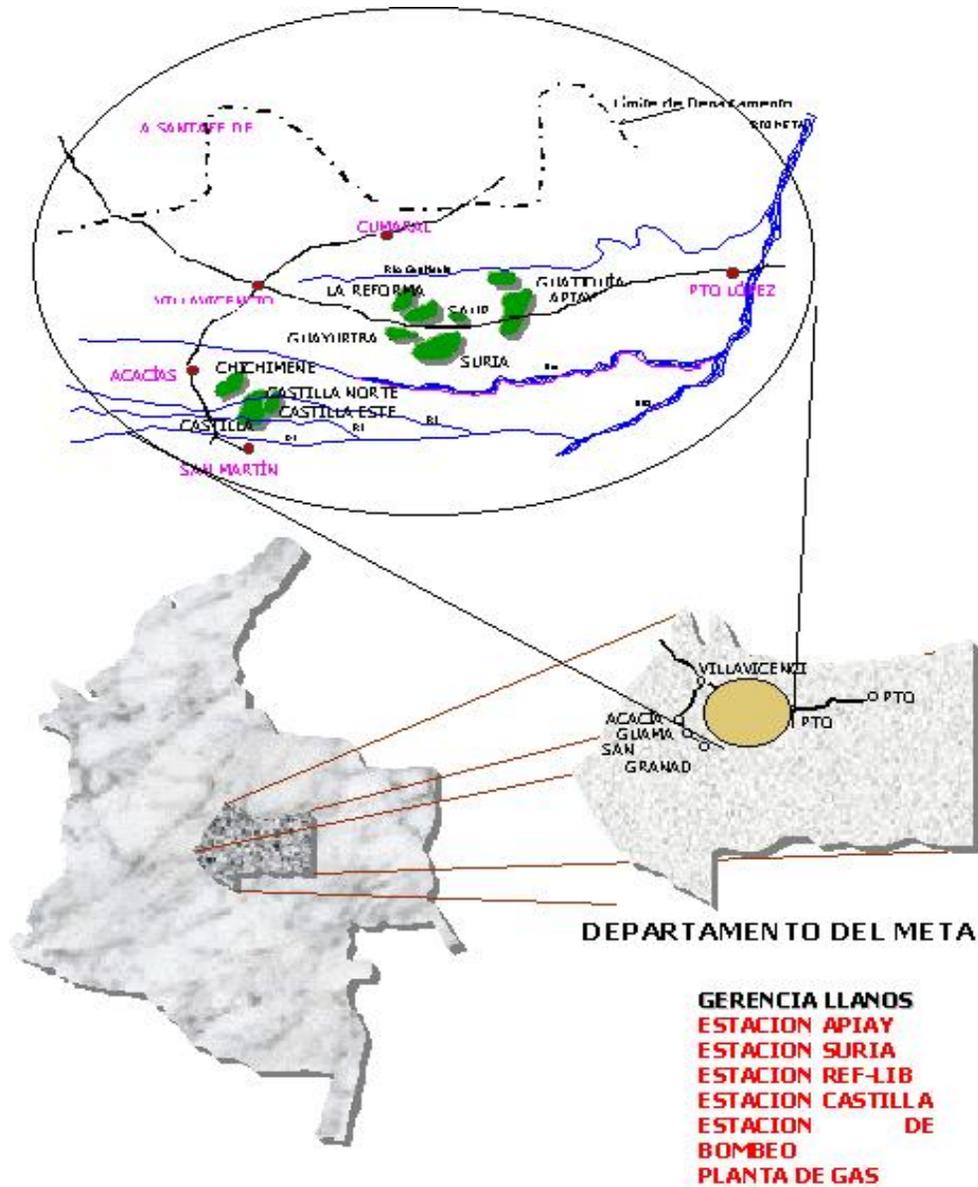
Fuente: ECOPETROL Gerencia

1.2 PRESENTACIÓN ECOPETROL GERENCIA LLANOS

1.2.1 Ubicación Geográfica. La gerencia Llanos administra los campos petroleros ubicados en la subcuenca Apiay-Ariari, en el costado sur occidental de la cuenca de los Llanos Orientales. La Gerencia Llanos está aproximadamente 100 Km. al SÉ de Santa fe de Bogotá (Figura 2) y a 30 Km. al Sur-Este de la ciudad de Villavicencio dentro de las coordenadas Gauss (origen Bogotá) Norte: 934.000 a 948.000 y Este: 1.064.500 a 1.080.000. Geográficamente es un área plana con alturas que oscilan entre 180 y 340 m. sobre el nivel del mar. La principal vía de acceso es la carretera que de Villavicencio conduce a Puerto López. La subcuenca Apiay-

Ariari cubre una totalidad de 15000 km² a 30000km². Limita al oeste con el piedemonte llanero y con el sistema de fallas Upia-Guaicáramo, al norte con el paleoalto de Cumaral y con la Serranía de la Macarena al sur.

Figura 2. Ubicación Geográfica.

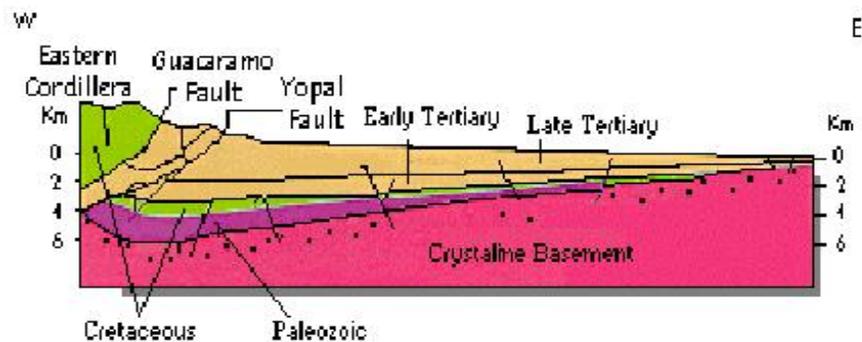


(Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos).

1.2.2 Geología del área. En el área Apiay - Ariari se presentan estructuras semidómicas, dómicas y anticlinales respectivamente, asociadas a un fallamiento inverso y normal.

En el límite oriental del área se ha interpretado un tren de fallas inversas, la falla de Apiay de dirección Noreste, inclinada al Oeste y con salto de 50 a 100 m. El límite Occidental está determinado por la falla inversa de la Libertad, de rumbo Norte - Sur y plano inclinado al Oriente. Entre estos dos sistemas de fallas, se desarrolla un complejo estructural de fallas normales e inversas que controlan la formación de estructuras anticlinales y domos. La presencia de las fallas inversas es de suma importancia ya que ellas permiten la acumulación de hidrocarburos actuando como trampas estructurales (Ver figura 3).

Figura 3. Esquema del Corte Transversal de la Cuenca de los Llanos Orientales



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos

1.2.3 Geología Estratigráfica. Las formaciones de interés petrolífero que se encuentran en el área Apiay-Ariari son: Une, Chipaque, Mirador y Carbonera a la que pertenecen las unidades operacionales K-2, K-1, T-2 y T-1 respectivamente.

- **Basamento Económico**

De edad paleozoica, sólo ha sido alcanzado por los pozos Quenane-1, Suria-1, Apiay-4 y Apiay Este-1. El pozo Quenane-1 fue el único que penetró 200 pies de metasedimentos y alcanzó el basamento cristalino.

- **Formación Une**

Corresponde a la unidad operacional K-2. Es una arenisca masiva de 720 pies de espesor limitada por el K-1 y el basamento económico. Tiene una edad Cenomaniano – Albiano (50 a 60 millones años). Fue depositada en ambientes de ríos trenzados, deltáicos.

- **Formación Chipaque**

Se encuentra suprayaciendo la unidad K-2 y corresponde a la unidad K-1. Está constituida por shales interestratificados con areniscas depositadas en un ambiente deltáico que alcanzan un espesor y permeabilidad promedio de 700 pies y 200 md respectivamente. Su edad es Santoniano - Maestrichtiano (45-50 millones años)

- **Formación Mirador**

En el área sólo se encuentra su parte superior, la que corresponde a la unidad operacional T-2 (que produce crudos pesados). Es una arenisca cuarzosa con intercalaciones de lutita y limolita depositada por canales cruzados con influencia marina, su edad es Eoceno Superior y alcanza un espesor promedio de 150 pies.

- **Formación Carbonera**

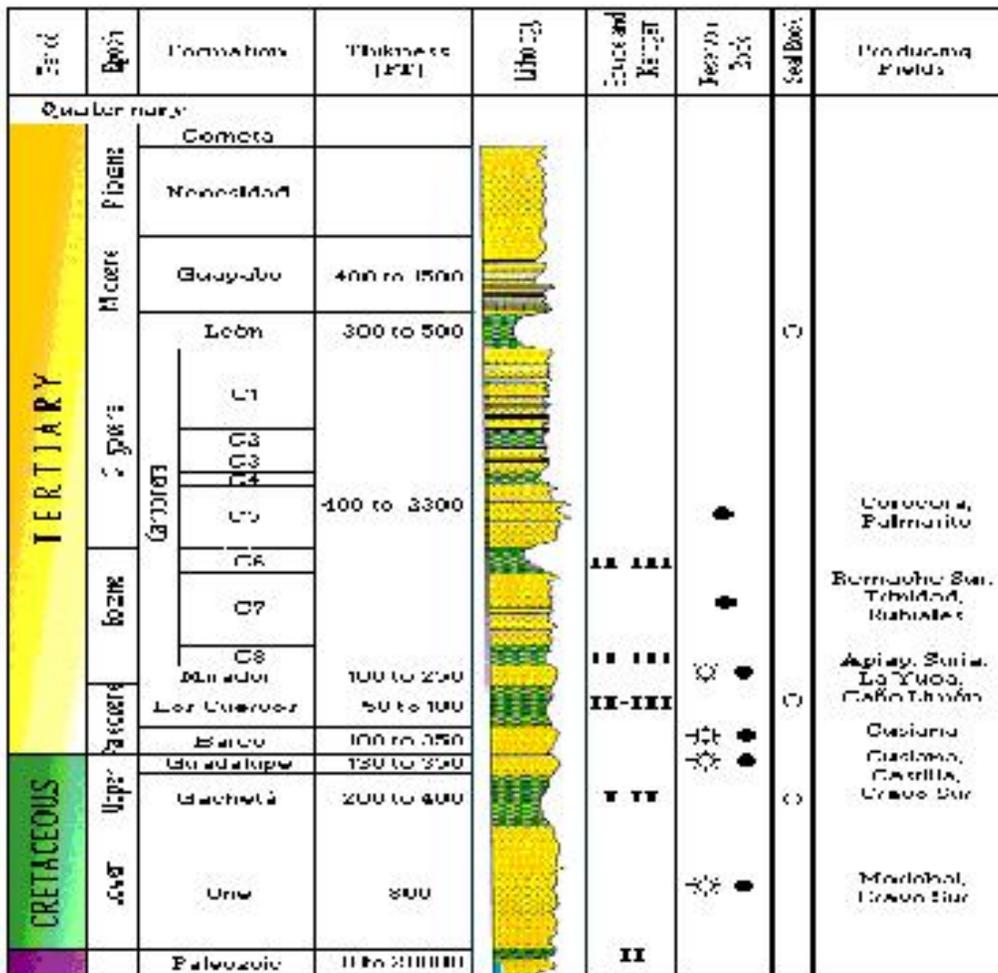
El shale E4 marca la separación entre las areniscas del T-2 y las del T-1, es producto del depósito en ambiente marino somero.

La arenisca T-1 posee intercalaciones de lodolitas y limolitas grises a verdes, alcanzando un espesor de 250 pies. Fue depositada en un sistema fluvial de baja energía; su edad es Oligoceno (40 a 42 millones años).

- **Areniscas de Carbonera**

Representan la unidad superior de la formación carbonera, está conformada por una serie de capas de areniscas separadas por capas de arcillolitas. Fueron depositadas en un ambiente fluvial de baja energía.

Figura 4. Columna Estratigráfica Generalizada de la Cuenca de los Llanos Orientales



Fuente: ECOPETROL, Gerencia Llanos

1.2.4 Geología del Petróleo. Las rocas sello para los yacimientos K-2 y K1 son las capas de arcillolitas y lutitas intercaladas en la unidad K-1, además de los cambios laterales de facies. Para las unidades T-2 y T-1 son las lutitas E-4 y E-3 respectivamente. En la evaluación geoquímica de los Llanos Orientales, realizada por el Instituto Colombiano del Petróleo, se identificó roca fuente potencial para las secuencias Cretácico y Terciario. Además se diferenciaron cinco familias de crudos: A, B, C, D y E; siendo la familia A, localizada en el sector Norte de la cuenca de los Llanos, de origen marino con ligera influencia terrestre; la familia B, distribuida en el área central, originada de materia orgánica terrestre; las familias C y D, distribuidas en el sector central y sur de la cuenca, provenientes de materia orgánica marina con mediana influencia terrestre y la familia E, localizada en el sector sur de la cuenca, proviene de materia orgánica marina con ligera influencia terrestre, estando la roca madre posiblemente ubicada en el área de la Cordillera Oriental.

La fuente de energía de la unidad K-2 corresponde a empuje de agua, presentando un acuífero activo con un espesor original promedio de 400 pies que ha evitado que la presión disminuya significativamente (100 lppc desde el inicio de su producción); la energía de la unidad K-1 proviene de un mecanismo combinado de gas en solución y empuje parcial de agua. La caída de presión ha sido aproximadamente 600 lppc, asociada a una corta historia de producción y a un drenaje parcial, lo que indica que el yacimiento no cuenta con un soporte fuerte de energía.

1.2.5 Características del crudo. En general, el aceite del Cretácico varía de pesado (campo Castilla) a liviano (campos Apiay, Suria, etc.). Para el caso particular de los Campos Apiay y Suria, la gravedad API del crudo oscila entre 18 y 33 °API para la formación K2. Es importante anotar que la unidad K-1 almacena fluidos de diferentes características (25 °API a 49

°API). De esta forma, cada unidad podría responder a presiones de saturación diferentes.

La tabla 1 muestra los resultados del estudio de las propiedades termodinámicas del fluido (P.V.T.).

Tabla 1. Propiedades PVT.

PROPIEDAD		K-2	K-1
Expansión térmica del fluido a Py (de Ty a 68 °F)		1.0869	1.1136
G.O.R.	SCF/STB	300	762
Compresibilidad del Fluido a Ty (desde Pb a Py)		1.0127 ⁻⁰⁵	9.346 x10 ⁻⁰⁶
Relación Gas – Aceite en solución	PCN/BF	471.83	837.53
Factor Volumétrico del Aceite	BY/BF	1.5353	1.5811
Densidad del aceite a Pb y Ty	G/cm ³	0.6592	0.6835
Viscosidad a Py	cp	1.0877	0.3330
Gravedad API @ 60 °F	°API	32.6	31.77
Temperatura del Yacimiento (Ty)	°F	242	235
Presión Original del Yacimiento (Py)	Lppc	4363	3700
Presión de Burbuja (Pb)	Lppc	1398	3217

Fuente: AMAYA Carlos; MUÑOZ María; ROJAS Nelson, CÁLIZ Aldo. Potencialidad del yacimiento k-1 en los campos Apiay, Suria y Libertad Cuenca Llanos Gya - Gerencia Llanos, Santa fe de Bogotá febrero 1998.

1.2.6 Reseña Histórica. Entre 1944 y 1977 varias compañías petroleras entre las que se cuentan Shell, Intercol, Texaco, Chevron, Continental y Phillips hicieron gestión exploratoria en la zona que incluyo sísmica y perforación de pozos; la mayoría de las cuales con resultados negativos,

habiendo sido Chevron la única que obtuvo descubrimientos de exploración comercial aceptable en los campos de Castilla y Chichimene en 1969. (Actualmente este campo es administrado por ECOPETROL).

El primer pozo perforado en esta área fue el 1127-1X perforado en abril de 1972 por Phillips Petroleum Company, el cual comprobó la acumulación de hidrocarburos en areniscas de la secuencia K-1 del Cretáceo. Este pozo fue abandonado en mayo del mismo año por haberse encontrado acuífero en la unidad K2. Más tarde, en 1980, la empresa colombiana de petróleos "ECOPETROL" inicio los programas sísmicos Quenane y Chaviva, que condujeron a la perforación del pozo Apiay-1 el cual fue el descubridor del campo Apiay el 18 de diciembre de 1981 y se completó como productor de aceite (24°API) en el cretáceo superior, formación Guadalupe, Unidad K-2.

Posteriormente se perforaron los pozos Apiay-2 (que resulto seco) y Apiay-3 (productor) que inicio producción en diciembre de 1982.

El 1º de marzo de 1983, después de comprobar la producción comercial mediante las pruebas efectuadas en los pozos Apiay-1 y Apiay-3, se inició oficialmente la explotación de hidrocarburos del campo Apiay. Actualmente se han perforado 16 pozos, la mayor parte de la producción de este campo proviene de la unidad K-2 (cretáceo superior), formación Guadalupe.

ECOPETROL perforó el pozo Guayuriba-1 el 31 de marzo de 1984 obteniendo producción en los mismos intervalos estratigráficos y en 1985 se completó el pozo Guayuriba-2 como productor de la secuencia K2. En este mismo año, ECOPEOTROL descubre las acumulaciones petrolíferas del campo la Libertad - la Reforma.

El campo la Libertad - la Reforma inició su actividad del 18 de mayo de 1985 con el pozo Reforma-1, mas tarde el Reforma-2, en agosto de 1985 con el

pozo Libertad-1, posteriormente Libertad-2 y Libertad-4 y en febrero de 1987 con los pozos Libertad Norte 1,2,3 y 4.

El campo Suria descubierto por el pozo Suria-1 el 15 de enero de 1985 produjo aceite de 34° API en el cretáceo superior K-1 y K-2. En 1986 con los pozos Suria Sur-1, 2, 3 y 4 y Tanané-1, 2 y 3 respectivamente. En julio de 1987 y febrero de 1988 con los pozos Austral-1 y Pompeya-1. En agosto de 1988 con el pozo Saurio-1 y posteriormente el pozo Dino.

Paralelamente, en el período 1981 - 1993 se construyeron las facilidades de producción, así como la Estación de Bombeo Apiay y las Plantas de Gas y Asfalto. Entre 1981 - 1989 el crudo producido en el área se transportó por carro tanques, llegándose a manejar un volumen de 16.000 bls por día. A partir del 8 de agosto de 1989 se inició el bombeo por el oleoducto central de los llanos. Durante los años 1993 y 1994 se desarrolló un programa de sísmica 3D (125 km²). En 1995 se inició el proyecto “Desarrollo adicional área Apiay-Ariari”, para un recobro adicional de 36 MBIs su terminación esta programada para 1999.

A partir del año 1989 se inició el despacho de gas a Santa Fe de Bogotá y Villavicencio para consumo doméstico e industrial. En 1989 inició operaciones la Planta Deshidratadora de gas, con una capacidad nominal de 25 mpcd. Esta planta terminó de operar en 1994. En el año 1990 se inauguró la Planta de Gas seco. Se inició el manejo del gas de Cusiana en el año 1995. La Planta de Asfalto se inauguró en marzo de 1990.

1.2.7 Infraestructura. La Gerencia Llanos opera directamente los campos que pertenecen a las tres áreas operativas de Apiay (Apiay, Guatiquía, Gaván, Apiay Este); Suria (Suria, Suria Sur, Tanané, Guayuriba, Pompeya, Austral, Camoa, Ocoa, Quenane, Saurio) y Reforma-Libertad (Reforma,

Libertad, Libertad Norte). Por medio de administración delegada cuenta con el Área Castilla (Castilla, Castilla Este, Castilla Norte, Chichimene).

Actualmente, las unidades operacionales de mayor explotación en el campo Apiay son los yacimientos K1 y K2. No obstante, existen indicios de dos yacimientos adicionales más pequeños, pero que no dejan de ser de interés para la compañía, como lo son el T1 y el T2, los cuales son de gas y crudo pesado respectivamente.

Se adelanta contractualmente labores necesarias para iniciar la producción de los campos del Casanare (Rancho Hermoso, Entreríos y La Punta) bajo la modalidad de administración bajo riesgo y los campos Valdivia y Almagro bajo la modalidad de administración delegada.

"En la Gerencia Llanos se explotan competitivamente los hidrocarburos del área Apiay-Ariari y se operan eficientemente las Plantas de Gas, Asfalto y la Estación de Bombeo, para contribuir a la autosuficiencia petrolera mediante la incorporación, desarrollo y producción de las reservas de hidrocarburos existentes en las áreas asignadas.

Gerencia los recursos directamente o en asocio con terceros, en condiciones de eficiencia, productividad y responsabilidad social, con el fin de garantizar la máxima generación de valor para ECOPETROL y el país.

Promueve el desarrollo integral del talento humano como principal recurso de la organización, para actuar con liderazgo en un entorno cada vez más competitivo".

La Gerencia Llanos cuenta con tres Estaciones de Recolección: Apiay, Suria y Reforma - Libertad, las cuales definen así mismo las tres áreas operativas.

Tienen en conjunto una capacidad para manejar 250,000 BPD de fluido. La siguiente tabla presenta las capacidades de tratamiento de cada estación de recolección.

Tabla 2. Capacidad de tratamiento de estaciones.

ESTACIÓN	ACEITE (BPD)	AGUA(BPD)	FLUIDO TOTAL(BPD)	GAS (KSCF)
Apiay	44000	70000	114000	18000
Suria	40000	80000	120000	15000
Reforma	7000	9000	16000	5000

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos.

2 PROGRAMA CONTROL DE PERDIDAS

2.1 FUNDAMENTOS

Es una filosofía general de control de riesgos usada por muchas organizaciones que inicialmente se dedicaban sólo al control de riesgos de seguridad, pero que hoy día no sólo trabaja en los aspectos de la seguridad, sino que contempla otro tipo de pérdidas, como por ejemplo, pérdidas de productividad y eficiencia.

El enfoque integral en el control de pérdidas es especial y ambicioso.

Contempla tanto la seguridad, como la calidad y los aspectos de competitividad, que son dimensiones básicas requeridas cada vez más en la economía globalizada que iniciamos a vivir. Es decir, este enfoque tiene como marco de referencia las condiciones de trabajo, los factores personales, los procesos, los procedimientos, las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos y el mercado en que se desarrolla la empresa, tomando como referencia los mejores con los cuales se compite y buscando ser clase mundial.

2.2 ¿POR QUÉ CONTROLAR LAS PÉRDIDAS?

Llevar adelante una empresa en un mercado exigente como el actual no es tarea sencilla. Como propietario de una empresa usted enfrenta desafíos diarios: gran competencia, reducidos márgenes de ganancia, costo de mano de obra, reglamentaciones del gobierno, además de tratar de que su personal capacitado no se aleje y que sus estén clientes satisfechos. Lo último que necesita es tener que preocuparse por situaciones inesperadas y problemas a raíz de pérdidas que se hubieran podido evitar. Por esta razón el control de pérdidas es de su interés.

2.3 PROCESO DE ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS

El análisis de tareas es el examen sistemático de tareas para identificar todas las exposiciones a pérdidas presentes mientras se realiza la tarea. Preferiblemente el análisis de tarea se logra a través de observaciones y discusiones en el ambiente laboral; sin embargo, en ciertas condiciones el análisis se debe realizar sólo por medio de discusiones. La información resultante del análisis de tareas se usa entonces para desarrollar procedimientos o prácticas de trabajo. Los procedimientos de tareas definen paso a paso el método utilizado para desempeñar tareas adecuada y seguramente. Las prácticas de trabajo ofrecen guías a seguir cuando se desempeñan tareas que no siguen un método riguroso, paso a paso, cada vez que se ejecutan.

2.3.1 Identificando exposiciones a pérdida. La primera función que se debe cumplir en el programa de control de pérdidas es identificar todas las exposiciones a pérdidas. Esta función es absolutamente vital para detectar las peores circunstancias que pueden suceder en una organización. La identificación de exposiciones solo se logra a través de un repaso sistemático y profundo de factores como exposiciones a pérdidas anteriores, el potencial de pérdidas futuras y probabilidad de que éstas recurran.

La experiencia ha demostrado que el principio de los “pocos críticos / vitales” se emplea constantemente en la mayoría, sino en todas, de las aplicaciones del programa. Este elemento evalúa si una organización ha sistemáticamente identificado, analizando e implementado procedimientos y prácticas efectivas (según sea apropiado) para sus “tareas críticas”. Una tarea crítica es aquella que si no se ejecuta apropiadamente, puede resultar en una lesión seria, enfermedad, daños a la propiedad, impactos al medio ambiente o en otra clase de pérdida. Antes de identificar las tareas críticas, la organización debe claramente definir el nivel de seriedad de la lesión,

enfermedad, daños a la propiedad, pérdidas en el proceso, y el impacto al ambiente que considere ser “serio”.

El enfocar la atención en las tareas críticas asegura la implementación de un programa de calidad a largo plazo con un mínimo de papeleo. No se debe otorgar crédito a este elemento por preguntas relacionadas a tareas críticas si estas tareas no han sido identificadas a través de algún tipo de evaluación formal de riesgos. Entre más alto sea el riesgo involucrado, lo más sistemático debe ser la evaluación empleado. Las organizaciones pueden analizar y sistematizar todas las tareas si lo desean; sin embargo, ellas deben haber identificado una sección de las tareas críticas, usando una técnica de evaluación para poder satisfacer la mayor parte de la intención de este elemento.

2.3.2 Inventario de Tareas Críticas. El desarrollo de un buen inventario de tareas es esencial en la identificación de las tareas críticas. Sin un inventario adecuadamente completado, una organización no puede exitosamente identificar y analizar aquellas tareas críticas que históricamente han contribuido con el 80% de las pérdidas o con aquella que tienen un alto potencial de pérdidas mayores, ni conducir observaciones efectivas de tareas, o implementar otros elementos del programa. Una lista detallada de tareas y la identificación de las tareas críticas proveerá al programa con grandes dividendos por muchos años, sin mencionas la reducción de papeleo.

Los métodos para identificar las tareas que son críticas incluyen: (números con referencia, el Proceso de Revisión y Evaluación de Seguridad y Salud, Subelementos o números de pregunta).

Entre los métodos para identificar las tareas que son críticas se encuentran:

1. Identificación y análisis de tareas por ocupación.
2. Identificación de peligros y evaluaciones de riesgos.
3. Evaluaciones de peligros a la salud.
4. Análisis de causas.
5. Revisión de la legislación.
6. Sugerencias de empleados.
7. Revisión de los procedimientos de operaciones.
8. Análisis de informes de observación de tareas.

Mientras numerosos métodos han sido reconocidos de gran utilidad en la identificación de tareas críticas, la experiencia ha demostrado que en la mayoría de las organizaciones el primer método del listado anterior es el más completo para asegurar que todas las tareas críticas han sido identificadas en la organización.

La identificación y análisis de tareas por ocupación es un análisis metódico el cual sigue tres pasos muy amplios para determinar un inventario de tareas críticas:

1. Identificar todas las ocupaciones dentro de la unidad de la organización.
2. Identificar todas las tareas ejecutadas dentro de cada ocupación.
3. Identificar las tareas críticas dentro de cada ocupación, basadas en el análisis de cada tarea usando un criterio establecido.

Se recomienda enfáticamente que la organización use equipos de personas, incluyendo aquellos con conocimientos minuciosos dentro de cada ocupación, para así efectivamente lograr los pasos 2. y 3.

Guías generales que pueden ayudar a establecer si el inventario de tareas es adecuado:

1. En general, ocupaciones de operaciones tienen menos tareas que las ocupaciones de mantenimiento.

2. Se espera encontrar de 20 a 40 tareas por cada ocupación de operaciones y de 2 a 3 veces más este número por cada ocupación de mantenimiento.
3. Esté alerta por definiciones muy amplias de tareas como “operar un montacargas”, o “repara bombas”, desde que éstas usualmente indican que el inventario de tareas necesita un análisis más específico.
4. Mantenga en mente que la lista de tareas es un ejercicio subjetivo y por consiguiente puede resultar en un nivel aceptable de detalle; no sea demasiado crítico.

Los métodos usados para identificar las tareas críticas pueden también ser usados en la revisión y actualización de los análisis de tareas; el proceso de revisión necesita, sin embargo, no ser tan riguroso como el proceso de análisis inicial.

2.3.3 Objetivos del Análisis y Procedimiento de Tareas Críticas. Como regla general, los empleados en ocupaciones vinculadas con el proceso de operaciones tienden a realizar de cinco a diez tareas críticas; aquellos en ocupaciones relacionadas con mantenimiento usualmente efectúan de quince a treinta tareas críticas. Supervisores de primera línea / líderes de grupo, quienes pueden tener empleados en varias ocupaciones, suelen ser responsables por la terminación final del análisis, procedimientos y prácticas de tareas. Un objetivo realista para el supervisor de primera línea/líder de grupo para la mayoría de las organizaciones es el analizar y revisar procedimientos para una tarea crítica de dos a tres meses aproximadamente, ya que puede tomar hasta ocho horas de trabajo para completar un análisis y procedimiento de tarea.

La mayoría de las organizaciones tardan años en completar este programa, pero la experiencia ha enseñado que el establecer objetivos realistas

aumenta la probabilidad de producir procedimientos y prácticas de mejor calidad.

2.3.4 Análisis y Procedimientos de Tareas Críticas. Como lo sugiere el título de este subelemento, solamente los análisis formales de tareas críticas satisfacen la intención aquí. Un sistema informal, insubstanciado es inadecuado para identificar todas las exposiciones a pérdidas. Sin la evidencia de un análisis formal, no se debe otorgar crédito en este subelemento.

Se debe evidenciar el uso de un enfoque de grupo, que involucre la participación de los empleados que ejecutan tareas críticas.

El coordinador de programa debe mantener los archivos de los registros pertenecientes a los análisis, procedimientos y prácticas de trabajos de tareas críticas, incluyendo las hojas maestras de análisis de tareas.

Los análisis y procedimientos de tareas críticas deben ser revisados en cualquier momento. Se ha encontrado evidencia de esta necesidad durante la revisión de las siguientes actividades:

- a. Administración del cambio.
- b. Cambios de ingeniería.
- c. Análisis de causas.
- d. Revisión de la legislación.
- e. Evaluaciones de riesgos.
- f. Análisis de informes de observaciones de tareas.
- g. Sugerencias de empleados.

3 METODOLOGÍA

3.1 PROCEDIMIENTO

Tabla 3. Procedimiento para el análisis de tareas críticas.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	APOYO	REQUISITOS
	Líder del elemento Jefe de Dpto.	Ejecutor de la tarea Facilitador Elemento	Conocer cada ocupación, utilizar formato "hoja de inventario de ocupaciones CASSO-IATC-F-001
	Líder del elemento Jefe de Dpto. Supervisor	Ejecutor de la tarea Facilitador Elemento	Diligenciar formato "Hoja de Inventario Tareas Críticas CASSO-IATC-F-002
	Jefe de Dpto. Supervisor	Ejecutor de la tarea Asesor CASSO	Evaluar el riesgo con criterios de gravedad, repetitividad y probabilidad objetividad CASSO-IATC-F-002
	Supervisor		Analizar si se requiere documentar el procedimiento, archivar la información obtenida
	Supervisor	Ejecutor de la tarea Asesor CASSO	Conocer bien la tarea, diligenciar formato Hoja de Inventario para análisis de Tareas CASSO-IATC-F-003 parte A
	Jefe de Dpto. Supervisor	Ejecutor de la tarea Asesor CASSO	Diligenciar formato Hoja de Inventario para Análisis de Tareas Críticas CASSO-IATC-F-003 - parte B
	Jefe de Dpto. Supervisor	Ejecutor de la tarea Asesor CASSO	Diligenciar formato "Hoja de Trabajo para Análisis de Tareas Críticas" CASSO-IATC-F-003 (C)-004-005
	Gerente Jefe de Dpto. Supervisor	Ejecutor de la tarea Asesor CASSO	Diligenciar formato "Hoja de Inventario Análisis de Tareas Críticas" CASSO-IATC-F-003 parte D
	Equipo de trabajo	Líder del elemento	formato IATC-F-006
	Coo. de Personal Jefe de Dpto. Supervisor	Asesor CASSO	Realizar evaluación escrita del contenido
	Supervisor Jefe de Dpto.	Asesor CASSO Líder del elemento	Siempre que se presenten cambios operacionales de procesos, etc., o cuando se presenten pérdidas no contempladas dentro del procedimiento- CP-F007
		Líder del elemento	

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y procedimientos de tareas Críticas

3.1.1 Hacer un Inventario de Tareas. Hacer una relación o inventario de las tareas u ocupaciones –cargos- que posee el Departamento.

3.1.2 Identificar tareas de cada ocupación. Dividir cada ocupación – cargo, en las diferentes tareas que desarrolla el trabajador en el transcurso del día, semana, quincena, mes semestre u otra; es decir escribir el nombre o descripción del trabajo o tarea (enumerados generales, sobre lo que incluye la ocupación o título del cargo).

3.1.3 Análisis de riesgos y valoración de tareas. Con el objetivo de minimizar el esfuerzo involucrado y aumentar al máximo los resultados del análisis de las tareas de la GLL, se debe aplicar el Principio de los Pocos Críticos; es decir concentrar los esfuerzos solamente en las que son críticas (tienen la capacidad de producir lesión personal, daño propiedad, pérdida por calidad o producción, potencial de pérdida grave) y dejar las demás tareas sin realizar ningún tipo de análisis.

Todas las tareas que tengan un potencial de pérdidas, ya sea daños personales, a la propiedad, pérdidas por calidad o producción, deben ser clasificadas de acuerdo a su criticidad; así mismo se deben incluir todas las tareas que tengan un potencial de pérdida grave; para lo cual se deben formular las siguientes preguntas:

- a. ¿Puede esta tarea, si no se ejecuta correctamente, resultar en una pérdida grave mientras se le esta realizando?
- b. ¿Puede esta tarea, si no se le ejecuta correctamente dar como resultado una pérdida grave después de haber sido realizada?
- c. ¿Cuan grave puede ser la pérdida?
- d. ¿Con qué frecuencia se espera que esto ocurra?

Estas preguntas se contestan con la definición de las siguientes variables:

Repetitividad

Es el número de veces que se ejecuta la tarea en la organización dentro de un período de tiempo determinado.

Tabla 4. Calificación de repetitividad

# DE PERSONAS QUE REALIZAN LA TAREA	# DE VECES QUE LA TAREA ES EJECUTADA POR CADA PERSONA		
	MENOS DE UNA VEZ AL DIA*	UNA VEZ AL DIA*	MAS DE UNA VEZ AL DIA*
POCAS	1	1	2
#MODERADO	1	2	3
MUCHAS	2	3	3

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y procedimientos de tareas Críticas

*Se debe adaptar a la situación específica de cada área para que posteriormente pueda ser comparada.

Gravedad

Se deriva de los costos de las pérdidas en que se ha incurrido, o de las pérdidas que tengan la mayor probabilidad de ocurrir como resultado de una ejecución incorrecta de la tarea. Ver Tabla 5

Tabla 5. Calificación de la gravedad.

GRAVEDAD	VALOR	DESCRIPCIÓN
MUY LEVE	0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pequeñas heridas, contusiones. ▪ Daños o pérdidas menores entre 0 y KUS\$ 29. ▪ Impacto dentro de los límites de un equipo. ▪ Reprocesos, derroche, producto fuera de especificaciones, sobrecostos, paradas no programadas, reclamación de clientes externos de la GLL con costos entre 0 y KUS\$ 29.
LEVE	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Heridas, contusiones considerables con incapacidad temporal ▪ Daños materiales entre KUS\$ 30 y KUS\$ 59. ▪ Impacto dentro de los límites de 1 estación de la GLL. ▪ Reprocesos, derroche, producto fuera de especificaciones, sobrecostos, paradas no programadas, reclamación de clientes externos de la GLL con costos entre KUS\$ 30 y KUS\$ 59
GRAVE	4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesiones extremadamente graves: Amputaciones, invalidez permanente ▪ Daños entre KUS\$ 60 y KUS\$ 99. ▪ Impacto dentro de los límites de 2 más estaciones de la GLL. ▪ Reprocesos, derroche, producto fuera de especificaciones, sobrecostos, paradas no programadas, reclamación de clientes externos del a GLL con costos entre KUS\$ 60 y KUS\$ 99.
MUY GRAVE	6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muertes ▪ Daños superiores a KUS\$ 100 ▪ Impacto fuera de los límites de la empresa que afectan especies o recursos naturales. ▪ Reprocesos, derroche, productos fuera de especificaciones, sobrecostos, paradas no programadas, reclamación de clientes externos a GLL con costos superiores a KUS\$ 100.

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y procedimientos de tareas críticas

Probabilidad

Es la posibilidad existente de que se produzca una pérdida cada vez que se ejecute una tarea en particular, se ve influenciada por los siguientes factores,

los cuales no se evalúan separadamente, pero se deben tener todos en cuenta:

- a. Peligrosidad; ¿cuán peligrosa es la tarea?
- b. Dificultad; ¿cuán propensa es la tarea a tener problemas de calidad, producción u otro tipo?
- c. Complejidad de la tarea.
- d. La probabilidad de que haya pérdidas si la tarea se ejecuta en forma incorrecta.

Al evaluar solamente se debe tomar la pérdida que tenga mas probabilidad de ocurrencia.

Se usa una escala de -1 a +1, así:

Tabla 6. Calificación de probabilidad.

PROBABILIDAD	DEFINICIÓN	PUNTOS
REMOTA	Baja posibilidad de ocurrencia ha sucedido solo pocas veces. 10%	-1
OCASIONAL	Tiene la misma posibilidad de ocurrencia, como de no-ocurrencia. 50%.	0
FRECUENTE	Alta probabilidad de ocurrencia, sucede en forma reiterada. 80%	+1

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y procedimientos de tareas críticas

Los puntos asignados a cada variable (gravedad, repetitividad y probabilidad) son sumados, su resultado señala una escala de criticidad que va de 0 a 10 si el resultado es > 6 estamos hablando de una tarea crítica y por lo tanto serán las tareas que demanden más atención.

3.1.4 Descomponer en secuencia de pasos.

- De las tareas críticas, comience el análisis por las de mayor criticidad, terminando por las de menor, luego divida la tarea seleccionada en la secuencia de pasos necesarios para realizarla; es decir buscar un orden particular de los pasos que parecen ser lo mejor para ejecutar la tarea efectivamente. Esta secuencia es la base para el procedimiento de las tareas.
- Incluir todos los pasos importantes críticos que se presentan en la ejecución de correcta de la tarea, pero a su vez, excluir aquellos que, probablemente no presentan problemas importantes sino fueran puestos de relieve. Al analizar cada paso, pregúntese si éste ¿Podría llegar a ser un paso crítico si se hiciera en forma incorrecta?
- Cada tarea tiene entre 10–15 pasos claves, y se deben evaluar de acuerdo con sus propias necesidades. La clave para la prevención de pérdidas por lesión, daño a la propiedad, problemas de calidad o producción es el juicio al establecer los pasos que se consideren como críticos.

3.1.5 Identificar las exposiciones a pérdida para cada paso de la tarea.

Analizar cada paso significativo o actividad crítica, con el fin de determinar las exposiciones a pérdida que implica ese paso en particular. Considerar en cada aspecto de la tarea la seguridad, la calidad y productividad. Tenga en cuenta para la valoración, las siguientes variables:

- **Gente**
 - a. ¿Qué contactos se encuentran presentes que pudieran provocar lesión, enfermedad, tensión o fatiga?

- b. ¿Podría el trabajador ser atrapado en, sobre, o entre? ¿Golpeado por? ¿Caer desde? ¿Caer dentro?
- c. ¿Qué prácticas tienen mayor probabilidad de causar deterioro a la seguridad, a la productividad, o a la calidad?

- **Equipos**

- a. ¿Qué peligros presentan las herramientas, las máquinas, los vehículos u otros equipos?
- b. ¿Qué emergencias derivadas de los equipos tienen mayor probabilidad de ocurrir?
- c. ¿Cómo podrían los equipos causar un daño a las personas, pérdidas en la productividad, o en la calidad?

- **Materiales**

- a. ¿Qué exposiciones peligrosas presentan los productos químicos, las materias primas, o los productos?
- b. ¿Cuáles son los problemas específicos que involucra el manejo de materiales?
- c. ¿Cómo podrían los materiales causar una pérdida en la seguridad, en la productividad, o en la calidad?

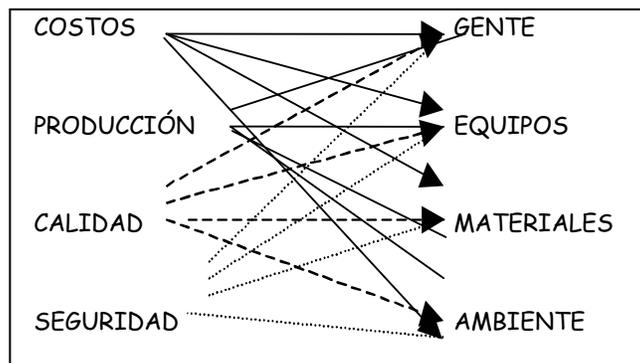
- **Ambiente**

- a. ¿Cuáles son los problemas potenciales relacionados con orden y limpieza?
- b. ¿Cuáles con los problemas potenciales relacionados con el ruido, la iluminación, el calor, el frío, la ventilación, o la radiación?
- c. ¿Cómo podrían los factores ambientales provocar un daño a las personas, pérdidas en la productividad, o en la calidad, o en los procesos?

Cuando las cosas van definitivamente mal, se materializan los riesgos. La identificación objetiva de las exposiciones a pérdidas es un paso fundamental en la prevención y el control efectivo de éstas.

3.1.6 Verificar la eficiencia de cada paso o tarea. Cambios no identificados, son un factor desencadenante de la mayoría de los accidentes. La verificación es la oportunidad de hacer el trabajo más fácil y seguro, reducir pérdidas de tiempo, espacio, energía, materiales; mejorar la calidad y productividad; hacer un uso adecuado de herramientas, máquinas y equipos; uso adecuado de los conocimientos, destrezas y habilidades del trabajador.

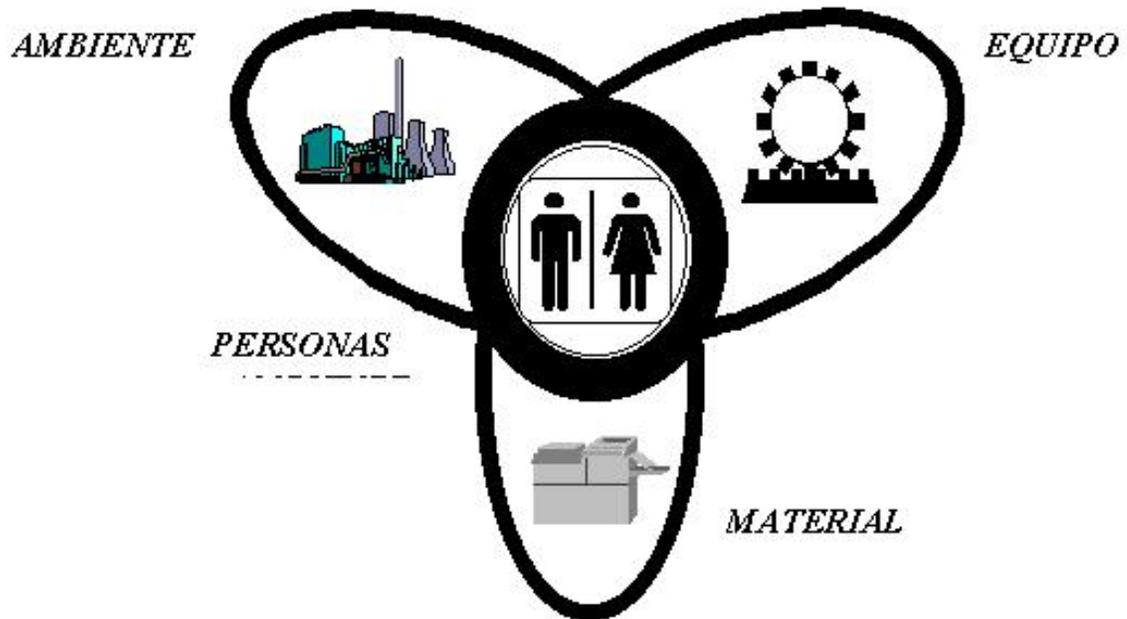
Figura 5. Correlación de factores - aspectos



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y procedimientos de tareas críticas

Verificar la eficiencia es realizar preguntas adecuadas y buscar respuestas satisfactorias para cada paso de la tarea que se analiza. Es la interrelación de las variables de costos, producción, calidad y seguridad, con las del concepto GEMA (Gente, Equipos, Materiales, Ambiente). Ver y diligenciar todas las preguntas de la tabla 7.

Figura 6. Factores de exposición a pérdida



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos Presentación ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRITICAS, 2002

Al realizar la verificación de Eficiencia se debe tener en cuenta la disponibilidad de la Empresa para realizar los cambios propuestos para minimizar los riesgos.

3.1.7 Revisión de la Verificación de la Eficiencia. Ver Tabla 7.

3.1.8 Desarrollar controles para cada paso. Después de analizar el trabajo y los problemas potenciales, y de efectuar la verificación de la eficiencia, se tiene todo lo necesario para definir los controles, éstos son acciones y precauciones que impedirán la ocurrencia de pérdidas y aseguran que el trabajo se realice eficientemente.

Los controles deben ir orientados hacia las personas que realizan la tarea, explicando que tiene que hacer para evitar la materialización de las pérdidas.

Las ideas para los controles se generan a través de toda la verificación de la eficiencia y de las discusiones relacionadas con ella.

Tabla 7. Revisión de la verificación de eficiencia

<p>I Responda las preguntas básicas respecto de cada etapa del trabajo.</p> <p>* ¿Quién debería hacerlo?, * ¿Cuál es el objetivo?, * ¿Dónde se debería hacer?, ¿Por qué es necesario?, * ¿Cuándo se debería hacer?, ¿Cómo se puede hacer mejor?</p>	
<p>II Responda las preguntas específicas del sub-sistema respecto de cada etapa de trabajo</p>	
<p>GENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuáles son los riesgos potenciales que podrían dañar a la gente? ▪ ¿Qué necesidades críticas de instrucción y de observación para el trabajo? ▪ ¿Qué conocimientos y destrezas son críticos para el desempeño de la calidad? ▪ ¿Podrían mejorar la calidad a través de una mejor selección, colocación, entrenamiento, instrucción e información sobre puntos claves? ▪ ¿Cómo podemos reducir la pérdida de tiempo? ¿Aumentar la eficiencia de la mano de obra? ¿Facilitar las cosas para que el personal sea más productivo? ▪ ¿Podríamos controlar los costos teniendo un personal mejor entrenado? ¿Utilizando mejor a la gente? ¿A través de una motivación más efectiva? <p>EQUIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Qué eventos pueden causar daño a equipos, incendio o explosión? ▪ ¿Cómo podemos usar mejor los dispositivos de seguridad, los equipos de protección? ¿El mantenimiento preventivo y la inspección previa de los equipos? ▪ ¿Qué herramientas, máquinas o equipos podríamos proporcionar para asegurar una calidad óptima para aumentar la productividad? ▪ ¿Podríamos mejorar las operaciones de mantenimiento para obtener tolerancias más ajustadas y una calidad mejor? ▪ ¿Cómo reducir al mínimo los daños y el tiempo de detención de las operaciones? ▪ ¿Podríamos controlar los costos teniendo herramientas, máquinas o equipos diferentes? ¿Usando los equipos actuales de una manera más efectiva? 	<p>MATERIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cómo eliminar o controlar la exposición a materiales peligrosos? ▪ ¿Cómo podemos mejorar el entrenamiento en las prácticas de manejo seguro de material o insumos? ▪ ¿Cómo podemos evitar de manera más efectiva el derroche y el daño de las materias primas y de los productos? ▪ ¿Qué materiales diferentes podrían mejorar la calidad? ▪ ¿Qué otros materiales podrían ayudar a la productividad? ▪ ¿Se pueden usar materiales menos costosos o menos escasos? ▪ ¿Cómo podemos reducir el derroche de los materiales? <p>AMBIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cómo mejorar el orden y la limpieza para controlar pérdidas accidentales? ▪ ¿Qué podemos cambiar en el ambiente de trabajo para mejorar la seguridad? ▪ ¿Se ve la calidad afectada por la suciedad, el polvo o el humo? ▪ ¿Por solventes, vapores, neblinas, vahos o gases? ¿Por la iluminación, la temperatura o la ventilación? ▪ ¿Puedo mejorar la producción a través de mejorar la iluminación, el orden y limpieza? ¿A través de un mejor clima o condiciones de trabajo? ▪ ¿Podemos ahorrar dinero a través de un mejor orden y aseo? ▪ ¿De una mejor distribución? ¿Iluminación? ¿Atmósfera?

Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Análisis y Procedimientos de tareas críticas

3.1.9 Elaborar los procedimientos y/o prácticas de trabajo. La correcta diferenciación de las prácticas y procedimientos es necesaria para evitar intentos de ajustar a procedimientos tareas que, en realidad, no pueden serlo ya que se podría obtener un producto final no muy práctico. Al analizar las tareas críticas de su área, defina con exactitud cuales requieren procedimientos y cuales prácticas de trabajo.

Para las que requieren procedimientos, el documento final debe llevar como mínimo:

1. Objetivo e importancia de la tarea: motivación y comprensión.
2. Descripción paso a paso sobre “como proceder”.
3. Explica los pasos de una manera positiva indicando que hacer en vez de una larga lista de no hacer.
4. Razones del porque para los pasos fundamentales.
5. Imprimir en formato simple y funcional. Debido a que los procedimientos son herramientas de enseñanza y aprendizaje éstos deben ser claros, concisos, correctos y completos.

Las tareas donde el resultado final es lo que importa, la forma en que la persona lo logra se deja, en gran medida, a su criterio, las prácticas son más funcionales y útiles.

No todas las tareas pueden o requieren sujetarse a un procedimiento, especialmente las que tienen relación con mantenimiento o manejo de materiales, las cuales pueden hacerse de un modo diferente cada que se realizan. Para éstas tareas son muy útiles las prácticas de trabajo.

3.1.10 Poner en funcionamiento. Es difícil que se encuentren herramientas administrativas de supervisión más prácticas que los Procedimientos de

Tareas y las Prácticas de Trabajo. A continuación se presentan siete métodos claves para poner en funcionamiento:

- a. Orientación al trabajador:** Una de las primeras cosas que los trabajadores nuevos desean saber es qué trabajo irán a desarrollar. Copias de los procedimientos y prácticas pueden ser útiles para explicarles esto de una manera general. Pudiera ser necesario entregarles copias para que las estudien antes de comenzar la instrucción de tarea correspondiente.
- b. Instrucción adecuada para la tarea:** Los procedimientos y prácticas escritas tienen un enorme valor al ayudar a las jefaturas a cumplir con su responsabilidad básica de enseñar a otros cómo deben hacer sus trabajos / tareas en forma adecuada (correctamente, con rapidez, a conciencia, con seguridad).
- c. Observación planeada de la tarea:** Los procedimientos y prácticas de trabajo escritas capacitan a los supervisores para analizar sistemáticamente si el desempeño del trabajador, cumple con los estándares necesarios.
- d. Contactos personales:** Los procedimientos de tareas y las prácticas de tareas escritas, constituyen una fuente abundante de aspectos prácticos para que los supervisores los enfatizen en sus contactos personales con los trabajadores y en vitales para “entrenar” (las medidas diarias que toma el supervisor, destinadas a estimular el progreso de un subordinado), y para “aconsejar” (el proceso organizado que consiste en dar a los trabajadores indecisos, sugerencias, recordatorios o informes útiles acerca de aspectos claves como la calidad, la producción, los costos o la seguridad).

- e. **Charlas de seguridad:** Cuando todos los integrantes de un grupo realiza la tarea, o son directamente afectados por ella, los procedimientos y prácticas escritas proporcionan a los supervisores una información excelente como para enfatizar en sus comunicaciones con grupos.

- f. **Investigación de accidentes / incidentes:** Las descripciones escritas del trabajo ayudan a los supervisores a efectuar una exhaustiva labor al investigar los accidentes e incidentes, analizando si el trabajo se estaba ejecutando como se debía, dónde falló el proceso, y qué tipos de cambios podrían conducir a un control mejor.

- g. **Entrenamiento de habilidades:** Al demostrar en forma específica y sistemática en qué consiste el trabajo, los procedimientos de Tareas y las Prácticas de Trabajo perfeccionan la eficiencia y la efectividad de los programas de entrenamiento para los operadores de equipos y otros trabajadores calificados.

Toma algo de tiempo y esfuerzo el prepara procedimientos y prácticas, pero una vez que se ponen en funcionamiento, las utilidades sobre la inversión son altamente provechosas desde el punto de vista de:

- Una mayor eficiencia, seguridad y productividad
- Mejores resultados en la instrucción para el trabajo / tarea, en la observación de trabajo / tarea en el entrenamiento, en los consejos, en las charlas de seguridad, en la investigación y en el entrenamiento de habilidades.
- Optima protección del personal, la propiedad, los procesos, la productividad y las utilidades.

3.1.11 Actualizar y Mantener Registros. Cada supervisor debe seguir con atención el progreso, con una tarjeta u hoja, abarcando todo el registro de los procedimientos y practicas de trabajos críticos.

3.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **OCUPACIÓN:** Puesto de trabajo que cubre todas las actividades del trabajo que una persona realiza. Ej. Electricista, mecánico, operador de patio, etc.
- **TAREA:** Sección de una ocupación. Conjunto de acciones necesarias para completar un objetivo específico.
- **PROCEDIMIENTO:** Descripción paso a paso sobre cómo proceder, desde el comienzo hasta el final, para desempeñar correctamente una tarea técnica o administrativa.
- **PRÁCTICA:** Conjunto de pautas positivas, útiles para la ejecución de un tipo específico de trabajo que puede no hacerse siempre de una misma forma.
- **PASO:** Sección de la tarea total, donde algo sucede para avanzar el trabajo planteado.
- **ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTO DE TAREAS CRÍTICAS:** Análisis del trabajo que se ha hecho y establecimiento de procedimientos o prácticas, a fin de asegurar que se haga uniformemente de la manera correcta.

- **TAREA CRÍTICA:** Tarea que si no se ejecuta apropiadamente puede resultar en lesión seria, enfermedad, daño a la propiedad, pérdidas por calidad, impacto ambiental o cualquier otra pérdida.
- **REGISTRO:** Instrumentos indispensables para el control administrativo, proporcionan referencias respecto al estado de cada tarea crítica en cada ocupación o cargo.

4 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN PPA

4.1 ESTACIÓN APIAY

La Estación de Recolección Apiay, recoge y acondiciona los fluidos producidos por los yacimientos K1 y K2 de la formación Guadalupe de los campos Apiay, Apiay Este y Guatiquía, para despacharlos a la Estación de Bombeo de Apiay, una vez se cumpla con las condiciones y especificaciones establecidas para transporte y venta del crudo.

4.2 ESTACIÓN SURIA

La estación Suria recolecta los fluidos producidos de los yacimientos K-1 y K-2 principalmente de los pozos Suria y Suria Sur además de pozos como Guayuriba, Quenane, Pompeya, Ocoa, Saurio, Tanané y Austral.

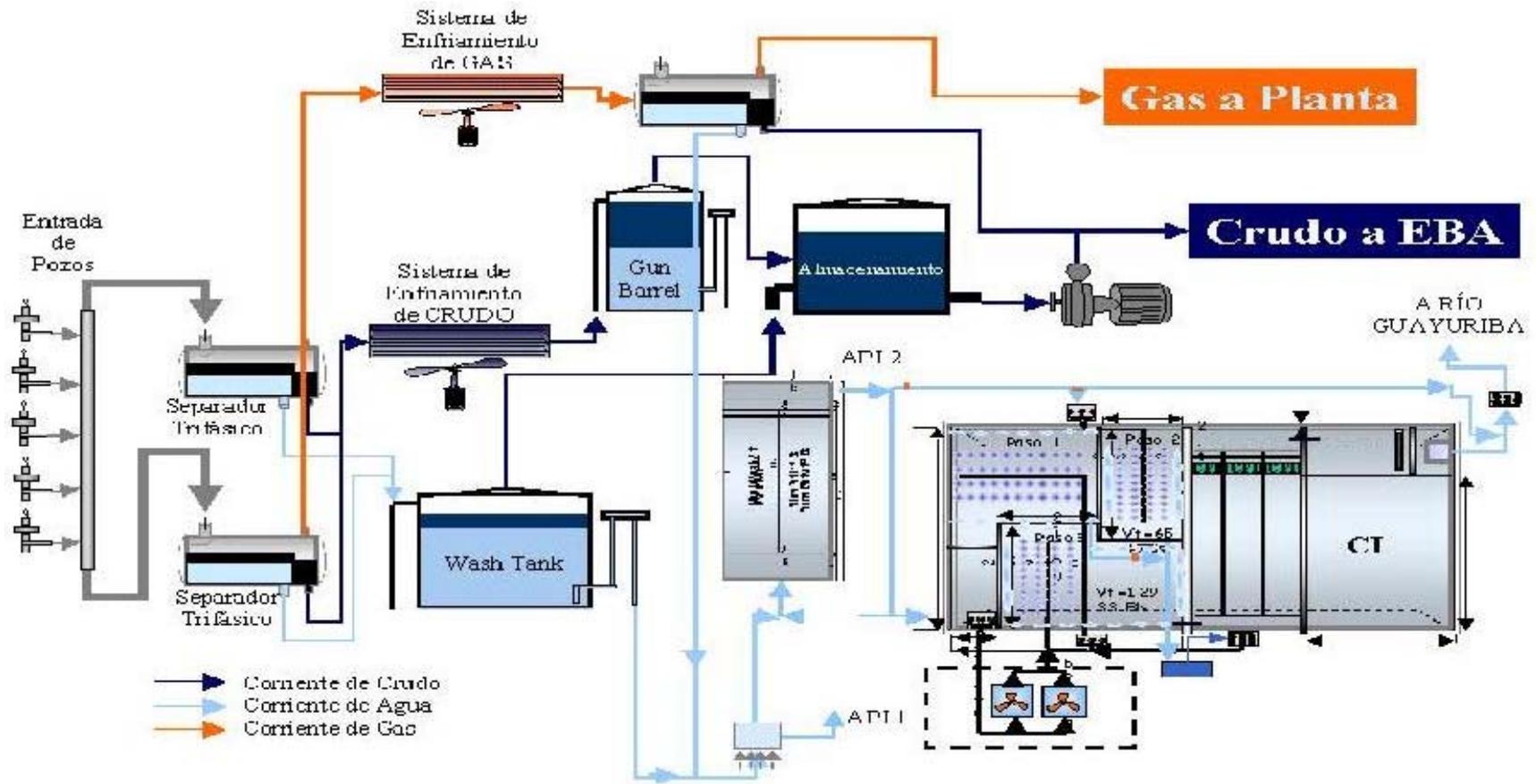
4.3 ESTACIÓN REFORMA

La estación Reforma - libertad recolecta los fluidos producidos de los yacimientos K-1 y K-2 de los pozos de los campos Reforma, Libertad y libertad Norte.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso llevado a cabo en las Estaciones se puede dividir en cuatro etapas así: recolección, separación, tratamiento y almacenamiento. Un diagrama esquemático en planta de la Estación se puede observar en la figura 7.

Figura 7. Diagrama esquemático de la estación de producción



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos

4.4.1 Recolección. Esta etapa comprende básicamente el recibo del crudo proveniente de los pozos en el múltiple de entrada y la distribución de la producción hacia los separadores generales y de prueba.

La producción de los pozos llega al múltiple de recibo por las líneas de flujo; el múltiple consta generalmente de tres colectores: Colector principal para el manejo de fluidos de producción, Colector para el fluido de pozo en prueba y otro Colector para descarga de las válvulas de seguridad.

El Colector Principal y el Colector de la Línea de Prueba de Pozos se manejan mediante un múltiple de distribución, el cual permite conectar cualquiera de los colectores en línea con los separadores. En este múltiple los fluidos de producción reciben la inyección de químicos de tratamiento.

4.4.2 Separación. En esta etapa se realiza la primera extracción de agua y gas al crudo procedente de los múltiples de distribución, mediante separadores trifásicos horizontales, los cuales trabajan con principios de diferencia de densidades, tiempo de residencia de líquidos y área para separación del gas. El gas liberado sale por la parte superior del recipiente y el agua y el aceite por la parte inferior. Los separadores cuentan además con instrumentación para controlar niveles de líquidos y presión, medir temperatura, presión y flujos de operación. El líquido desgasificado (agua-aceite) es conducido por tubería a los tanques de tratamiento.

El gas separado se depura en los “*Scrubbers*” generales y se envía al cabezal de succión de los compresores de la planta de gas, una vez comprimido se retiran los condensados y se envía por el gasoducto a ventas. Adicionalmente, de cada separador se deriva una línea que suministra el gas combustible a los generadores, y al sistema de ignición del piloto de la tea.

Las principales tareas en esta etapa de separación son:

- Revisión de las condiciones de operación de los separadores.
- Revisión de las condiciones de operación de los Scrubbers que depuran el gas que va hacia la planta compresora.
- Cambio de cartas del registrador de flujo (cálculo volumen de gas), a la salida de los separadores.
- Cambio de platina en el separador de prueba y los separadores generales.
- Toma de muestras de crudo en los separadores.
- Toma de muestras de gas en los separadores.
- Toma de muestras para monitoreo de la calidad del agua drenada por el separador.
- Drenaje de las líneas de aire a instrumentos.

4.4.3 Tratamiento. Después de los separadores, el líquido pasa a un múltiple que permite direccionar el flujo hacia los diferentes tanques de tratamiento, en donde se lleva a cabo un segundo proceso de extracción de agua y gas del crudo.

La corriente procedente de los separadores antes de entrar a los tanques de tratamiento se circula a través de la bota de gas ("*Gas Boot*"), donde se separa el gas aún presente en el crudo. Posteriormente el fluido entra al tanque por la parte inferior, donde se pone en contacto con la fase agua (colchón) para promover la deshidratación del crudo ascendente por lavado de las gotas de agua. El agua separada sedimenta en el fondo del tanque, mientras que el crudo "limpio" fluye hacia la parte superior del recipiente debido a la diferencia de gravedades específicas.

La inyección de químicos permite disminuir el tiempo de tratamiento. El crudo una vez en especificaciones (Petróleo), es conducido a los tanques de almacenamiento.

El gas separado de la bota de gas de los tanques es conducido hacia el separador, donde se le extraen los condensados antes de ser quemado.

El agua separada en estos tanques (generalmente agua aceitosa), se drena mediante un sistema de vasos comunicantes conocido como “pierna de agua” que consiste en una línea de ascenso, una caja de rebose controlada por anillos y una línea descendente. El crudo incrementa su nivel en el tanque hasta alcanzar el rebose localizado en la parte superior; En este momento, la interfase agua-aceite ha obtenido su máximo nivel dentro del tanque, de tal forma que los pesos de la columna de gas, crudo y agua han hecho subir el nivel en la línea de ascenso de la “pierna” con el consecuente rebose y vertido del agua a la línea de descenso. Finalmente esta agua aceitosa se conduce por tubería al sistema de tratamiento de agua.

En esta etapa de tratamiento sobresalen por su importancia las siguientes tareas:

- Medición del nivel de los tanques.
- Inspección del nivel de interfase agua-aceite.
- Inspección de la pierna de agua.
- Control de nivel de la interfase agua-aceite (Postura de anillos).
- Inspección visual de las aguas residuales en tratamiento en el separador API.
- Accionamiento de los desnatadores del API (Skimmers).
- Muestreo de agua.
- Recolección manual de sobrenadantes en los separadores API.
- Quema de gas.
- Inspección del sistema de aspersion (incluyendo torre de enfriamiento).
- Inspección de la inyección de químicos a la salida del separador API (floculante y coagulante).

- Muestreo de la calidad del crudo efluente de los tanques.
- Accionamiento de las bombas de los sumideros.

4.4.4 Almacenamiento y Bombeo. El crudo acondicionado en los tanques de tratamiento es conducido a los dos tanques de almacenamiento. Durante la operación normal, un tanque se encuentra recibiendo la producción y el otro se deja en reposo para suministrar un tiempo de retención adicional al aceite y conseguir la decantación final de agua hasta lograr un BS&W =0.1% o menor. Del tanque en reposo se despacha el crudo a E.B.A (Estación de Bombeo) o a la Planta de Asfaltos, debido a que la Planta trabaja con una mezcla de crudo Castilla y el crudo de Apiay, y continuamente solicita a la Estación Apiay el volumen de crudo requerido para su proceso. Después del proceso en Planta de Asfaltos, el crudo es retornado a la Estación Apiay para posteriormente ser bombeado a E.B.A.

La estación cuenta con un sistema de bombeo, compuesto por dos bombas centrífugas y con un sistema de medición LACT, que permite conocer la cantidad de crudo despachado hacia E.B.A.

Las principales tareas en esta etapa de almacenamiento y bombeo son:

- Medición de tanques de almacenamiento.
- Drenaje de tanques de almacenamiento.
- Muestreo de crudo en los tanques de almacenamiento.

Finalmente, algunas de las tareas complejas que se realizan dentro de la estación, entendiéndose por tarea compleja, aquella que dentro de su procedimiento contempla alguno o algunos de los procedimientos descritos anteriormente, son las siguientes:

- Alineación de pozo para prueba.
- Transferencia del tanque de prueba a tanque de tratamiento.

- Envío de crudo a Planta de Asfaltos para mezclar con el Crudo Castilla.
- Recibo de la mezcla proveniente de la planta de asfaltos.
- Bombeo de crudo a E.B.A.

Otras tareas importantes llevadas a cabo en la Estación son:

- Inspección de las labores de mantenimiento de líneas y equipos dentro de la estación.
- La operación del sistema contra incendio.
- Puesta en marcha de los generadores de energía (funcionamiento y alineamiento).
- Elaboración de reportes de fiscalización.
- Actualización del software que maneja toda la información de la estación (POWAR).

4.5 ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN PPA

La identificación de cada una de las tareas desarrolladas en el Departamento de producción (PPA) se realizó en el año 2000-2001; este Inventario de Tareas se organizó por ocupación: Supervisor de Producción, Técnico de Producción y Recorredor de Pozos.

El Inventario de Tareas Críticas contiene:

- Listado de las tareas o actividades que una persona hace o podría hacer
- Exposiciones a pérdidas, donde se tiene en cuenta las interacciones entre el personal, el equipo, los materiales y el medio ambiente
- Evaluación de Riesgo, donde se tiene en cuenta los aspectos Gravedad, Repetitividad, Probabilidad y se define si la tarea es crítica con un puntaje mayor o igual a 7
- Necesidades del programa, requisitos que se deben cumplir tales como: procedimiento, práctica, entrenamiento de habilidad y reglas

especiales. En el anexo se presentan los documentos aplicables para el análisis de tareas críticas.

A continuación se presenta una tabla especificando las tareas identificadas como críticas para cada cargo.

Tabla 8. Tareas críticas del departamento de producción

Cargo	Tarea Critica	GLL	Requiere	Re.GI	RHI
Recorredor de pozos	Abrir pozo en flujo natural	PPA	Procedimiento		
	Cambio de choque		Procedimiento		
	Toma de muestras		Práctica		Si
Técnico de Producción Apiay	Cambio de platina medidores de orificio	PPA	Procedimiento	Si	Si
	Alineación de pozo para prueba de producción		Procedimiento		
	Postura y retirada de anillo en pierna de agua		Procedimiento	Si	
	Entrega y recibo de turno		Práctica		
	Accionamiento de skimmers		Práctica		
	Inspección de pozos (sistema de levantamiento artificial)		Práctica		
	Despacho de condensado del sistema de enfriamiento de gas		Práctica		
	Inspección sistema de aire para instrumentos				
Técnico de Producción Suria-Reforma	Cargue de crudo estación Reforma	PPA			
	Postura y retirada de anillo en pierna de agua		Procedimiento	Si	
	Alineación de pozo para prueba de producción		Procedimiento		
	Inspección de pozos (sistema de levantamiento artificial)		Práctica		
	Revisión condiciones de operación de separadores		Práctica		
	Cambio de platina medidores de orificio		Procedimiento	Si	Si
	Revisión de estación cuando recibe turno y revisión estación Reforma		Práctica		
	Entrega y recibo de turno		Práctica		
	Inspección del separador SE-205 Drum de disparo de válvulas de seguridad		Práctica		
			Práctica		
Supervisor de Producción	Dirigir operaciones en las estaciones	PPA	Práctica		
	Inspeccionar calidad de crudo a EBA		Práctica		

4.6 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE TAREA CRÍTICA

Según la metodología establecida se realiza el análisis de las tareas críticas en el Departamento de Producción; a continuación se presenta un ejemplo del análisis realizado para la tarea Cargue de Crudo en la Estación Reforma-Libertad; así mismo se analizaron todas las tareas críticas del área operativa del Departamento de producción.

Tarea: CARGUE DE CRUDO

Cargo: TÉCNICO DE PRODUCCIÓN

Planta / división: ESTACIÓN REFORMA

Departamento: PRODUCCIÓN

- **Objetivo:** Realizar el cargue de crudo en carrotanques con el fin de despachar el producto requerido en Castilla y Chichimene.
- **Frecuencia:** Cada vez que se requiera

Para identificar cada uno de los pasos que sigue el Operador al realizar la tarea es necesario entablar una comunicación directa donde se desarrolla la tarea por discusión, posteriormente por observación, es decir inspeccionando cada uno de los pasos realizados en el momento de realizar la tarea efectivamente.

De la información recogida en Campo se obtuvo la estructuración de la metodología de desempeño de la tarea con los recursos que actualmente se ejecuta, el Paso a Paso se estableció llevando un enfoque de detección de factores críticos y delimitando las exposiciones a pérdida que generan mayor criticidad para el personal, equipo, Calidad y Medio ambiente.

- **CARGUE DE CRUDO ESTACIÓN REFORMA-LIBERTAD**

Figura 8. Plataforma de cargue de crudo



Figura 9. Bombas de despacho



Figura 10. Brazo para cargue de crudo

Brazo de cargue fuera de especificaciones

Válvula de paso de crudo



Bombas de despacho a oleoducto

Bombas de despacho a carrotanque

- **Paso a Paso:**

- 1) Comunicarse con el Técnico de la Estación para saber de que tanque se va a despachar
- 2) Tomar medida inicial del contador
- 3) Solicitar la respectivas órdenes a los conductores de los carrotanques
- 4) Permitir el ingreso de los carrotanques
- 5) Verificar que la válvula de cargue que se encuentra en la plataforma se encuentre cerrada
- 6) Abrir paso de la válvula de despacho a oleoducto para aliviar presión del sistema (2 hilos)
- 7) Abrir válvula de compuerta al tubo de carga
- 8) Conectar la estática
- 9) Abrir venteos, cortinas y escotillas del carrotanque
- 10) Introducir brazo de descargue en la escotilla del carrotanque
- 11) Sujetar el brazo con el lazo para evitar vibración
- 12) Abrir válvula superior amarilla (de cargue) que se encuentre en plataforma
- 13) Coordinar con el Técnico de la Estación el arranque de la bomba P-301 A/B (bombas de despacho a Oleoducto)
- 14) Controlar volumen de llenado del carrotanque
- 15) Diligenciar el documento de despacho
- 16) Verificar llenado total del carrotanque
- 17) Bloquear válvula superior amarilla
- 18) Esperar el disparo de la bomba P-301 A/B por alta presión
- 19) Soltar el lazo y retirar el brazo
- 20) Dejar escurrir el brazo dentro de la escotilla del carrotanque
- 21) Tapar escotillas e instalar los sellos
- 22) Desconectar la estática

- 23) Al finalizar el despacho todos los carrotanques, tomar medida final del contador
- 24) Bloquear totalmente la válvula hacia oleoducto
- 25) Bloquear válvula hacia el cargue
- 26) Realizar el cálculo del despacho: (medida final – medida inicial = total despachado)
- 27) Reportar al Técnico de la estación el volumen total despachado

Una vez desarrollado el paso a paso se pueden responder las siguientes preguntas respecto de cada etapa de trabajo:

- **¿Quién debería hacerlo?**

Por la criticidad de la tarea y el tiempo de ejecución de la misma es indispensable que la tarea sea desarrollada por el Operador de cargue y no por el Técnico de la Estación; quien ha estado realizándola puesto que no se ha definido el cargo “Operador de Cargue de vehículos”.

- **¿Cuándo se debería hacer?**

La actividad se debe realizar cada vez que sea necesario despachar crudo desde la estación Reforma – Libertad.

- **¿Dónde se debería realizar?**

La tarea se debe realizar donde actualmente se está realizando, Plataforma de cargue Estación Reforma – Libertad, la cual fue adecuada bajo las normas de seguridad establecidas.

- **Identificación de las Exposiciones a Pérdida:** Definido cada uno de los pasos es indispensable identificar la exposición a pérdida que se genera, donde se tiene en cuenta, Personas, Medio Ambiente, Equipo y Materiales.
 - **Personas:** Riesgo de caída de altura, accidente fatal debido al riesgo de generarse una chispa y causar explosión, inhalación de vapores que ocasionan dolor de cabeza y mareos, quemaduras por contacto con el crudo, lumbalgia ocasionada por maniobrar el brazo de cargue, el cual está fuera de especificaciones
 - **Medio Ambiente:** Derrame de crudo, contaminación superficial del suelo, emanación mínima de vapores a la atmósfera
 - **Equipo:** Debido a que las bombas utilizadas para realizar la operación no son las adecuadas por el alto caudal que manejan (bombas de despacho a oleoducto) puede sobrepresionarse la línea y generar una ruptura; riesgo de explosión por generarse chispa contacto del brazo con la escotilla del carrotanque, debido a que el brazo no está cumpliendo con las normas de seguridad (debe ser en aluminio)
 - **Materiales:** Producción diferida por errores en la liquidación y en toma de datos, pérdida de materiales e infraestructura por descarga eléctrica al no conectar la estática.

- **Verificación de Eficiencia:** Teniendo conocimiento de cómo se está realizando la tarea e identificados los paso críticos de la misma, se procede a definir la forma correcta de realizar la actividad con el fin de minimizar los riesgos que en ella se presenta, para ello se tiene en cuenta las sugerencias de operadores, supervisores y el criterio de quien está realizando el análisis.
 - **Antecedentes:** La actividad de Cargar Crudo en la Estación Reforma-Libertad inició por la necesidad de despachar crudo hacia la Estación

de Castilla, por lo tanto se instaló un cargadero provisional, el cual no cumple con las normas de seguridad y calidad; adicionalmente el bombeo para realizar el cargue se está realizando con las bombas de despacho a oleoductos las cuales están diseñadas para manejar altos caudales y presiones.

- **Acción Correctiva:** Con el fin de minimizar los riesgos que se generan al realizar la actividad y teniendo en cuenta la frecuencia con la cual se está realizando se propone cumplir con la normatividad establecida para realizar el cargue de crudo a los carrotanques. Instalar brazo de cargue en aluminio, tamaño adecuado (diámetro de 4”) y fácil de manipular (con unión giratoria).

- **Beneficios:** Los cambios se proponen con el fin de disminuir el riesgo al personal, a los equipos y al medio ambiente; principalmente velar por la integridad del personal que realiza la operación.

- **Inversión:** Compra de brazo de llenado para crudo con resorte EZ y unión giratoria en tubería de descarga de 4” y diámetro en aluminio: \$18.750.000. Mano de obra: \$323.820. Instalación de bombas para cargue e instrumentación: \$15.000.000. Total inversión: \$34.073.820.

- **Ahorros:** Actualmente la tarea se está realizando entre dos personas, el Operador de Cargue y el Técnico de Producción; con los cambios propuestos se obtiene el siguiente ahorro de tiempo: 20 min./cargue x 1 persona x 4 cargues/día = 80 min./día; ahorro de tiempo anual 486.67 hr lo cual implica un ahorro de $\$26.985 \times 486.67 =$ \$13.132.790. Los ahorros potenciales que se obtienen con esta inversión llegan hasta los \$193.000.000 que es lo que le cuesta a la Empresa la muerte de una persona cuando está operando en su sitio de trabajo.

- **Procedimiento Estándar de la Tarea:** Debe quedar documentado el procedimiento de cómo se realiza la tarea después de implementar los cambios propuestos, los cuales son aprobados por el Coordinador del Departamento.
 - 1) Alistar equipo de trabajo, dotación, elementos de protección personal y herramientas necesarias para realizar la actividad.
 - 2) Esperar llegada del carrotanque y colaborarle al conductor con el parqueo correcto del vehículo en la plataforma de cargue.
 - 3) Solicitar las respectivas órdenes a los conductores de los carrotanques.
 - 4) Tomar dato de la medida inicial del contador
 - 5) Conectar la estática al vehículo. Cerciórese de que las pinzas de contacto estén limpia, libre de óxido y sin pintura para que hagan un contacto seguro.
 - 6) Dirigirse a la parte superior del carrotanque y verificar que las cortinas estén abiertas y los compartimientos estén completamente vacíos.
 - 7) Desenganchar el brazo e introducirlo en la escotilla.
 - 8) Sujetar el brazo a la escotilla con la cadena para evitar que el brazo se levante y ocasione regueros de crudo. Verifique estabilidad del brazo de llenado.
 - 9) Consultar con el Técnico de la Estación el tanque a despachar y proceder a alinearlos.
 - 10) Alineación:
 - Abrir válvula del tanque que se va a despachar desde el PC
 - Cerrar válvula manual hacia oleoducto
 - Abrir válvulas hacia plataforma de despacho
 - Revisar que estén cerradas las válvulas de transferencia del tanque TK-306 al TK-301A
 - 11) Abrir válvula de paso de crudo ubicada en la plataforma de cargue.

- 12) Encender las bombas de cargue P-302 A/B con switch ubicado en la plataforma.
- 13) Controlar volumen de llenado del carrotanque, verificar cada uno de los compartimientos.
- 14) Diligenciar el documento de despacho de los carrotanques.
- 15) Inspeccionar llenado total del carrotanque.
- 16) Apagar bombas P-302 A/B y cerrar válvula de paso de crudo.
- 17) Verificar que el conductor cierre las escotillas asegurándolas correctamente.
- 18) Revisar que los sellos estén enumerados. Colocar los sellos en los pasadores de las escotillas y en la parte inferior de la válvula de descargue.
- 19) Al finalizar el despacho de todos los vehículos, tomar dato final del contador.
- 20) Realizar cálculo de despacho total: $\text{medida final} - \text{medida inicial} = \text{total despachado}$.
- 21) Dirigirse a la Estación Suria y cargar la información en el Field View. Reportar cualquier anomalía al Técnico de Producción o al Supervisor.

4.7 PONER EN FUNCIONAMIENTO

Uno de los aspectos más relevantes del proyecto es poner en funcionamiento el análisis realizado; por lo tanto es indispensable establecer la disponibilidad del personal involucrado en la actividad de Tareas Críticas.

El Coordinador de Departamento fijó un horario en el cual cada Técnico de Estación dispone de un día para recibir el entrenamiento y la documentación de los Procedimientos Estándar. La entrega se realiza en el área de trabajo haciendo un repaso de los procedimientos la cual es vista como retroalimentación, donde se especifican las reglas y cuidados especiales que

se deben tener en los pasos más críticos, igualmente se da a conocer los cambios y beneficios que se desarrollaron en cada tarea.

Para los cargos Supervisor y Recorredor, no se dispuso de un horario específico, sino que se cuenta con la disponibilidad del personal para realizar la entrega de Estándares y divulgación de los mismos.

4.8 ACTUALIZACION Y AJUSTE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES

Como uno de los requisitos para llevar a cabo el Programa de Control Pérdidas es realizar una actualización periódica de cada uno de los elementos; en el Análisis de tareas Críticas se está actualizando los Estándares de tal forma que al realizar la divulgación se presenten adicionalmente los Procedimientos Estándar de las tareas actualizadas.

5 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN CASTILLA Y CHICHIMENE POC

5.1 LOCALIZACIÓN

El campo petrolero de CASTILLA, administrado desde enero 31 del 2000 y operado desde julio 31 del mismo año por la Gerencia Llanos de ECOPETROL, está ubicado entre las siguientes coordenadas: (1.045.000 E, 915.000N) y (1.051.500 E, 921.000N) con una extensión superficial de 3.600 Hectáreas y con un área de yacimiento de 1.335 Hectáreas. Está localizado a 4 Km. al sureste del municipio de Castilla La Nueva en el departamento del Meta.

El campo petrolero de Chichimene, administrado desde enero 31 del 2000 y operado desde julio 31 del mismo año por la Gerencia Llanos de ECOPETROL, está ubicado entre las siguientes coordenadas: (1.043.000 E, 926.000N) y (1.045.500 E, 929.000N) con una extensión superficial de 750 Hectáreas y con un área de yacimiento de 374 Hectáreas. Está localizado a 12 Km. al sureste del municipio de Acacias en el departamento del Meta.

5.2 ESTACIÓN CASTILLA 1

Una vez el crudo proveniente de los pozos llega al Múltiple de Recolección, es enviado hacia los Precalentadores A y B para hacer más fácil la separación de las moléculas de petróleo y agua. Cuando el fluido de producción abandona los Precalentadores es dirigido hacia los Tanques de Surgencia, *Surge Tank*, donde se da una separación primaria del agua y el aceite.

Precalentadores, se facilita la separación de las fases presentes en el fluido de producción. Luego del Calentador el fluido pasa por el Tanque de Lavado, *Wash Tank*, que es el último paso en el proceso de tratamiento del crudo. Desde el Tanque de Lavado se envía el fluido al Tanque de Compensación y desde éste a los Tanques de Almacenamiento.

5.3 ESTACIÓN CASTILLA 2

Esta Estación está configurada como dos Estaciones en una, debido a la presencia de dos trenes gemelos de tratamiento denominados Módulos A y Modulo B. La producción de fluidos de los pozos se reparte equitativamente en cargas entre ellos.

Cada módulo de producción a su vez presenta dos etapas de separación en procesos interconectados. En términos generales la primera etapa de separación ocurre en un tanque de surgencia, *surge tank*, y la segunda etapa ocurre en un tanque de lavado, *wash tank*. Cada Módulo está conformado por dos tanques de surgencia y dos de lavado. Entre estas dos etapas se realiza un calentamiento del fluido para facilitar la efectividad del tratamiento. La producción de crudo es enviada a un área de almacenamiento común ubicada en el Módulo A y desde allí es bombeada hacia la Estación de Recolección y Tratamiento Producción Castilla 1 para su despacho por carrotanque.

De manera similar, el agua producto de la separación es tratada en un proceso común a los dos módulos antes de su vertimiento.

5.4 ESTACIÓN CHICHIMENE

El proceso comienza en el Múltiple de Recolección en donde el Crudo de Chichimene es recibido. Allí mismo también se recibe el Crudo de Castilla el cual es traído en carrotanques. La producción de Chichimene se envía por la línea de producción y el Crudo de Castilla por la línea de pozos limpios. El *Manifold* también cuenta con la Línea de Prueba de Pozos.

El fluido que es enviado por la línea de producción va directamente a los Calentadores, desde donde pasa a los Tanques de Lavado, no sin antes pasar por las Botas Separadoras de Gas. El gas separado en dichas Botas

es enviado junto con el gas del Separador al Tambor Separador de Líquidos en donde se le retira condensado, una vez sale de este recipiente pasa al tambor de Sello de la Tea, en donde también se le retiran condensados. Una vez deja este dispositivo de seguridad avanza hacia la Tea.

El crudo separado en los Tanques de Lavado es enviado a los Tanques de Almacenamiento, en donde es recirculado y almacenado junto con el Crudo de Castilla el cual ha sido mezclado previamente con condensado. Una vez se tiene el crudo almacenado, se envía a EBA (Estación de Bombeo Apiay) Una parte del agua separada en los Tanques de Lavado se utiliza para el intercambio de calor con el precalentador y la otra en los Calentadores, cuando la operación lo requiera. Una vez el agua abandona dichos equipos pasa al Sistema de Tratamiento de Aguas Aceitosas.

5.5 ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN POC

5.5.1 Identificación de tareas críticas. En el año 2000 se realizó la identificación de las tareas para cada cargo y se desarrolló el inventario de tareas críticas para los Supervisores y Operadores de Estaciones quienes tienen bajo su responsabilidad el funcionamiento de las estaciones. Sin embargo en estas áreas existe el cargo de Auxiliar de Operaciones el cual no fue inventariado, por lo tanto se vio la necesidad de realizar la identificación de las tareas y realizar la calificación de ellas con el fin de realizar el inventario de tareas críticas.

Siguiendo la metodología expuesta en capítulos anteriores se desarrolló la Identificación de las tareas para el cargo Auxiliar de Operaciones para las Estaciones de Castilla y Chichimene.

Para realizar la identificación de cada una de las actividades desarrolladas por el Auxiliar de Operaciones es necesario mantener una comunicación permanente donde se desarrolla el inventario por discusión desde el punto de vista personal, posteriormente se realiza el recorrido de campo realizando las actividades diarias que desarrolla dicho personal. De la información obtenida se realiza un inventario de tareas tentativo el cual es revisado y por el Operador y el Supervisor de la Estación y finalmente es aprobado por el Coordinador de Tratamiento, no obstante, se presenta dualidad de tareas entre el cargo Operador de Estaciones y Auxiliar de Operaciones para lo cual se tuvo que redefinir cada una de las actividades de este personal.

Teniendo en cuenta las actividades contratadas por la empresa para el cargo auxiliar de operaciones y las actividades propias del operador de estaciones, se desarrolló el Inventario de tareas que deben ser ejecutadas por el Auxiliar de Operaciones con la aprobación del Coordinador de Tratamiento.

5.5.2 Actividades que debe desarrollar el auxiliar de operaciones. El contratista se obliga para con ECOPETROL S.A. a ejecutar con sus propios medios, materiales, equipos y personal, el servicio de toma de parámetros de proceso de las estaciones de recolección y tratamiento de crudo y agua, Castilla 2 y Chichimene. Para cumplir con este objetivo deberá desarrollar las actividades mencionadas a continuación, trabajando durante las 24 horas del día, de lunes a domingo incluyendo festivos:

Recolección de muestras y parámetros de proceso:

- Entrada tanques de surgencia módulos A y B
- Salida de tanques de surgencia
- Rebose línea de crudo tanques de lavado
- Salida piernas de agua de los tanques de lavado
- Línea de despacho tanques de almacenamiento

- Tanques de almacenamiento, utilizando muestreo con ladrón a fondo, mitad y nivel del tanque
- Tanques de mezclado, utilizando muestreo con ladrón a fondo, mitad y nivel del tanque
- Despacho de crudo Apiay

Toma de datos y reportar al Operador:

- Presión y temperatura de cada línea de pozo que llega al múltiple
- Temperatura de fluido que entra a los tanques de surgencia
- Presión de descarga de las bombas de transferencia a los calentadores de fuego directo
- Temperatura de entrada y salida del fluido en los calentadores de fuego directo
- Presión de salida del fluido de los calentadores
- Temperatura de los calentadores de fuego directo
- Temperatura de entrada y salida del fluido en intercambiadores de calor
- Presión de descarga de las bombas de aspersión, de inyección de químicos y de despacho del oleoducto Chichimene-Apiay, Castilla 2-Castilla 1

Mantenimiento del sistema de inyección de químicos:

- Limpieza de los visores de nivel de cada recipiente donde se almacena el químico
- En coordinación con la forma que suministra los productos químicos, deberá tanquear los químicos en los correspondientes recipientes, evitando contaminar el área
- Mantener el área libre de contaminaciones, en orden y aseo

Drenajes:

- Drenar las aguas lluvias acumulada en los diques de los tanques de las estaciones Castilla 2 y Chichimene
- Drenar el agua libre que se encuentra en los tanques de prueba

- Drenar el agua libre de los tanques sumideros
- Drenar el agua libre de los tanques de almacenamiento
- Drenar el agua libre del tanque que almacena el condensado

Entrega y Recibo de turno:

Realizar de forma clara y precisa la entrega de turno, teniendo en cuenta los aspectos relevantes de la estación, informar al auxiliar entrante las modificaciones que se han realizado durante el turno y los trabajos que se realizan en la estación

Orden y aseo de las estaciones:

- Limpieza de los canales de las estaciones
- Mantener libre de contaminación y en perfecta limpieza las áreas de los calentadores de fuego directo, intercambiadores de calor, múltiple de producción, generación eléctrica y bombas de despacho.

5.5.3 Actualización y ajuste de tareas críticas. Puesto que los procedimientos estándares de tareas y prácticas de tareas se desarrollan para establecer el único método correcto para realizar una tarea en particular, es importante que a todas las tareas o por lo menos a las que han sufrido modificaciones se les realice una actualización.

Es por ello que el Coordinador presenta la inquietud de realizar la actualización de la tarea Alineación de pozo para prueba de producción en la estación Chichimene, debido a los cambios que se presentaron durante este último año y así dejar un estándar del procedimiento para desarrollar la tarea de forma correcta y segura.

6 DEPARTAMENTO DE PROCESO PRL

6.1 PLANTA DE ASFALTO

6.1.1 Descripción general de la planta de asfalto. La planta de asfalto fue diseñada para cargar 2500 BPD de crudo Castilla de gravedad 12.2° API, y obtener como producto terminado: Gasolina, Kerosén, ACPM y asfalto 60-80 como producto principal, mediante fraccionamiento en una unidad de destilación atmosférica y una torre correctora de chispa al vacío. La unidad puede operar a 60% de su capacidad nominal.

Actualmente la planta se carga con dos tipos de dieta (100% crudo Apiay, o Mezcla 65-35) dependiendo de las necesidades de producción, volúmenes de ventas y capacidad de almacenamiento en tanques.

Esta variación en la dieta surgió debido que la calidad del asfalto obtenido cargando 100% crudo Castilla (diseño) no era adecuada; por lo que se solicitó al Instituto Colombiano del Petróleo ICP, realizar un estudio en el que por medio de corridas de planta se determinó que al realizar una mezcla de 65 % crudo Castilla y 35 % crudo Apiay era posible producir asfalto dentro de especificaciones adecuadas de calidad, el cual se ha convertido en el principal objetivo operacional de la planta en la actualidad.

A raíz de estos cambios, fue necesario variar la destinación inicial de los tanques de almacenamiento K-501; y se colocó una bomba adicional para el recibo de crudo, pero indiscutiblemente, el factor más importante es la variación de las condiciones de operación de la planta, (principalmente el perfil de temperatura de la torre T-501).

Actualmente se producen en promedio 1500 BPD de asfalto, y 740 BPD de ACPM, que resulta al mezclar los flujos de ACPM y Kerosén obtenidos de las torres despojadoras, ya que gracias a esta mezcla mejora la calidad del ACPM como producto final para ventas.

6.1.2 Descripción del proceso de la planta de asfalto

- **Descargue y almacenamiento de crudo**

En esta sección se recibe el crudo que viene del campo Castilla en carrotanques, y se almacena en los tanques K-501 en donde se recibe también la cantidad de crudo Apiay necesaria para obtener la mezcla 65%-35%.

El proceso de preparación de la mezcla inicia dentro del tanque mediante un agitador, y su homogeneización se completa cuando el flujo pasa por el sistema de mezcladores. Otra función del almacenamiento es dar un tiempo de residencia al crudo en el tanque que permita la separación del agua que pueda contener, la cual es drenada periódicamente antes de que el tanque empiece a cargar a la planta, esa es una manera de garantizar la estabilidad del proceso a partir de una buena calidad de la materia prima.

- **Pre calentamiento de crudo**

Su finalidad es transferir energía térmica de un fluido a otro, recuperando el calor de los productos que necesitan enfriarse para aumentar la temperatura de entrada de la carga de crudo al horno; en este caso consiste en aprovechar las corrientes de Gasóleo y Asfalto que se extraen de la torre de vacío T-504 para lograr la transferencia de calor con el crudo a través de intercambiadores de tubo y coraza;

de esta manera se cumplen dos objetivos: bajar temperatura a los productos, y disminuir carga térmica al horno, que se traduce en la reducción del consumo de gas combustible gracias a que tenemos mayor temperatura del crudo a la entrada del H-501.

- **Destilación atmosférica y despojo con vapor**

En la sección de destilación atmosférica el crudo entra en la zona flash de la torre T-501, para luego ser separado en diferentes fracciones, de esta manera se produce:

Por la cima una nafta liviana conocida como bencina, ACPM y Kerosén como corrientes laterales, y por el fondo se obtiene crudo reducido, que es el crudo al que se le ha retirado sus fracciones más livianas, y que sirve como carga a la Torre de Vacío T-504.

La función que cumplen las torres despojadoras es retirar componentes livianos del ACPM y el Kerosén por medio de la inyección de un flujo de vapor que afecta principalmente el Punto Final de Ebullición (PIE), y además sube la temperatura de chispa (Flash Point), de manera que se mejora la calidad del producto.

- **Destilación al vacío**

La destilación al vacío permite obtener Asfalto y Gasóleo a partir de la corriente de crudo reducido proveniente del fondo de la T-501. La Torre T-504 opera a una presión inferior a la atmosférica (-28.7 mmHg), por esta razón no se requiere una bomba para succionar el crudo desde la Torre T-501; además, al operar a baja presión en la columna disminuye la presión parcial de los componentes, y es posible lograr la separación de las fracciones a temperaturas menores que las

requeridas a presión atmosférica, evitando sobrepasar la temperatura después de la que en lugar de separar fracciones valiosas, se logra una descomposición o coquización de los hidrocarburos.

- **Enfriamiento de productos**

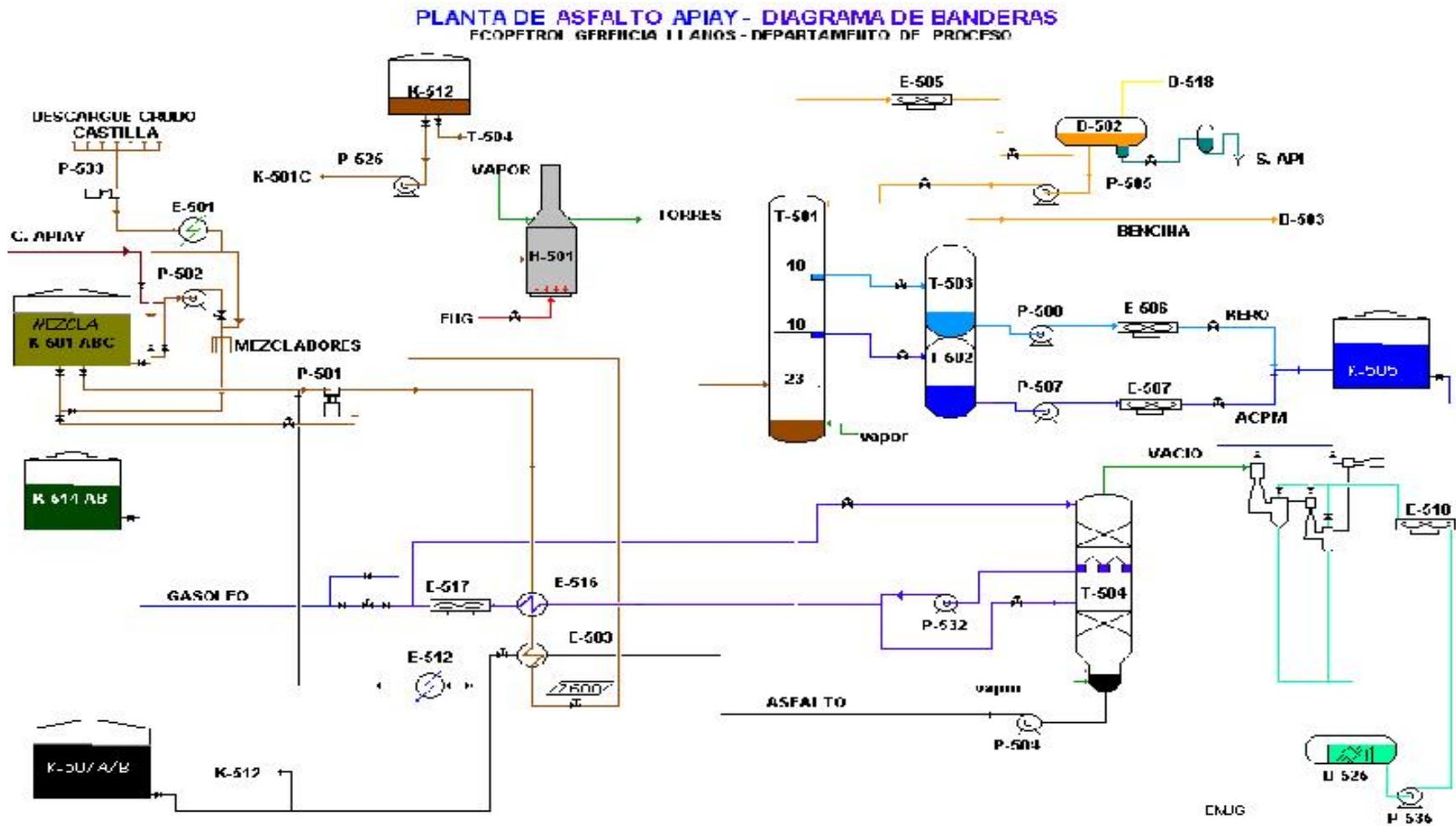
El principal objetivo del enfriamiento de los productos es garantizar una buena eficiencia energética del proceso, y garantizar condiciones adecuadas de almacenamiento desde el punto de vista de seguridad.

Al aprovechar la temperatura con que sale una corriente de producto de la torre de destilación, se evita que este calor se disipe hacia la atmósfera en los tanques de almacenamiento evitando el desaprovechamiento de la energía y minimizando un impacto ambiental negativo; además se elimina el riesgo de tener accidentes en la operación del tanque, como por ejemplo explosión o voladura del techo debido a la alta presión ejercida por los vapores de hidrocarburo generados al almacenar el producto a temperaturas muy altas.

- **Almacenamiento de productos**

Los tanques permiten mantener existencias de producto y garantizar sus buenas condiciones antes de ser entregado al comprador; además, almacenar el producto en un tanque es una herramienta que permite chequear y corroborar los balances volumétricos de la planta al realizar su medición diariamente.

Figura 11. Diagrama esquemático de la planta de asfalto



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Departamento de Proceso

6.2 PLANTA DE GAS

6.2.1 Descripción general de la planta de gas. Ante la necesidad de enviar gas a Villavicencio se trajo de Provincia una vieja planta de Glicol que manejó por algún tiempo hasta 1 MMSCFD (millón de pies cúbicos estándar por día de gas) para surtir la ciudad. Ya había muchos proyectos creciendo como las Estaciones de Suria y Reforma - Libertad, la Estación de Bombeo, la Refinería y la Planta de Gas, esta última inició labores en 1.991 enviando gas también a Bogotá por el tubo que había servido hasta esa fecha como poliducto para traer hidrocarburos desde Bogotá al llano.

La Planta de Gas había sido proyectada para manejar hasta 18 MMSCFD (millones de pies cúbicos estándar por día de gas) proveniente de las tres estaciones, surtir de gas seco a Villavicencio y Bogotá y producir GLP para la creciente demanda de la región.

Como la demanda crecía, en 1.995 se hicieron adecuaciones a la planta montando un nuevo compresor de carga, un nuevo cabezal de gas combustible, una zona para recibo y manejo de gas de Cusiana y un nuevo compresor de gas doméstico. El gas de Cusiana reforzó el envío de gas a Bogotá, sirvió como alternativa para el sistema de gas combustible de la planta, quedó como fuente primaria del gas a Villavicencio y alimentó la nueva Termoeléctrica del Ocoa.

El tubo por el que hasta esa fecha se enviaba crudo desde la Estación de Bombeo hasta el Porvenir, se adecuó para recibir gas de Cusiana y se tendió uno de mayor diámetro para el envío del crudo.

El incremento en la producción y la temperatura del gas de carga, puso en marcha otro proyecto que se ejecutó en el 2.001 y que consistió en hacer

facilidades para mejorar el enfriamiento y la separación del gas, en las estaciones de Suria y Apiay, así mismo, adecuar la planta para el manejo de los altos volúmenes de condensados que llegan asociados con el gas de carga.

Mediante la ejecución de estas modificaciones se aumentó la capacidad de procesamiento de la planta a 20 MMSCFD (millones de pies cúbicos estándar día).

6.2.2 Descripción del Proceso de planta de gas. El gas proveniente de los separadores trifásicos de crudo/agua/gas ubicados en los campos Suria, Reforma - Libertad y Apiay, se envía a la planta de Gas, donde se recibe en el separador general D-601, luego se comprime en tres etapas, en los compresores C-601 A/B/C, desde una presión de 5 psig hasta 647 psig aprox. El gas es enfriado después de cada etapa de compresión, en los intercambiadores E-601 A/B/C, E-602 A/B/C y E-603 A/B/C y los líquidos condensados en este enfriamiento, son separados en los tambores D-602, D-603 y D-604, localizados, entre las etapas de compresión.

Los líquidos recuperados en el fondo de los separadores se retornan por diferencia de presión al separador de la etapa anterior. El separador 602A recibe los condensados del D-602 y eventualmente del D-601. En este separador el gas de cima se lleva como reciclo a la corriente de gas de carga y el líquido del fondo se envía como condensado producto al tanque K-620. Los condensados del separador D-601 se envían a la Estación de Recolección de Apiay mediante las bombas P-603 A/B. El separador D-602 tiene igualmente facilidades para enviar los condensados a la estación de recolección de Apiay.

Luego de su compresión, el gas pasa a la unidad de secado W-601 que consta de:

- Dos secadores D-608 A y B
- Un tambor D-609 para el gas de regeneración
- Un enfriador, E-611, para el gas de regeneración
- Un horno H-601, para el gas de regeneración
- Dos filtros F-601 A/B de gas seco
- Dos filtros F-602 A/B para el gas de regeneración

El gas saturado entra al secador D-608 A o B que operan alternamente cada 12 horas, (mientras en uno ocurre el proceso de secado en el otro se realiza el proceso de regeneración) con el objeto de eliminar cualquier residuo de humedad que traiga el gas y así evitar la formación de hidratos durante la etapa de enfriamiento posterior.

El gas seco que sale por el fondo del secador va a los filtros F-601 A/B donde se retiran partículas sólidas que hayan sido arrastradas, posteriormente el gas rico fluye hacia el absorbedor de Mercurio D-613 y de allí va al filtro F-607. Una vez el gas sale de esta etapa, pasa a la sección de refrigeración, la caja fría o Caja Linde (E-604) que cuenta con un intercambiador auxiliar, E-604A para este gas rico.

El proceso de regeneración del tamiz molecular se realiza en 12 horas, distribuidas así: 5 horas de calentamiento, 3 horas de enfriamiento y 4 horas de reserva (stand by).

En la Caja Linde el gas rico intercambia calor con tres corrientes de proceso y con propano refrigerante, pasa al intercambiador E-604A que utiliza igualmente propano refrigerante y de allí continúa al separador de (fríos) D-605. La corriente de vapores de cima del separador D-605 (gas seco) se

envía a la Caja Linde para intercambiar calor con las corrientes de proceso y luego es succionado por los compresores C-602 A/B o C para llevarlo a la presión del gasoducto, que opera máximo a 2010 psig. Este gas se somete posteriormente a enfriamiento en los E-610 A/B o C, que operan con ventilador, para ser entregado al gasoducto que suministra gas a Bogotá.

Los líquidos del fondo del separador D-605 se envían a la Caja Linde para intercambiar calor con las corrientes de proceso, de allí fluyen como carga a la torre deetanizadora T-601 de la sección de fraccionamiento.

Los vapores de cima de la torre deetanizadora T-601 se condensan parcialmente en el intercambiador E-605 o chiller de propano. La mezcla líquido / gas se lleva al tambor D-606 donde se separan las dos corrientes, El líquido se devuelve como reflujo a la cima de la torre para controlar la temperatura en esta zona, y el gas se envía a la caja fría E-604 para ceder su enfriamiento, posteriormente este gas va al horno H-601 y continúa hacia el secador correspondiente (el que esté en proceso de regeneración), de ahí fluye hacia el enfriador con aire E-611 para condensar el agua removida en el proceso de regeneración y recolectarla en el separador D-609.

El líquido del fondo del separador D-609 se envía al separador de aguas aceitosas y el gas de cima pasa por los filtros F-602 A/B de donde fluye al separador D-603 de succión de la tercera etapa de compresión del gas de alimento. Esta es la operación que se denomina reciclo. Existen facilidades, para enviar esta corriente de gas a los sistemas de gas combustible, al separador D-601 o a la tea.

Una fracción de la corriente de fondos de la torre deetanizadora T-601 va al rehervidor E-606. La otra parte, constituida por propano, butano y

componentes pesados, fluye por diferencia de presión, como carga, a la torre debutanizadora T-602.

Los vapores de cima de la torre debutanizadora T-602 son condensados totalmente en los enfriadores con aire E-607 y E-607 A, el líquido (propano y butano principalmente) se acumula en el tambor D-607 de donde una fracción se envía como reflujo a la torre para controlar la temperatura en esta zona y el resto se envía a almacenamiento de GLP en las esferas K-690 A y B.

En caso que el almacenamiento de GLP no esté disponible, se puede enviar directamente como gas desde la cima de la torre T-602 mediante control de nivel al tambor D-610 y de ahí a la tea o dirigir la corriente líquida proveniente del D-607 al vaporizador E-613 de GLP, donde el líquido es vaporizado en el tambor D-610, para ser enviado a la tea.

Es importante aclarar que el diseño del tambor D-610 fue realizado para vaporizar GLP y enviarlo al sistema de gas combustible pero debido a su alto poder calorífico que ocasiona vibración en los motores de gas, no se envía a este sistema sino a la tea utilizando el by-pass de la válvula de seguridad o la línea de fondo de este tambor.

Una fracción de la corriente de fondos de la torre T-602 va al rehervidor E-608, la otra pasa por los enfriadores con aire E-609 y E-609 A y de allí se envía como producto, Apiasol, al tanque K-610 o al tanque K-504.

Cuando se requiera reponer los niveles de propano del sistema de refrigeración, se alimenta la torre T-603 de propano refrigerante, con una corriente proveniente de los platos 35/37/39 de la torre deetanizadora T-601.

Los vapores de hidrocarburos livianos que salen por la cima de la torre T-603 son enviados mediante la válvula de control de presión PIRCV-6012 al sistema de carga (D-601), previo calentamiento en el intercambiador E-614. El propano del fondo de la torre es enviado para reposición del ciclo refrigerante al tambor D-651.

El ciclo refrigerante consiste de un circuito cerrado en el cual, propano líquido proveniente del D-651, se evapora al enfriar las corrientes de los diversos usuarios (E-604, E-604 A y E-605), luego este vapor producido es comprimido de 1.5 psig hasta 235.3 psig, por los compresores C-650 A o B (uno en operación y otro en reserva) en dos etapas, para ser condensado nuevamente, mediante los enfriadores con aire E-650 A/B. El líquido se lleva a los acumuladores D-652 A y B y de allí al D-651, repitiéndose el ciclo.

6.3 ESTACIÓN DE BOMBEO APIAY

6.3.1 Descripción general de la estación de bombeo Apiay. La Estación de Bombeo de Apiay fue la primera estación del llamado Oleoducto Central de los Llanos, entró en funcionamiento en 1989 y fue diseñada para recibir, contabilizar, hacer control de calidad en línea y en tanque, almacenar y bombear a la Estación el Porvenir, todas las corrientes de crudo que llegaban de las tres estaciones de la Superintendencia de Operaciones Apiay (Suria, Reforma y Apiay), de la estación de Chichimene, manejada en ese entonces por Chevron y, de la Refinería que enviaba las corrientes de degradación de las plantas.

La estación inició operaciones con 3 bombas principales, 3 tanques de almacenamiento, 2 bombas de refuerzo y 2 bombas de transferencia; en ese entonces solo dos líneas de recibo de crudo llegaban a la Estación de Bombeo provenientes de las estaciones de recolección de Apiay y Suria, la línea al Porvenir era de 12 pulgadas; (esta línea de 12 es la que hoy trae el Gas desde Cusiana hasta la Planta de Gas), se tendió una nueva línea de 16 pulgadas para el envío del crudo.

Hoy en día la Estación de Bombeo EBA, forma parte del Departamento de Proceso de la Gerencia Llanos y cuenta con varios equipos y líneas adicionales, a saber:

- Una bomba principal adicional
- Una bomba reforzadora adicional
- Líneas adicionales
- Un tanque adicional para almacenamiento y despacho de crudo

También EBA maneja ahora lo que era la Asociación Cubarral (Chevron – ECOPETROL) y recibe además, crudo Valdivia y condensado de Planta de

Gas, éste último utilizado para mejorar la gravedad API del crudo a despachar.

A tres de las 4 bombas principales se les modificaron los cilindros para darles mayor capacidad de bombeo pasando de 920 gpm a 1100 gpm.

6.3.2 Descripción del proceso EBA. La Estación de Bombeo de Apiay (EBA) se divide en varias secciones: Recibo, Filtración y Medición, Almacenamiento, transferencia y recirculación, Refuerzo, Limpieza final y medición para despacho y, bombeo principal.

- **Recibo De Crudo.** A la estación de bombeo Apiay EBA, llegan cinco líneas con los crudos provenientes de los campos Apiay, Suria-Reforma, Chichimene, Valdivia y Castilla. Esta última transporta crudo que diariamente traen los carrotanques desde el campo Castilla y cuando la Refinería cambia de carga por solo carga de crudo Apiay, transporta el crudo reducido producto diluido con slop liviano.
- **Filtración y Medición.** Los diferentes crudos pasan cada uno por un sistema de filtración y medición. Esta sección cuenta con analizadores en línea de BS&W (sedimentos y agua) y toma muestras automáticos para control de calidad del crudo que se recibe. Una vez el crudo sale de la sección de filtración y Medición puede ir a:
 - Cualquier tanque de almacenamiento a través del múltiple de recibo
 - El crudo Suria puede ir la línea de succión de las bombas de transferencia y por allí direccionarlo al tanque que se requiera.
 - Los crudos Castilla y Chichimene pueden ir ambos o cada uno, a la línea de descarga de las bombas de transferencia y por allí direccionarlos a cualquier tanque.

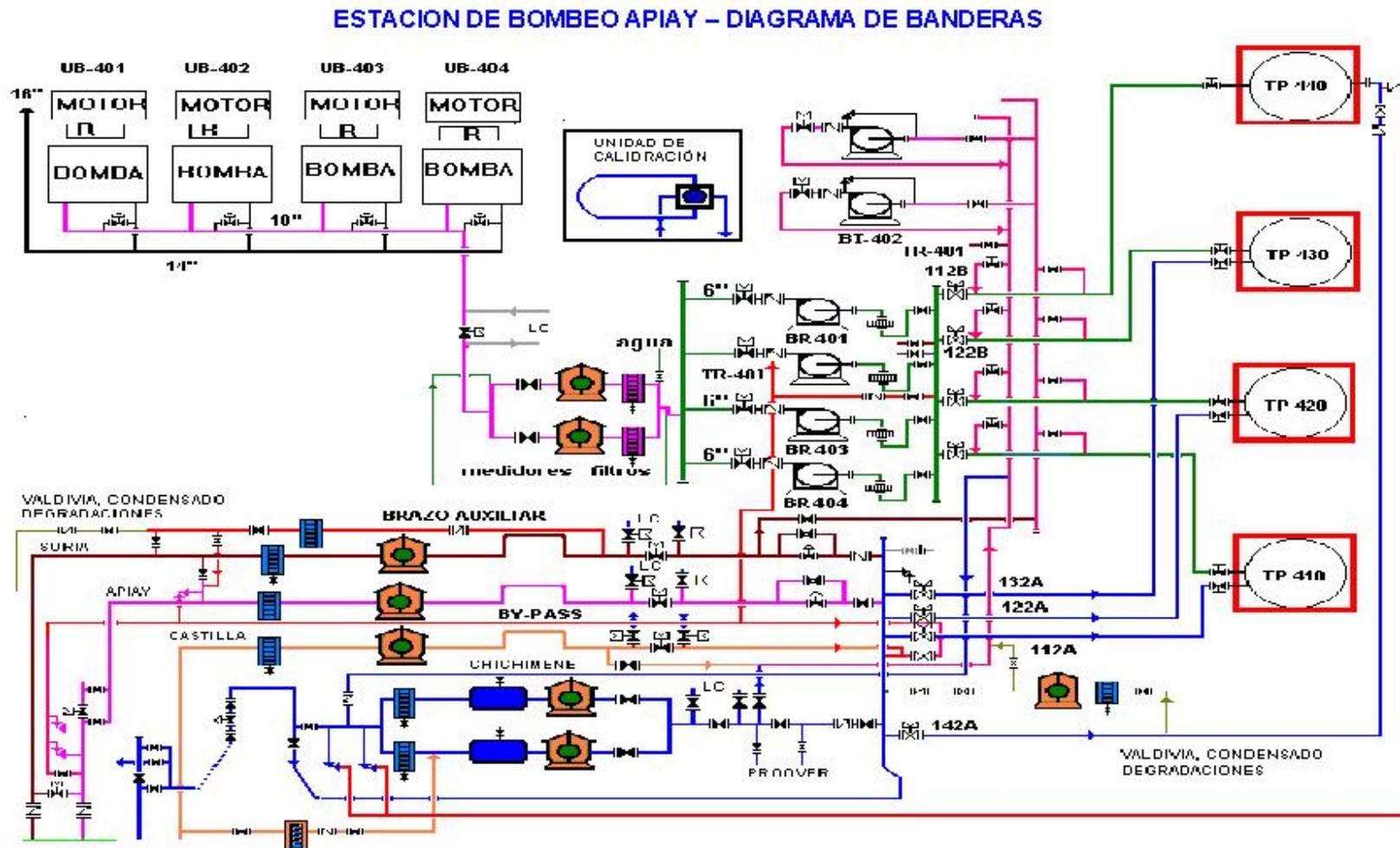
- Con los cabezales que se van a instalar próximamente y la eliminación varios by-pass en las diferentes líneas, quedarán facilidades para alinear cada corriente a los tanques según la necesidad de ajuste de la gravedad API, pasándolo por dos mezcladores estáticos y probablemente con menos consumo de condensado para mejoramiento de la gravedad.

- **Almacenamiento, Transferencia y Recirculación.** El crudo es almacenado en cuatro taques de una capacidad de 50.000 barriles cada uno. Existe un sistema de recirculación entre tanques que permite, mediante el uso de las bombas de transferencia, llevar crudo de un tanque a otro, de tal forma que con la mezclas realizadas, se cumpla con las especificaciones de calidad (° API y BS&W) establecidas para el crudo que se va a despachar hacia la estación El Porvenir.

- **Bombeo de Refuerzo.** Una vez se ha logrado obtener la calidad del crudo deseada, se realiza el bombeo desde el tanque que va a despachar hacia el sistema de bombeo principal, mediante el uso de las bombas de refuerzo (Booster) BB-401, 402, 403 y 404 de 730 gpm, que elevan la presión del crudo desde 10 psi hasta una presión aproximada de 150 psi. Estas bombas operan en igual proporción a las bombas principales. Esto es una Booster por cada bomba principal que opere y succionan de los tanques por líneas individuales de 16 pulgadas.

- **Limpieza final y medición para despacho.** Antes de llegar a la succión de las bombas principales, el crudo pasa por una sección de limpieza y medición final, donde se totaliza la cantidad de crudo que se va a despachar. Esta sección cuenta con analizadores de BS&W (sedimentos y agua) en línea, que garantiza el control sobre la cantidad neta de crudo despachado.
- **Bombeo Principal.** La Estación cuenta con 4 bombas principales, tres de las cuales tuvieron ampliaciones en los pistones para manejar 1100 Bls/ hora, hasta una máxima presión de despacho de 1.800 psi. Si se tiene en cuenta que la Estación recibe casi 50.000 Bls/ día, se concluye que se requieren 15 horas de bombeo diario, con tres bombas en operación normal para no acumular inventarios. Las limitaciones del bombeo son la presión de la línea que no debe sobrepasar las 1800 psi y la gravedad API del crudo. El crudo de 22° API, que viene a ser actualmente el promedio de las mezclas en los tanques, presenta flujo laminar pero la línea se presionará con flujo alto.

Figura 13. Diagrama esquemático de la estación de bombeo



Fuente: ECOPETROL Gerencia Llanos, Departamento de Proceso

6.4 ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TAREAS CRÍTICAS EN PRL

La identificación de cada una de las tareas desarrolladas en el Departamento de Proceso (PRL) se realizó en el año 2000, este inventario de tareas críticas se organizó por ocupación: Operador de Refinería, Operador de Servicios Industriales, Operador de Gas, Operador de Compresores, Operador de Transporte de Fluidos.

El Inventario de Tareas Críticas contiene:

- Listado de las tareas o actividades que una persona hace o podría hacer
- Exposiciones a pérdidas, donde se tiene en cuenta las interacciones entre el personal, el equipo, los materiales y el medio ambiente
- Evaluación de Riesgo, donde se tiene en cuenta los aspectos Gravedad, Repetitividad, Probabilidad y se define si la tarea es crítica con un puntaje mayor o igual a 7
- Necesidades del programa, requisitos que se deben cumplir tales como: procedimiento, práctica, entrenamiento de habilidad y reglas especiales

Del Inventario de tareas del Departamento de Procesos según el área de trabajo se identificaron y analizaron las siguientes tareas críticas presentadas en la tabla.

Tabla 9. Tareas críticas del Departamento de Proceso

Cargo	Tarea Critica	GLL	Requiere	Re.GI	RHI
Operador de Gas	Tomar datos y revisar estado de equipos	PRL	Práctica		
	Medir nivel de las esferas K690 A/B		Procedimiento	Si	
	Realizar cambio de esfera para recibir o vender producción de LPG		Procedimiento		
	Tomar muestras de LPG para análisis		Procedimiento		
	Realizar cambio de plato de carga a la T-603		Procedimiento		Si
Operador de Refinería	Entrega y recibo de turno		Práctica	Si	
	Controlar los flujos de llegada al separador API		Práctica		
	Cambio flushing (por ACPM planta, ACPM del K-505 y gasóleo de K-514 A/B) debido a bajo nivel de gasóleo		Procedimiento		
	Medir tanques		Práctica		
Operador de Transporte de Fluidos	Enviar raspador a Porvenir		Práctica		

6.5 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE TAREA CRÍTICA

El análisis de las tareas críticas en el Departamento de Proceso se realiza según la metodología; a continuación se presenta un ejemplo del análisis realizado para la tarea Entrega y Recibo de Turno; así mismo se analizaron todas las tareas críticas del área operativa del Departamento de Proceso.

Tarea: REALIZAR CAMBIO DE PLATO DE CARGA DE T-601 A T-603

Cargo: OPERADOR DE GAS

Planta / división: PLANTA DE GAS

Departamento: PROCESO

Figura 14. Torre T-601 Deetanizadora

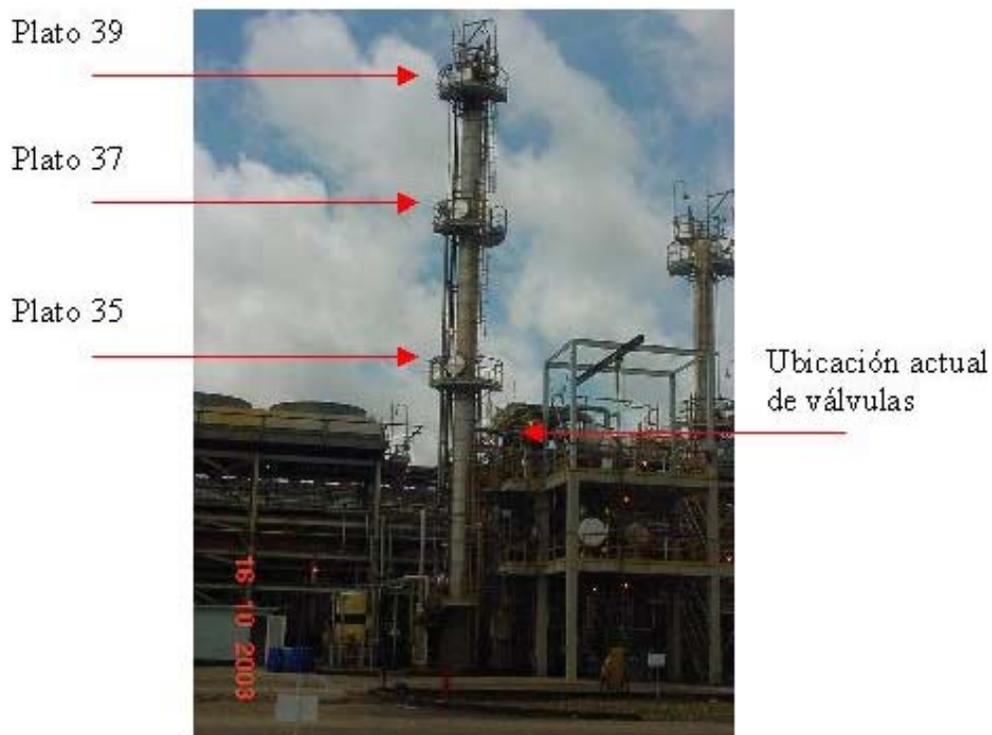


Figura 15. Válvulas de los platos para carga



Figura 16. Válvula neumática para cargue



- **Objetivo:** Obtener el volumen necesario de propano (plato mas bajo = mayor volumen), o mejorar la calidad de alimentación de la torre T-603, dependiendo de las condiciones de operación.
- **Frecuencia:** Cada vez que se requiera.

Para identificar cada uno de los pasos que sigue el Operador al realizar la tarea es necesario entablar una comunicación directa donde se desarrolla la tarea por discusión, posteriormente por observación, es decir inspeccionando cada uno de los pasos realizados en el momento de desarrollar la tarea efectivamente.

De la información recogida en Campo se obtuvo la estructuración de la metodología de desempeño de la tarea con los recursos que actualmente se ejecuta, el Paso a Paso se estableció llevando un enfoque de detección de factores críticos y delimitando las exposiciones a pérdida que generan mayor criticidad para el personal, equipo, Calidad y Medio ambiente.

- **Paso a Paso:**
 - 1) Confirmar por radio con el cuarto de control, por cual plato se está cargando la torre T-603, y por cual hay que hacer el cambio.
 - 2) Subir las escaleras hasta al torre T-601 Deetanizadora
 - 3) Subir desde la plataforma por las escaleras verticales hasta las válvulas de salida del plato de carga (plataforma No. 3)
 - 4) Abrir válvula del plato por el que se va realizar el cambio
 - 5) Cerrar válvula de salida de plato que se encuentra cargando
 - 6) Confirmar con el cuarto de control el cambio realizado, y saber si no es necesario realizar nada más antes de bajar de la cima de la Torre
 - 7) Descender las escaleras y desplazarse a otra área

Una vez desarrollado el paso a paso se pueden responder las siguientes preguntas respecto de cada etapa de trabajo:

- **¿Quién debería hacerlo?**

La tarea debe ser desarrollada únicamente por el Operador de la Estación, quien está capacitado para hacerse cargo del área de trabajo

- **¿Cuándo se debería hacer?**

La actividad se debe realizar cada vez que se necesite un volumen indicado de propano o sea necesario mejorar la calidad de alimentación de la torre T-603.

- **¿Dónde se debería realizar?**

Debido a la ubicación de las válvulas (mas de 6 m de altura) y al difícil acceso por la escalera vertical, es indispensable automatizar dichas válvulas para ser operadas desde el panel de control

- **Identificación de las Exposiciones a Pérdida**

Definido cada uno de los pasos es indispensable identificar la exposición a pérdida que se genera, donde se tiene en cuenta, Personas, Medio Ambiente, Equipo y Materiales.

- **Personas:** es una tarea sumamente riesgosa para quien la realiza, debido a que se debe exponer a grandes alturas y adoptar posturas inadecuadas que perjudican su salud y ponen en riesgo su vida
- **Medio Ambiente:** No se han presentado casos de contaminación ambiental al realizar esta tarea

- **Equipo:** Las válvulas y los equipos internos de la torre pueden dañarse debido a una incorrecta manipulación al realizar la tarea, puesto que cambian las condiciones del proceso
- **Materiales:** La calidad del producto depende del control que se tenga en la operación y la forma en que son alineadas las válvulas

- **Verificación de Eficiencia**

Teniendo conocimiento de cómo se está realizando la tarea e identificados los pasos críticos de la misma, se procede a definir la forma correcta de realizar la actividad con el fin de minimizar los riesgos que en ella se presenta, para ello se tiene en cuenta las sugerencias de operadores, supervisores y el criterio de quien está realizando el análisis.

- **Antecedentes:** La tarea cambio de plato de carga de las torres T-601 a T-603, está siendo realizada por el operador de turno, quien se expone a múltiples riesgo que atentan contra su vida, puesto que está sometido a grandes alturas en condiciones inseguras para maniobrar las válvulas.
- **Acción Correctiva:** Se reubicaron las válvulas de carga 35, 37 y 39 de la torre T-601, es decir se prolongaron las líneas hasta la plataforma de entrada de la torre T-603
- **Inversión:** Los costos por las modificaciones realizadas son: Cambio de válvulas de carga de T-601 a T-603. Instalación de válvula solenoides en la salida de los platos 35, 37 y 39 de la T-601 hasta la T-603 operables desde el I/A.
TOTAL INVERSIÓN: \$7.336.587
- **Ahorros:** Los ahorros que se obtienen son potenciales puesto que se están minimizando riesgos de accidente y salud para el personal que realiza la actividad, por lo tanto la tarea dejaría de ser crítica.

- **Procedimiento Estándar de la Tarea**

- 1) Confirmar con el Técnico del cuarto de control por cual plato se está cargando la torre T-603 y por cual plato hay que hacer el cambio.
- 2) Subir las escaleras hasta la Torre T-601, Deetanizadora. Verificar el estado de las escaleras y la plataforma, que se encuentren limpias y sin obstáculos.
- 3) Abrir válvula del plato por el cual se va realizar el cambio.
- 4) Cerrar la válvula del plato por el que se encuentra cargando. Las válvulas están ubicadas frente a la entrada de la torre T-603.
- 5) Verificar con el técnico del cuarto de control el cambio realizado; confirmar
- 6) Descender las escaleras despacio y sujetándose del pasamanos; dirigirse a un área más segura.

6.6 PONER EN FUNCIONAMIENTO

Como es de saberse uno de los aspectos más relevantes del proyecto es poner en funcionamiento el análisis realizado; por lo tanto es indispensable establecer la disponibilidad del personal involucrado en la actividad de Tareas Críticas.

El Coordinador de Departamento estableció que se realizara el entrenamiento de las tareas con los Supervisores a cargo y como mínimo con dos Operadores que realicen la tarea, para lo cual se cuenta con el tiempo que el personal disponga, así mismo la documentación de los Procedimientos Estándares se entrega a quien reciba el entrenamiento y al Coordinador de Departamento. La actividad realiza en el área de trabajo haciendo una retroalimentación, donde se especifican las reglas y cuidados especiales que se deben tener en los pasos más críticos, igualmente se da a conocer los cambios y beneficios que se desarrollaron en cada tarea.

6.7 ACTUALIZACION Y AJUSTE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES

En el Análisis de tareas Críticas se están actualizando los Estándares de tal forma que al realizar la divulgación se presenten adicionalmente los Procedimientos Estándar de las tareas actualizadas.

Se utiliza la misma metodología usada en el Departamento de Producción dando así cumplimiento a los requisitos del Programa Control Pérdidas

CONCLUSIONES

- En el Departamento de Producción Castilla se realizó el Inventario de Tareas para el cargo Auxiliar de Operaciones, en el cual se identificaron, analizaron y valoraron los riesgos de seis (6) tareas que deben ser realizadas en esta ocupación, asegurando al interior de la organización las funciones y responsabilidades adquiridas por el trabajador.
- Se ejecutó un Análisis sistemático de 21 tareas que fueron identificadas como críticas en los Departamentos de Producción y Procesos, distribuidas en los siguientes cargos: En el Departamento de Producción se analizaron nueve tareas que desarrolla el Técnico de Producción en Suria, una tarea del Técnico de producción en Apiay y dos tareas que son realizadas por el Supervisor de Producción. En el Departamento de Procesos cinco tareas ejecutadas por el Operador de Planta de Gas y 4 tareas que realiza el Operador de refinería, proporcionando los medios para eliminar o minimizar los riesgos identificados en cada actividad y garantizando la implementación de las medidas de control necesarias para asegurar tanto la efectividad como la oportunidad.
- Se diseñaron listas de chequeo para la entrega y recibo de turno de los Técnicos de Producción y el Operador de Refinería, reemplazando la minuta y garantizando que la tarea sea realizada teniendo en cuenta los aspectos más relevantes y evitar pérdidas para el medio ambiente, la producción, la calidad y la integridad física de los Operadores.
- Se realizó la verificación de eficiencia de cada una de las tareas analizadas en busca de una mejora y control de pérdidas. Los cambios y/o mejoras fueron aprobadas por el respectivo Coordinador de

Departamento bajo el criterio de una viabilidad económica para la Empresa.

- Se estandarizaron los procedimientos y prácticas de las 29 tareas críticas anteriormente mencionadas, determinando los criterios y métodos necesarios para certificar que tanto la operación como el control de estos procedimientos y/o prácticas sean eficaces y cumplan con los requerimientos de calidad, seguridad, salud y medio ambiente.
- Parte fundamental del proceso de análisis de tareas críticas es poner en funcionamiento cada una de las actividades estandarizadas, por ello se cumple con el Entrenamiento de adecuado de un total de 29 tareas especificadas para cada cargo, las cuales fueron identificadas, analizadas y valoradas como críticas.
- Con el entrenamiento y formación de los procedimientos de tareas críticas dirigidas hacia los supervisores y operadores de cada estación se espera que este programa se mantenga y conlleve a una cultura de seguridad, salud ocupacional, calidad y medio ambiente que tanto se reclama.
- Para dar cumplimiento a los principios de la Política de Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de ECOPETROL Gerencia Llanos se actualizaron 13 Procedimientos para los cargos Recorredor de pozos, Técnico de Producción de Apiay, Técnico de Producción Castilla y Operador de fluidos, fortaleciendo la calidad y el mejoramiento continuo.
- En la Gerencia se crea un pensamiento de responsabilidad del personal que realiza actividades de alto riesgo, es por ello que se incrementa la disponibilidad y comodidad de los elementos de protección personal, y se genera un ambiente de concientización, ejemplo y disciplina.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMAYA Carlos; MUÑOZ María; ROJAS Nelson, CALIZ Aldo. Potencialidad del yacimiento k-1 en los campos Apiay, Suria y Libertad Cuenca Llanos Gya - Gerencia Llanos, Santa fe de Bogotá febrero 1998.
2. DIANA MARELVY JARA G. Desarrollo de un modelo de análisis operacional en el área de refinación de crudos pesados Planta de Asfalto Apiay (Meta), Tesis de Grado, Universidad de los Andes, año 2002.
3. ECOPETROL, Protocolo del Sistema de Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas en la Vicepresidencia de Exploración y Producción. GSV – G – 001. 1999
4. ECOPETROL Gerencia Llanos, Control de Pérdidas Identificación y Análisis de Tareas, año 2003.
5. ECOPETROL Gerencia Llanos, Manual de Control de Pérdidas- Identificación y análisis de tareas críticas, marzo de 2003.
6. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Manual de Operaciones Estación Castilla 1, año 2002.
7. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Manual De Operaciones Estación Castilla 2, año 2002.
8. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Manual De Operaciones Estación Chichimene, año 2002.
9. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Manual De Operaciones Estación de Bombeo Apiay, año 2002.
10. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Manual De Operaciones Planta de Gas Apiay, año 2002.
11. ECOPETROL Gerencia Llanos, Presentación Análisis y Procedimientos de Tareas críticas, año 2002

12. ECOPETROL GERENCIA LLANOS, Procedimientos Estandarizados, año 2002.
13. LOSS CONTROL MANAGEMENT, Auditoria de Seguridad Usando el SCIS, 1997 DNV.
14. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-18001: 1996, Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional

Links recomendados

- www.saludocupacionalenespaol.com.
- www.cepis.ops-oms.org.

ANEXOS

ANEXO A
DOCUMENTOS APLICABLES

		GERENCIA LLANOS CONTROL DE PÉRDIDAS IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE TAREAS CRÍTICAS			CP-IATC-F-006		
					12/03/03	Página 1 de 1	
					ACTUALIZACIÓN: 01	CASSO	
PLANTA / DIVISIÓN		TAREA ANALIZADA	HOJA DE INVENTARIO PARA ANÁLISIS DE TAREAS		APROBACIONES		
DEPARTAMENTO		FECHA DE TERMINACIÓN			Firma	Cargo	Fecha
OCUPACIÓN		TERMINADA POR			Firma	Cargo	Fecha
No.	(A) PASOS SIGNIFICATIVOS O ACTIVIDADES CRÍTICAS	(B) EXPOSICIONES A PERDIDAS (SALUD - SEGURIDAD - CALIDAD - PRODUCCIÓN)	(C) VERIFICACIÓN DE EFICIENCIA		(D) CONTROLES RECOMENDADOS		
			SI	NO			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

	GERENCIA LLANOS CONTROL DE PÉRDIDAS IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE TAREAS CRÍTICAS		CP-IATC-F-007	
			12/03/03	Pág. 1 de 1
		act.: 01		CASSO
INFORME VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA EN EL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO / TAREA				
U B I C A C I Ó N	PLANTA / DIVISIÓN	DEPARTAMENTO	OCUPACIÓN	TAREA
	FECHA	PRESENTADO POR JELITZA MILENA QUINTERO UIS	AHORROS ANUALES DE COSTOS	APROBADO POR
C D E M S B C I R O I S P C Y I Ó B N E N D E F I L C O I S O S	Describa claramente todos los cambios / mejoras en la eficiencia que se han practicado, o que se harán como resultado de la verificación de eficiencia.			
C A L C U L O D E L A H O R R O	Describa claramente el método usado para medir y calcular los costos, asegurándose de incluir el costo de puesta en marcha			



GERENCIA LLANOS
CONTROL DE PÉRDIDAS
IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE TAREAS CRÍTICAS

CP-IATC-F-009

12/03/03

Pag 1 de 1

ACT: 01

CASSO

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TAREA

Entregado a: _____

TAREA _____ **FECHA** _____

DEPARTAMENTO _____ **OCUPACION** _____

INCLUYA EN EL PROCEDIMIENTO Y / O PRÁCTICA

1. Objetivo e importancia de la tarea: motivación y comprensión
2. Descripción paso a paso sobre "como proceder"
3. Explica los pasos de una manera positiva indicando que hacer en vez de una larga lista de no hacer.
4. Razones del porque para los pasos fundamentales.
5. Imprimir en forma simple y funcional debido a que los procedimientos son herramientas de enseñanza y aprendizaje deber ser claros, conciso, correctos y completos

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TAREA

He recibido el procedimiento estándar de trabajo _____ en esta fecha. Se me ha explicado, y se me ha recalcado la importancia de observarlo.

RECIBIDO POR: _____
NOMBRE _____ **REGISTRO** _____

FECHA _____ **SUPERVISOR** _____

 REV 1	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	107
			ACT: 1	

ANEXO B

PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS EN LA VICEPRESIDENCIA DE EXPLORACION Y PRODUCCION

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

 REV 1	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	108
			ACT: 1	

1. OBJETO

Establecer la herramienta básica para la implementación del Sistema Moderno de la Seguridad y el Control de Pérdidas en la Vicepresidencia de Exploración y Producción VEP, al definir los protocolos de los veinte elementos del sistema, adoptados corporativamente y que permitirán asegurar la calidad de la gestión de la Salud Ocupacional en nuestro negocio.

2. ALCANCE

Estos protocolos deben ser divulgados a toda la Vicepresidencia de Exploración y Producción VEP, a las compañías asociadas, proveedores y los contratistas de la VEP, y **su cumplimiento es de carácter obligatorio en todas las dependencias e instalaciones de la VEP.**

3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Para una mejor comprensión del contenido de éstos protocolos se han definido el siguiente Glosario de Términos:

3.1 Accidente: un acontecimiento no deseado que resulta en daños a las personas, a la propiedad, al proceso y al ambiente.

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	109
			ACT: 1	

3.2 Administración del Control de Pérdidas: es la aplicación de los conocimientos y técnicas de Administración profesional, a los métodos y procedimientos que tiene por objeto específico identificar, prevenir, minimizar o disminuir los factores de riesgo del trabajo y/o las pérdidas relacionadas con los acontecimientos no deseados.

3.3 Control de Pérdidas: practica administrativa que tiene por objeto prevenir o neutralizar los efectos destructivos de las pérdidas potenciales o reales que pueden resultar, o resultan, de los acontecimientos no deseados relacionados con los factores de riesgo y peligros de la operación.

3.4 Incidente: acontecimiento no deseado que bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesiones a las personas, daños a la propiedad, al proceso y al ambiente.

3.5 Pérdida: es el resultado de la materialización de un riesgo, es decir el contacto indeseado originado por una exposición indebida.

4. DOCUMENTOS APLICABLES

- Guía de Implementación del sistema de Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas - Vicepresidencia de Exploración y Producción.

- Cartillas de elementos de Control de Pérdidas - VEP.

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001		
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS			1999-07-01	110
				ACT: 1	

5. CONDICIONES GENERALES

El sistema de Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas se soporta en la Política de Salud Ocupacional establecida por la Presidencia de ECOPETROL en Septiembre de 1997.

Mediante éstos protocolos se pretende:

- * Unificar en toda la organización el nombre, objetivo y alcance de cada uno de los veinte elementos del sistema de Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas.
- * Preservar la memoria empresarial en procesos que llevan mucho tiempo en la empresa pero que su implementación requiere un enfoque sistémico y continuo.

6. PARTES DEL INFORME

Este protocolo contiene las siguientes partes: Portada, Introducción y Desarrollo.

7. BIBLIOGRAFÍA

BIRD, Frank E. y GERMAIN, Geoge L. Liderazgo Practico en el Control de Pérdidas. Segunda edición, 1991, Publicado por Division del International Loss Control Institute, ISBN 0-88061-054-9.

ECOPETROL, Refinería de Cartagena, Protocolos de Aseguramiento de la Calidad.

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001		
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS			1999-07-01	111
				ACT: 1	

8. ANEXO(s)

Un anexo que desarrollo los protocolos.

RELACIÓN DE NOVEDADES Y CAMBIOS

Fecha	Novedad	Página/Capitulo	Motivo

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	112
			ACT: 1	

ANEXO

Definición de los Elementos del Sistema de Administración Moderna de la Seguridad y el Control de Pérdidas:

4. ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS Y TAREAS

4.1 Objetivo:

Identificar cuales tareas son las que están asociadas a los mayores factores de riesgos para poder tomar acciones que permitan disminuir y/o eliminar dichos factores y/o sus consecuencias.

4.2 Desarrollo

Los procedimientos y prácticas de tareas definen cómo se debe realizar una tarea crítica. Un procedimiento estipula las acciones específicas que deben efectuarse, *paso a paso*. Una práctica estipula las guías generales o métodos a seguir cuando se esté desempeñando una tarea.

Tanto los procedimientos como las prácticas están encaminados a escribir la forma debida de realizar una tarea e incluyen consideraciones para la seguridad, salud, calidad, medio ambiente y producción.

El análisis de tareas críticas es un sistema que se utiliza para examinar las tareas y apoyar el desarrollo de procedimientos y prácticas efectivas. Esto incluye observación y discutir cómo se realiza una tarea, anotar los pasos incluidos, verificación de eficiencia, y establecer controles para la prevención de la pérdida potencial. Este elemento evalúa si existe un programa formal para identificar las tareas críticas,

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	113
			ACT: 1	

conducir el análisis formal de ellas, redactar los procedimientos o prácticas, y la revisión y evaluación del programa de análisis de tareas críticas.

Este Elemento tiene los siguientes Subelementos:

- 4.1. *Administración*
- 4.2. *Inventario de Tareas Críticas*
- 4.3. *Objetivo para el Análisis y Procedimientos de Tareas Críticas*
- 4.4. *Análisis y Procedimientos de Tareas Críticas*
- 4.5. *Identificación y Control de Pérdidas Potenciales*

4.3 Compromisos

El líder de este elemento, junto con los facilitadores del proceso y demás funcionarios de los equipos multidisciplinarios de cada área de trabajo, se comprometen a:

- * Hacer un inventario de las labores que se ejecutan en cada una de las áreas operativas, de mantenimiento y servicios, por el personal que allí labora.
- * Desglosar las labores de manera que puedan identificarse las tareas que las conforman.
- * Identificar las tareas críticas, descomponerlas en actividades e identificar los factores de riesgos asociados, la frecuencia y cantidad de exposición, la gravedad de las consecuencias si se materializase el riesgo y la posibilidad de control de dichos factores.
- * Preparar los procedimientos para ejecutar las tareas críticas con el mayor grado de control posible sobre los factores de riesgos y sus consecuencias.
- * Desarrollar controles que promuevan la aplicación de los procedimientos.

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08

	COORDINACION DE SALUD OCUPACIONAL - GSV - VEP		GSV - G - 001	
	PROTOCOLO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS		1999-07-01	114
			ACT: 1	

* Realizar evaluaciones para comprobar la efectividad de los procedimientos y/o la necesidad de rehacerlos.

4.4 Conclusiones

Ejecutar nuestro trabajo con calidad requiere no solo deseo de hacerlo bien; no es únicamente la resultante de buenas herramientas y equipo con lo mejor de la técnica de “estudio del tiempo y los movimientos” y un alto grado de compromiso; es también resultante de la conciencia y el control de los factores de riesgos asociados.

Elaboró	José Guillermo León Flórez /Coord. S.O	Revisó:	Edilberto Colmenares Tovar /Coord. de S.O	Aprobó	Edilberto Colmenares Tovar
Fecha	1999-07-01	Fecha	1999-07-07	Fecha	1999-07-08