

**“DESARROLLO DE UN SOFTWARE INTEGRAL PARA EL MANEJO DE LAS FACILIDADES  
DE SUPERFICIE DEL CAMPO ”CAMPO RICO””**

***JOHANNA MARITZA RODRÍGUEZ M.***

**CODIGO 1993266**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
BUCARAMANGA**

**2006**

**“DESARROLLO DE UN SOFTWARE INTEGRAL PARA EL MANEJO DE LAS FACILIDADES DE  
SUPERFICIE DEL CAMPO ”CAMPO RICO””**

***JOHANNA MARITZA RODRÌGUEZ M.***

**CODIGO 1993266**

**Proyecto de Grado para optar por el título de  
INGENIERO DE PETROLEOS**

**DIRECTOR**

**NICOLAS SANTOS SANTOS**

**INGENIERO**

**CODIRECTOR**

**JUAN CARLOS RODRÌGUEZ**

**INGENIERO DE PRODUCCION EMERALD ENERGY Pic.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-QUIMICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS**

**BUCARAMANGA**

**2006**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional, a Pepe por su amor y su compañía, y a todas aquellas personas que hicieron que este sueño se hiciera realidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece:

A Dios por darme fuerzas en los momentos difíciles de mi vida.

A mis padres, pues con su esfuerzo incansable me dieron todo lo necesario para que me formara como persona y como profesional.

A mis hermanos, por estar juntos en las buenas y en las malas. A mi familia por confiar en mí y siempre apoyarme.

A Emerald Energy por brindarme la oportunidad de darme a conocer como ingeniera de petróleos, haber confiado y creído en mis capacidades como persona y como profesional.

A todos mis profesores, mis compañeros y todas las personas que directamente o indirectamente influyeron en mi formación en la universidad y en el diario vivir.

## RESUMEN

### TITULO

DESARROLLO DE UN SOFTWARE INTEGRAL PARA EL MANEJO DE LAS FACILIDADES DE SUPERFICIE DEL CAMPO “CAMPO RICO”\*

### AUTORA:

Johanna Maritza Rodriguez\*\*

### PALABRAS CLAVES:

Manual de procedimientos como herramienta funcional, fácil actualización, lenguaje sencillo.

### RESUMEN

Los manuales de procedimientos en un campo petrolero, en una planta de tratamiento de gas, o en una refinería, son una herramienta requisito para la aprobación del funcionamiento de ésta, pero lamentablemente, se tiene como requisito y no más, no se le da la importancia que tiene. Ya que allí esta consignada no sólo la teoría básica fundamental del funcionamiento de los equipos, sino también, de recomendaciones, advertencias, pasos a seguir en una emergencia y de posibles fallas de los equipos.

Es así, que surgió la idea de poner a funcionar los manuales de procedimiento como una herramienta fundamental, en este caso en Campo Rico, un campo que por su posición y reciente descubrimiento, se encuentra en pruebas extensas de producción, por tanto, cada día esta en estudio de optimización de las facilidades de producción existentes, se ponen a prueba procedimientos y tecnologías, teniendo en cuenta, también la aprobación del funcionamiento del campo.

El manual de procedimientos requisito para ello debería ser modificado con cierta regularidad. Así que esta herramienta, debería tener la facilidad de modificación rápida, debería no ser compleja, porque se trata de una herramienta para uso frecuente en campo y no sólo para ingenieros o personas con cierto grado de estudio, sino, para cualquier persona que necesitara de la información, y además, esta información debería estar a la mano en cualquier momento.

Naciendo el software integral para el manejo de las facilidades de superficie del campo “Campo Rico” siendo éste pionero para el desarrollo de uno similar para cada uno de los campo propiedad de Emerald Energy patrocinador del proyecto con el mismo nombre.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos.

Trabajo dirigido por el profesor Nicolás Santos Santos, y el Ingeniero de producción de Emerald Energy Juan Carlos Rodriguez .

## ABSTRACT

### TITLE:

DEVELOPMENT OF A INTEGRAL SOFTWARE, FOR THE MANAGEMENT OF THE FIELD SURFACE FACILITIES OF "CAMPO RICO" \*<sup>2</sup>

### AUTHORS:

Johanna Maritza Rodriguez \*\*

### KEYWORDS:

The proceedings handbook like functional tool, Actualization easy, Single language.

The proceedings handbook in an oil field, in a gas treatment plant, or in a refinery, they are an requirement for the approval functioning of it, but lamentable, it is like requirement and nothing else, it doesn't give the importance that it has. Before now, it is consigned not just the fundamental basic theory of the equipment functioning, not but recommendations, warnings, steeps to follow in an-emergency and means equipments faults.

As soon as, emerged the idea to put functioning the procedure handbook as a fundamental implement in such case, in "Campo Rico", a field for it's position and recent discovery, it is under extensive test of production, therefore, every day it is in study of optimizing of the production facilities in existences, they are put under test proceedings and technologies, taking into account too, the field functioning approval.

The proceedings handbook, requirement for it should be modified with a certain regularity. As soon as, this implement, should have the facility of quickly modification, it shouldn't be complex, because it treats of an implement for frequent use and not just for engineers or people with certain level of study, not but, for any person who needed the information, moreover, this information must be on hand at any moment.

---

\*Final Graduation Work

\*\* Physical-Chemical Engineering Faculty. Petroleum Engineering School.

Advisor: Nicolás Santos Santos, & Production Engineer of Emerald Energy Juan Carlos Rodriguez .

Beginning the integral software, for the management of the field surface facilities of "Campo Rico", being the promoter of development for every one Emerald Energy property field's, sponsor of the project with the same name.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>0</b>
<b>1. DESARROLLO DEL SOFTWARE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INSTALACIONES DE PRODUCCION .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 ALCANCE.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 GENERALIDADES .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 FACILIDADES DE SUPERFICIE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 SISTEMA ORGANIZACIONAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 FUNCIONES .....</b>	<b>11</b>
2.6.1 Funciones del Ingeniero de Producción .....	11
2.6.2 Funciones del Supervisor .....	12
2.6.3 Funciones del Operador de Producción “A” .....	14
2.6.4 Funciones del Operador de Producción “B” .....	15
2.6.5 Funciones del Auxiliar de Producción .....	16
2.6.6 Funciones del Bodeguero.....	17
2.6.7 Funciones del Electromecánico: .....	18
2.6.8 Funciones del Celador.....	20
2.6.9 Funciones del Obrero de Patio.....	20
2.6.10 Funciones del Auxiliar de Campamento.....	21
<b>3. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y EQUIPOS .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL POR BOMBEO HIDRÁULICO .....</b>	<b>22</b>
3.1.1 Descripción del Proceso:.....	23
3.1.2 Centrífugas .....	24
3.1.3 Bombas Reciprocantes. ....	25
3.1.4 Normas De Seguridad .....	28
3.1.5 Imágenes Fotográficas .....	28
<b>3.2 PROCESO DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS .....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Descripción Del Proceso. ....	29
3.2.2 Normas De Seguridad .....	30
3.2.3 Imágenes Fotográficas .....	31

3.2.4 Diagrama Sistema De Inyección .....	32
<b>3.3 SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO Y ÁRBOLES DE NAVIDAD,CR-1,CR-2,CR-3.</b>	<b>33</b>
<b>3.4 PROCESO DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS .....</b>	<b>39</b>
3.4.1 Descripción del Proceso.....	39
3.4.2 Bombas Dosificadoras.....	40
3.4.3 Operación. ....	41
3.4.4 Normas De Seguridad .....	42
<b>3.5 PROCESO DE CALENTAMIENTO EN ELGUN BARREL .....</b>	<b>42</b>
3.5.1 Fundamentación Teórica.....	43
3.5.2 Descripción del proceso. ....	43
3.5.3 Equipos Utilizados. ....	44
3.5.4 Normas De Seguridad .....	46
3.5.5 Imágenes Fotográficas .....	47
<b>3.6 PROCESO DE DESHIDRATACION POR ASENTAMIENTO .....</b>	<b>47</b>
3.6.1 Descripción del Proceso.....	48
3.6.2 Normas De Seguridad .....	50
<b>3.7 PROCESO DE ALMACENAMIENTO .....</b>	<b>51</b>
3.7.1 Descripción del Proceso.....	52
3.7.2 Características Técnicas de los Equipos. ....	53
3.7.3 Normas De Seguridad .....	54
3.7.4 Imágenes Fotográficas .....	55
3.7.5 Diagrama Del Proceso De Almacenamiento.....	57
<b>3.8 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>58</b>
3.8.1 Descripción del Proceso.....	58
3.8.2 Aguas Residuales Aceitosas .....	58
3.8.2.1Equipos utilizados .....	60
3.8.3 Aguas residuales domesticas.....	68
2.8.4 Normas De Seguridad .....	70
3.8.4.1Imágenes Fotográficas De Las Piscinas.....	71
3.8.5 Diagrama Del Proceso De Tratamiento De Aguas .....	72
<b>3.9 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN .....</b>	<b>73</b>
3.9.1 Descripción del Proceso.....	73
3.9.2 Características Técnicas de los Equipos .....	73
3.9.3 Normas De Seguridad .....	75

<b>3.10 SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA .....</b>	<b>76</b>
3.10.1 Descripción del Proceso .....	76
3.10.2 Características Técnicas de los Equipos .....	76
3.10.3 Normas De Seguridad .....	78
3.10.4 Imágenes Fotográficas .....	79
<b>3.11 SISTEMA DE CARGUE CARROTANQUES.....</b>	<b>79</b>
3.11.1 Descripción del Proceso.....	79
3.11.2 Características Técnicas .....	80
3.11.3 Operación.....	80
3.11.4 Normas De Seguridad .....	83
3.11.5 Imágenes Fotográficas .....	84
3.11.6 Diagrama Cargue De Carrotanques.....	85
<b>3.12 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>86</b>
3.12.1 Descripción del Proceso.....	86
3.12.2 Características Técnicas .....	87
3.12.3 Normas De Seguridad .....	91
<b>4. PROBLEMAS Y SOLUCIONES QUE SE PRESENTAN EN LOS EQUIPOS .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1 SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO .....</b>	<b>92</b>
<b>4.2 SISTEMA DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS .....</b>	<b>95</b>
<b>4.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS .....</b>	<b>96</b>
<b>4.4 SISTEMA DE CALENTAMIENTO EN EL GUN BARREL .....</b>	<b>99</b>
<b>4.5 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO .....</b>	<b>104</b>
<b>4.6 SISTEMA CARGE DE CARROTANQUES .....</b>	<b>106</b>
<b>4.7 SISTEMA NEUMATICO .....</b>	<b>108</b>
<b>4.8 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN.....</b>	<b>110</b>
<b>4.9 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....</b>	<b>113</b>
<b>5. PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>116</b>
<b>5.1 PROCEDIMIENTO DE MEDICION Y OPERACIÓN RUTINARIA EN LA ESTACION</b>	<b>116</b>
5.1.1 Recorrido General de la Estación .....	116
5.1.2 Fiscalización de Tanques.....	119
5.1.3 Muestreo y Perfilada de Tanques .....	122
5.1.4 Desnate y Recuperación de crudo del API .....	125

5.1.5	Cambio de Tanque de Recepción .....	128
5.1.6	Medición del Tanque .....	129
5.1.7	Drenaje de Tanques .....	132
5.1.8	Entrada a prueba de un Pozo. ....	134
5.1.9	Encendido De La Tea.....	135
5.1.10	Abastecimiento de ACPM.....	138
5.1.11	Trabajos en Altura .....	140
5.1.12	Trabajos en Espacios Confinados.....	142
5.1.13	Actividades del Soldador .....	145
5.1.14	Encendido de la Caldera .....	150
<b>5.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN Y NO OPERACION DE LOS EQUIPOS MÁS COMUNES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....</b>		<b>151</b>
5.2.1	Operación y No Operación del Sistema de Bombeo Hidráulico .....	151
5.2.2	Operación y No Operación del Sistema de Inyección de Químicos .....	153
5.2.3	Operación y No Operación de un Tanque de Almacenamiento.....	155
5.2.4	Operación y No Operación del Sistema de Bombeo y Transferencia .....	157
<b>5.3 PRUEBAS DE LABORATORIO.....</b>		<b>159</b>
5.3.1	BSW por Centrífuga .....	160
5.3.2	Método para agua y sedimentos en crudos en agua libre .....	166
5.3.3	Gravedad API .....	166
<b>6 INTRODUCCIÓN A LAS NORMAS Y LINEAMIENTOS .....</b>		<b>171</b>
<b>6.1 GENERALIDADES CONCEPTUALES .....</b>		<b>172</b>
6.1.1	Salud ocupacional .....	172
6.1.2	Higiene Y Seguridad Industrial.....	172
6.1.3	Ergonomía. ....	172
6.1.4	Medicina Preventiva .....	172
6.1.5	Medicina del Trabajo .....	172
6.1.6	Análisis y Control de Riesgos .....	172
6.1.6.1	Clasificación General .....	172
6.1.6.2	Valoración.....	172
6.1.6.3	Control .....	172
6.1.7	Consideraciones Cuando Ocurren Accidentes de Trabajo.....	179
6.1.8	Accidentalidad y Estadísticas.....	180

6.1.9 Sobre los Factores Humanos.....	180
6.1.10 Sobre Los Factores Ambientales.....	183
<b>6.2 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LOS PROCESOS .....</b>	<b>184</b>
6.2.1 Objetivos de La Seguridad Industrial .....	180
6.2.2 Factores de Estudio de La Seguridad Industrial .....	180
6.2.3 Actividades Realizadas Por La Seguridad Industrial .....	180
<b>6.3 RECOMENDACIONES GENERALES .....</b>	<b>185</b>
6.3.1 Recomendaciones En Seguridad Industrial .....	180
6.3.2 Elementos de Protección Personal .....	180
6.3.3 Normas de Seguridad.....	180
6.3.4 Manejo de Productos Químicos .....	180
6.3.4.1Toxicología .....	180
6.3.4.2Guía Para La Identificación De Materiales Peligrosos .....	180
6.3.4.3Hoja de Seguridad Para Productos En La Operación .....	180
6.3.5 Señalización .....	180
6.3.5.1Utilización .....	180
6.3.5.2Clasificación .....	180
<b>6.4 MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>202</b>
6.4.1 Efectos Ambientales de las Aguas Aceitosas.....	202
6.4.1.1Impactos Sobre Las Actividades Económicas.....	202
6.4.1.2Efectos Biológicos De Los Hidrocarburos.....	202
6.4.2 Plan de Manejo Ambiental.....	204
6.4.3 Lineamientos Generales Plan De Contingencia.....	210
6.4.3.1Procedimientos Operativos.....	210
6.4.3.2Funciones y Responsabilidades Dentro del Plan de Contingencia.....	210
6.4.3.3Procedimiento de Notificación y Alerta.....	210
6.4.3.4Plan de Acción y Toma de Decisiones.....	210
6.4.3.5Reporte Inicial de Contingencia .....	210
6.4.3.6Informe Final de Contingencia.....	210
6.4.3.7Comunicaciones.....	210
6.4.3.8Eficacia y Eficiencia del Plan de Contingencia.....	210
6.4.3.9Capacidad Operativa de Los Equipos Existentes.....	210
6.4.4 Recomendaciones Ambientales.....	223
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>224</b>

**BIBLIOGRAFIA ..... 249**

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 01 ESPECIFICACIONES TOMADAS DEL ART. 72 DEC 1594	63
TABLA 02 TABLA POSICIÓN VALVULAS DE LAVADO	89
TABLA 03 FISCALIZACIÓN DE TANQUES	120
TABLA 04 MUESTRO Y PERFIL	125
TABLA 05 DESNATE Y RECUPERACION DE CRUDO DEL API	126
TABLA 06 MEDICIÓN DE TANQUES	130
TABLA 07 ENCENDIDO DE LA TEA	136
TABLA 08 ABASTECIMIENTO DE ACPM	138
TABLA 09 SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUIMICOS	153
TABLA 10 SISTEMA DE BOMBEO Y TRANSFERENCIA	157
TABLA 11 REPETIBILIDAD PRUEBA GRAVEDAD API	169
TABLA 12 REPRODUCTIBILIDAD PRUEBA GRAVADED API	170
TABLA 13 COLORES UTILIZADOS EN SEGURIDAD	199
TABLA 14 COLOR CONTRASTE	199
TABLA 15 FORMATO BÁSICO DE LAS FICHAS DEL PMA	205

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 01 PANTALLA DE PRUEBA 1	3
FIGURA 02 PANTALLA DE PRUEBA 2	4
FIGURA 03 PÁGINA PRINCIPAL	4
FIGURA 04 SISTEMA ORGANIZACIONAL	10
FIGURA 05 BOMBEO HIDRAULICO TIPO JET	22
FIGURA 06 DIAGRAMA SISTEMA DE INYECCIÓN	32
FIGURA 07 COMPLETAMIENTO ACTUAL CR-1	33
FIGURA 08 BOMBA JET CR-1	34
FIGURA 09 COMPLETAMIENTO ACTUAL CR-2	35
FIGURA 10 BOMBA JET CR-2	36
FIGURA 11 COMPLETAMIENTO ACTUAL CR-3	37
FIGURA 12 BOMBA JET CR-3	38
FIGURA 13 GUN BARREL	48
FIGURA 14 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO	57
FIGURA 15 DIAGRAMA PROCESO DE RATAMIENTO DE AGUA	72
FIGURA 16 DIAGRAMA CARGUE DE CARROTANQUES	85
FIGURA 17 VALVULA DE LAVADO DE FILTROS	88
FIGURA 18 CURVAS DE PRECISIÓN PARA EL MÉTODO DE BSW POR CENTRIFUGA	164
FIGURA 19 ORGANIGRAMA Y FUNCIONES DEL PERSONAL INVOLUCRADO	212

## LISTA DE FOTOS

	Pág.
FOTO 01 BOMBAS RECIPROCANTES	28
FOTO 02 BOMBA TIPO CENTRIFUGA	29
FOTO 03 XMAS TREE	31
FOTO 04 TOMA MUESTRAS	31
FOTO 05 MANIFOLD DE PRODUCCIÓN GENERAL	31
FOTO 06 CALDERA	47
FOTO 07 GUN BARREL 5000-2	48
FOTO 08 TANQUES DE ALMACENAMIENTO	55
FOTO 09 LINEAS DE DRENAJE DE AGUA	56
FOTO 10 TANQUE VERTICAL	56
FOTO 11 TANQUE 5000-1	56
FOTO 12 TORRES DE ENFRIAMIENTO	66
FOTO 13 BOMBAS IMPULSORAS	66
FOTO 14 AIREADORES PISCINA TRES	67
FOTO 15 CAJA RECOLECTORA	69
FOTO 16 REDFOX	69
FOTO 17 CAJA DE VERTIMIENTO	69
FOTO 18 TORRES DE ENFRIAMIENTO PISCINA TRES	71
FOTO 19 TRATAMIENTO QUIMICO	71
FOTO 20 PISCINAS DE DESNATE 1,2	71
FOTO 21 PISCINA DE SEDIMENTACION 4	72
FOTO 22 BOMBAS PARA ERTIMIENTO	72
FOTO 23 GENERADORES CATERPILLAR	79
FOTO 24 CENTRIFUGA MANIFOLD CARGADERO	84
FOTO 25 CARGADERO	84
FOTO 26 MANIFOLD CARGADERO	84

## LISTA DE ANEXOS

<b><u>ANEXO A</u></b> .....	226
<b>A 1 <u>MANUAL DEL USUARIO</u></b> .....	226
<b>A1.1 <u>PÁGINA PRINCIPAL</u></b> .....	226
<b>A 2 <u>CONTENIDO POR CAPÍTULOS</u></b> .....	230
<b>A 2.1 <u>INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN</u></b> .....	230
<b>A 2.2 <u>PROCESOS Y EQUIPOS</u></b> .....	232
<b>A 2.3 <u>PROBLEMAS Y SOLUCIONES</u></b> .....	236
<b>A 2.4 <u>PROCEDIMIENTOS</u></b> .....	239
<b>A 2.5 <u>SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE</u></b> .....	243
<b>A 3 <u>ACTUALIZACION</u></b> .....	246

## INTRODUCCION

El campo, Campo Rico es un campo en desarrollo, en este momento se encuentra en pruebas extensas de producción, por tanto se han venido probando tecnologías, cambiando técnicas y procedimientos con el fin de optimizar las facilidades existentes e identificar las necesidades reales del campo y de producción. Así como también del tratamiento de aguas.

Es así que se creo la necesidad de poder saber a ciencia cierta, qué se tiene y qué se esta haciendo en la actualidad para poder manipularlo, según los requerimientos de producción necesarios, los incrementos de producción, o de corte de agua que se presenten en los pozos.

Teniendo en cuenta, que éste es un campo en crecimiento, la implementación de un manual de procedimientos, seria algo obsoleto ya que lo que se tiene hoy no es lo que se tendrá mañana, pero se necesita tener una herramienta guía para el buen funcionamiento del campo, así se llegó a la conclusión, que la idea de una herramienta software que no sólo involucre los manuales de procedimiento, sino también, la descripción y especificación de las facilidades de superficie, con posibilidades de ampliación a archivos actualizados, con la facilidad de manejo práctico y sencillo, para que estuviese no sólo al alcance de los ingenieros, sino, de trabajadores y auxiliares que son los que manejan y manipulan los diferentes sistemas que componen las facilidades de producción, seria muy útil y conveniente siendo algo novedoso que implementaría una nueva forma de trabajo; integrando al personal a la investigación de la optimización de las facilidades de producción.

Esta herramienta, no sólo permite estar informado de lo que se tiene y cómo se esta utilizando, sino que también, se puede actualizar ante cambios, ya sea, en las facilidades de producción o en las características de los pozos, lo que cambiaría la forma de explotación, tratamiento del crudo y del agua de producción, que es algo muy importante para no cometer errores, que pueden causar pérdidas de producción y también daños irreparables en el pozo o accidentes que se hubiesen podido prevenir.

## 1. DESARROLLO DEL SOFTWARE

Primero se desarrolló una parte investigativa que consistió en revisar y clasificar la información de la literatura técnica, esto con el fin de estimar los parámetros y los procesos necesarios para el manejo de las facilidades de un campo petrolero. Permitiendo así clasificar la información posteriormente recopilada en Campo Rico en cinco capítulos en los cuales se podía abarcar la información necesaria para el manejo del campo.

Estos cinco capítulos son en su orden: Instalaciones de Producción, Procesos y Equipos, Problemas y Soluciones, Procedimientos, y HSE<sup>3</sup>.

Luego se planteó lo que se quería lograr con la herramienta, para así escoger en qué lenguaje de programación se iba a desarrollar el software. Los parámetros fueron:

- Ambiente amigable
- Opción de visualización de texto y gráficos simultáneos
- Manejo de gran cantidad de información
- Facilidad para la actualización
- Facilidad de manejo

Ya que la finalidad del desarrollo de este proyecto es implementar una herramienta que sea útil, con un ambiente amigable para el usuario, y sobre todo, que no fuera a quedar inutilizada en corto tiempo por des actualización y que la labor de actualización no fuera dispendiosa o complicada.

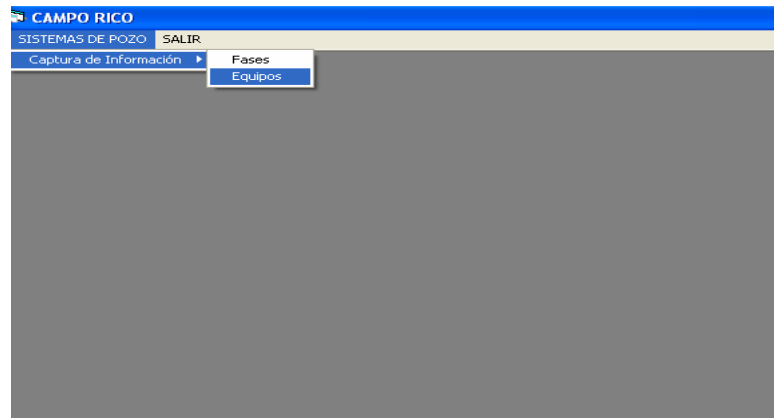
En primera instancia se pensó en un ambiente que manejara bases de datos, y también que éstos se pudieran imprimir como informes. Llegando a **Visual Basic 6.0** como una opción que supiera los requerimientos de manejo de datos. Para el diseño de informes se seleccionó **Cristal Report**, ya que es un buen complemento de **Visual**.

---

<sup>3</sup> Manuales de Operaciones y Procedimientos del Campo "Campo Rico"  
Autora Johanna Maritza Rodríguez Estudiante de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.

Se realizaron las primeras pruebas que generaron unos pantallazos iniciales, los cuales limitaron lo que se quería conseguir con la realización de la herramienta, ya que el ambiente en que se desarrolla Visual Basic no era muy atractivo y además, limitaba la cantidad de información teórica que se podía almacenar, debido a que este lenguaje de programación, esta hecho para el manejo de datos y características cortas, descritas teóricamente en extensión limitada.

**FIGURA. 1 PANTALLA DE PRUEBA 1**



Se produjo una pantalla interesante, en la cual se podía utilizar la opción de búsqueda para acceder fácilmente a la información que se necesitaba, botones de imprimir, adicionar, grabar, eliminar. Dieron una buena expectativa pero la limitación de capacidad de información teórica hizo eliminar esta opción y pensar en otras posibilidades para el desarrollo de la herramienta .

**FIGURA 2 PANTALLA DE PRUEBA 2**



La disponibilidad que proporciona el lenguaje HTML, para crear ambientes amables y cómodos de manejar por la semejanza con el entorno Windows, la facilidad de interactuar con textos ilimitados y gráficas de cualquier tipo, y sobre todo, la ventaja que se obtiene al trabajar con éste lenguaje, que es la posibilidad de acceder a la herramienta por medio de la intranet de la compañía interesada en el proyecto, hizo que se desechara cualquier otro tipo de lenguaje y se empezara a trabajar bajo éste, diseñando la página principal, botones, títulos, y la organización de ésta para darle un ambiente llamativo. Dando como resultado los primeros pantallazos totalmente satisfactorios cumpliendo con todas las expectativas creadas en el inicio del proyecto.

**FIGURA 3 PÁGINA PRINCIPAL**



Empezó así otra etapa, que es la de cargar la aplicación con la información recopilada anteriormente en las instalaciones del campo “Campo Rico” y poner en funcionamiento la herramienta diseñada.

Posteriormente, para la implementación de la herramienta, fue necesario realizar un nivel introductorio, en las instalaciones del campo “Campo Rico”. Esto con el fin de familiarizar a los usuarios con el nuevo software y fomentar su posterior uso, estudio y consulta en las labores desarrolladas en el campo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Este nivel introductorio fue realizado por la Autora, Johanna Maritza Rodriguez Estudiante de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander

## **2. INSTALACIONES DE PRODUCCION**

### **Objetivo**

Suministrar al personal de Operadores de Producción la información técnica necesaria y suficiente para conocer, en forma general, los distintos sistemas del proceso de producción de la batería, para operar con seguridad y proteger el medio ambiente y la integridad física de los asociados, contratistas, comunidad y de los equipos de propiedad de Emerald Energy Plc.

### **2.1 ALCANCE**

Serán tratadas las distintas fases o etapas que intervienen en el proceso de producción:

1. Recepción de fluidos de producción
2. Sistema de inyección de fluidos
3. Inyección de Químicos
4. Procesos
5. Deshidratación del Crudo
6. Almacenamiento, medición y transporte de Crudo
7. Agua de Producción

### **2.2 GENERALIDADES**

EMERALD ENERGY Plc Sucursal Colombia es una compañía de exploración y explotación de hidrocarburos. En el mes de marzo del año 2004 informa a ECOPETROL S.A. el descubrimiento de Campo Rico mediante el pozo Campo Rico-1 y se inicia pruebas extensas de producción del pozo que se encuentra localizado en el departamento de Casanare, en jurisdicción del municipio de Maní (Veredas Matepiña y La Consigna).

En el área de Campo Rico se da la conjunción de todos los elementos necesarios para el entrapamiento de hidrocarburos: presencia de la trampa controlada por la Falla de Campo Rico,

reservorio representado por la Formación Balcón de características petrofísicas buenas, roca fuente de buena calidad y migración de hidrocarburos.

Posteriormente hacia finales del año 2004 y principios del año 2005 se perforan los pozos Campo Rico 2 y 3, y se determina la vigencia de las pruebas extensas de producción de los pozos Campo Rico 1, 2 y 3 hasta el 31 de agosto de 2005.

El Contrato de Asociación Campo Rico fue suscrito entre la Empresa Colombiana de Petróleos, ahora Ecopetrol S.A., y Emerald Energy Plc Sucursal Colombia el 26 de marzo de 2002 (fecha efectiva el 25 de mayo de 2002), protocolizado mediante Escritura No. 895 del 22 de abril del mismo año y aprobado por Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución No. 13119 del 23 de abril de 2002.

## **2.4 FACILIDADES DE SUPERFICIE**

Las facilidades de superficie están construidas para el procesamiento de los fluidos de producción de los pozos CR-1, CR-2, y CR-3 los cuales producen mediante un sistema de levantamiento artificial por bombeo hidráulico - tipo jet. y el almacenamiento de estos hasta su transporte y disposición final en los centros de recibo de crudo Araguaney y Campo Santiago.

Estas instalaciones constan de los siguientes equipos:

- Un sistema de levantamiento artificial por bombeo hidráulico.
- Un sistema de tratamiento químico para el crudo
- Un "Gun Barrel" (Tanques de tratamiento)
- Nueve tanques de almacenamiento horizontales de 500 barriles. Un tanque atornillado y uno soldado de techo fijo y cónico con capacidad de 5000 barriles, y dos tanques verticales de 500 barriles cada uno.
- Dos Skimmer (Piscina API)
- Una caldera
- Cuatro piscinas de tratamiento de aguas
- Dos torres de enfriamiento

- Dos aireadores

Estas facilidades de superficie están distribuidas en diferentes sistemas de operación básicos como son:

- Sistema de bombeo hidráulico
- Sistema de recepción de fluidos
- Sistema de inyección de químicos
- Sistema de separación de fluidos
- Sistema de tratamiento de crudo
- Sistema de almacenamiento de crudo
- Sistema de transferencia y bombeo a la estación de cargue de carro tanques
- Sistema de tratamiento de aguas
- Sistema de medición
- Sistema de recirculación de tanques
- Sistema de cargue en el cargadero.

## **2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO**

Las instalaciones de producción están diseñadas para el tratamiento y almacenamiento de los fluidos de producción que por medio de una tubería de 4" que se desprende del árbol de Navidad en la cual se han acondicionado puntos de toma de muestras, puntos de inyección de química, manómetros y termómetros para monitorear las propiedades básicas de los fluidos de producción. Esta línea conduce al manifold de recolección general de producción.

El manifold general es un juego de válvulas con las cuales se puede manipular la recolección de los fluidos y poner a prueba los pozos para monitorear el comportamiento de los parámetros característicos en cada uno de ellos por separado, a este llega la línea de 4" de los tres pozos y pasa a 6" donde es llevada la producción al "Gun Barrel" y en 4" al tanque 500-2 tanque de inyección en donde es recolectado parte del fluido de producción y llevado al sistema de inyección de fluidos, la línea de prueba sale del manifold en 4" y pasa al tanque 500-1 y a los tanques de prueba 500-3, 500-4, 500-5. El manifold también es un punto de inyección de química, rompedor directo, para tratar el crudo emulsionado empezando así el sistema de tratamiento de los fluidos.

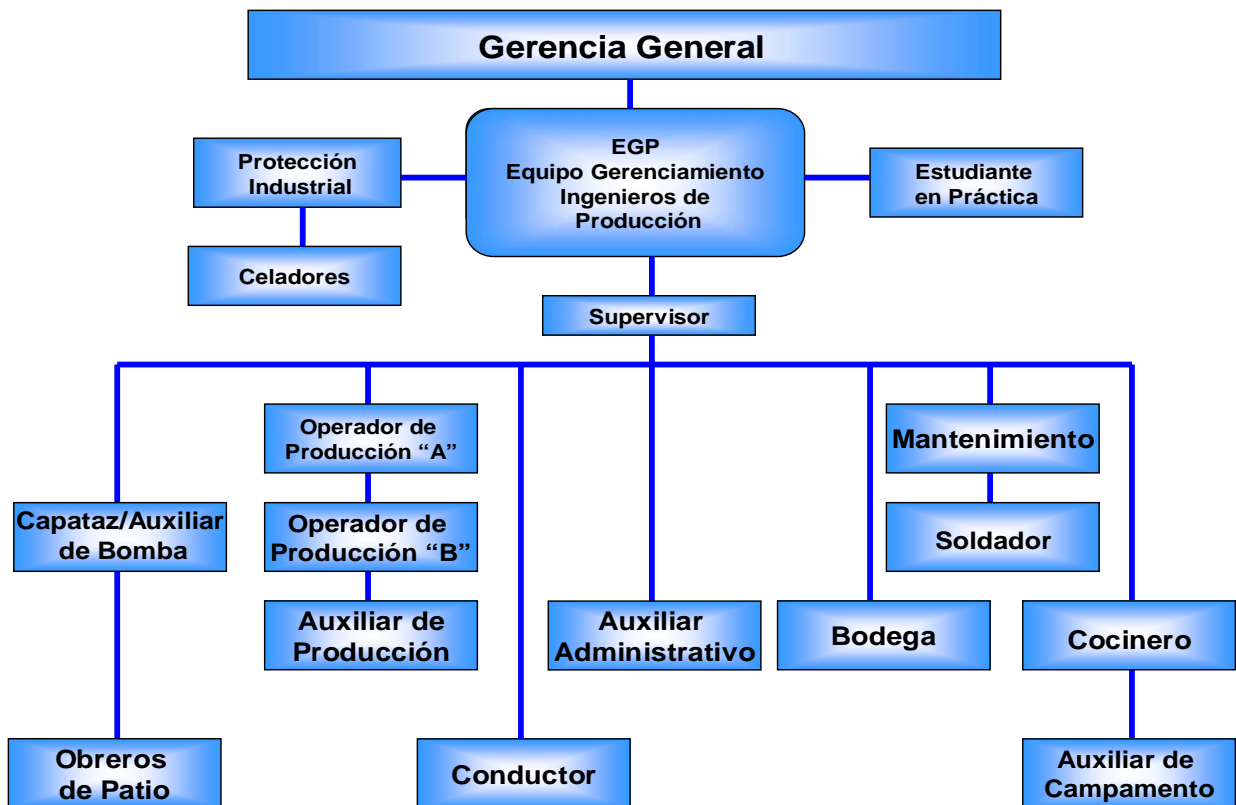
El "Gun Barrel" es un recipiente donde se deshidrata el crudo sometiéndolo a calentamiento y a la acción de la gravedad; la combinación de estos efectos junto con el tratamiento químico permite obtener dos corrientes claramente diferenciadas a la salida del Gun Barrel, una de agua y otra de crudo deshidratado que es llevado a los tanques de almacenamiento donde se mantiene a temperatura para completar el tratamiento, el crudo es fiscalizado para posteriormente ser transferido por medio de un sistema de bombeo hacia la estación de cargue, lugar donde los vehículos especialmente acondicionados para el transporte de crudo se movilizan hacia la estación de Araguaney ECOPETROL a 113 Km. y Campo Santiago PETROBRAS A 26 Km. de Campo Rico (cada vehículo tiene una capacidad aproximada de 230Bbls).

El agua separada de los Gun Barrels y tanques de almacenamiento es llevada al skimmer por una línea de 3", para iniciar su tratamiento, el cual debe cumplir los parámetros requeridos por las normatividades correspondientes.

El sistema de tratamiento de agua comienza por el skimmer allí el agua es desnatada, esta nata es recuperada y enviada de nuevo al sistema de inyección como fluido motriz o al Gun Barrel según sea necesario, posteriormente el agua pasa a las piscinas de desnatado piscinas uno y dos donde se recupera el crudo restante, luego el agua pasa por las torres de enfriamiento PP500 PROTON con la ayuda de unas bombas centrífugas y continua el ciclo entrando a la piscina tres que es la piscina de oxigenación allí hay dos Aireadores TRITON y de esta pasa a la piscina numero cuatro donde es dispuesta en vehículos especialmente acondicionados para el transporte y posterior riego en la carretera, vías de acceso a la locación del campo, ya que actualmente no se cuenta con la licencia para el vertimiento en el río Charte.

## 2.5 SISTEMA ORGANIZACIONAL

FIGURA. 4 SISTEMA ORGANIZACIONAL



*Elaborado por el autor*

## **2.6 FUNCIONES**

### **2.6.1 Funciones del Ingeniero de Producción**

- Elaborar y analizar los reportes del pozo para tomar las medidas pertinentes.
- Revisar los reportes de producción diaria y analizar calidad y cantidad de la misma según parámetros preestablecidos.
- Elaborar los tiquetes de ventas del crudo.
- Coordinar, verificar despachos y recepción del crudo por parte del comprador y la calidad del mismo.
- Mantener contacto y realizar las observaciones a los trabajos de ingeniería que se lleven a cabo.
- Reportar cualquier efecto ambiental que se esté sucediendo y coordinar medidas.
- Coordinar, supervisar y reportar el desarrollo de los programas ambientales que se estén llevando a cabo.
- Informar cualquier inquietud de la comunidad al coordinador encargado del área.
- Mantener el personal operativo que se requiere y hacer el proceso de selección según procedimiento establecido.
- Coordinar, supervisar, analizar y proponer cambios para todas las operaciones que se estén desarrollando en campo.
- Participar en la elaboración y/o actualización de procedimientos del área que se requiera y trabajar según los aprobados y validados por la gerencia.
- Interactuar con todas las áreas de la Compañía logrando así que producción sea una unidad armónica con los otros departamentos.
- Informar cualquier novedad o inconveniente que esté afectando la producción a directores o gerentes de área.
- Proponer y ejecutar proyectos que mejoren las condiciones de producción.
- Planear y llevar a cabo mejoras y mantenimiento preventivo de los equipos presentes en el pozo.
- Supervisar el funcionamiento de los equipos y reportar sus fallas.
- Supervisar trabajos de adecuación y montaje en campo.

- Participar en la elaboración y/o actualización de procedimientos y metodologías de trabajo y proceder según lo aprobado y validado por la Gerencia General.
- Supervisar y controlar las funciones administrativas del contratista.
- Velar por el cumplimiento de los trabajos desarrollados en campo y reportar cualquier novedad al coordinador del área.
- Comunicación permanente con las áreas y jefaturas que desarrollen un trabajo o proyecto en Campo.
- Liderar procesos óptimos de comunicación que conduzcan a óptimas relaciones laborales y personales con todo el grupo de trabajo y la comunidad.
- Mantener la buena imagen de la Compañía tanto internamente como externamente dentro y fuera de su lugar de trabajo.
- Realizar todas las labores anteriores bajo los criterios establecidos por la Compañía respetando en todo momento las normas de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial, Medio Ambiente y Disciplinarias.

### **2.6.2 Funciones del Supervisor**

En ausencia de los ingenieros de producción, realizará las funciones de jefe de campo, con reporte directo al Equipo de Gerenciamiento de Producción, así:

- Coordinar las labores diarias tanto de producción como de mantenimiento y ambientales, de acuerdo a los programas establecidos en comunicación permanente con los ingenieros de producción en Bogotá.
- Supervisar y controlar las actividades de las compañías contratistas.
- Recibir los informes diarios de producción y ambiental, revisarlos y enviarlos vía correo electrónico a los ingenieros de producción en Bogotá (EGP).
- Coordinar las labores del casino y las movilizaciones tanto de personal como de materiales.
- Supervisar la calidad del crudo de entrega a carrotanques para que cumpla con las especificaciones de venta y coordinar las entregas de crudo a campo Santiago ECOPETROL o Araguañey PERENCO.
- Coordinar con el supervisor de la compañía contratista del transporte por carrotanques, con el asesor de Protección Industrial y con el ejército la movilización diaria de los contratistas.

- Presentar propuestas para mejorar las condiciones de producción y ejecutarlas si son aprobadas.
- Recibir cualquier inquietud de la comunidad y comunicarla al ingeniero de producción y asesor de relaciones externas.
- Supervisar que se cumplan las normas de seguridad y que se utilicen los elementos de seguridad industrial suministrados por la compañía.
- Realizar las solicitudes de materiales o servicios requeridos para el normal funcionamiento del campo, en coordinación con el bodeguero, y enviarlas a los ingenieros de producción en Bogotá para su aprobación.
- Realizar el reporte diario de producción y enviarlo a Bogotá.
- Toda solicitud y/o duda de las condiciones contractuales del personal serán tramitadas a través de los ingenieros, así como toda solicitud de recursos administrativos requeridos en la operación.

➤ Como supervisor de producción tendrá las siguientes funciones:

- Coordinar con los operadores de producción las actividades de rutina o especiales dentro de las instalaciones de producción o de campo.
- Velar por el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad industrial y dar las recomendaciones necesarias para prevenir los riesgos de accidentes en el campo.
- Realizar recomendaciones para mejorar las instalaciones de producción o los procedimientos de operación.
- Capacitar permanentemente al personal de producción tanto en la parte técnica como en la parte de seguridad industrial.
- Coordinar con mecánicos, eléctricos y otros, las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos utilizados en la operación, en comunicación con el ingeniero de producción.
- Todas las actividades propias del operador de producción "A", tales como distribución de labores dentro de los auxiliares de producción, liquidación de tanques, seguimiento hora a hora de la producción y cargue de carrotanques, etc.

### **2.6.3 Funciones del Operador de Producción “A”**

- Coordinar las labores diarias de los operadores “B” y auxiliares de producción, asignando funciones, realizando seguimiento permanente, cumpliendo con los procedimientos establecidos y las normas de seguridad.
- Mantener en perfecto estado el funcionamiento de los equipos como separador, válvulas, instrumentación, alimentación del aire, bombas, sistemas de inyección de químicas, tanques de almacenamiento, sistemas de inyección, etc., realizar las limpiezas y correcciones necesarias e informar inmediatamente al supervisor o ingeniero de producción para coordinar los mantenimientos requeridos.
- Chequear el estado general de los equipos antes, durante y después de las operaciones.
- Colaborar en las labores de arme, desarme y ubicación de los equipos.
- Colaborar con el supervisor a coordinar las operaciones.
- Conocer, estudiar y aplicar los procedimientos operativos y de mantenimiento.
- Realizar control al cumplimiento en los cronogramas y funciones determinadas para los auxiliares de producción y operadores “B” de producción, realizar las evaluaciones e informar al supervisor y/o ingeniero de producción.
- Realizar actividades de producción como liquidación de los tanques de producción y supervisar las ventas de crudo en el cargadero, cumpliendo con los procedimientos y utilizando los equipos aprobados.
- Hacer mediciones, muestreo de tanques de almacenamiento, análisis de laboratorio, drenaje de tanques, manejo de aguas residuales, estado y dosificación de bombas de inyección de químicos entre otros.
- Supervisar que el área de producción se encuentre en estado de limpieza y orden requerido para realizar los procedimientos correspondientes.
- Responder por herramientas, radios de comunicación e insumos para laboratorio.
- Solicitar los elementos de protección personal, materiales, herramientas e insumos que se requieran para el buen funcionamiento de la operación.
- Actualizar diariamente el reporte de producción y presentarlo a las 5:30 a.m., al supervisor y/o ingeniero de producción.
- Hacer seguimiento y exigir el adecuado cumplimiento de las normas de seguridad y la utilización de los elementos de protección personal.
- Activar las alarmas en el caso de emergencia y activar los planes de contingencia.

- Verificar el estado, ubicación y existencia de equipos y materiales para sistemas contra incendio.
- Ejecutar actividades especiales en las instalaciones de producción de acuerdo a los programas suministrados por los ingenieros de producción.
- Proporcionar datos exactos, confiables y oportunos de los procesos y procedimientos a su cargo.
- Colaborar en la realización de las pruebas de presión y realización de mediciones de flujo.
- Realizar todas las labores anteriores bajo los criterios establecidos por la compañía respetando en todo momento las normas en Salud Ocupacional, Seguridad Industrial, Medio Ambiente y Disciplinarias.

#### **2.6.4 Funciones del Operador de Producción “B”**

- Ejecutar las actividades asignadas por el operador “A” o supervisor de producción de la forma segura y cumpliendo los procedimientos y normas de seguridad aceptados por la compañía.
- Medir tanques, tomar muestras para perfil de tanques y determinar la gravedad API.
- Realizar pruebas de laboratorio.
- Recibir el bombeo en cargadero, liquidar dichos tanques midiendo el volumen y registrando temperatura.
- Cargar los carrotanques, exigiendo a los conductores el cumplimiento de las normas para este procedimiento. Colocar los sellos y los tiquetes de venta
- Inspeccionar continuamente el funcionamiento de ciertos equipos y reportar cualquier anomalía al operador de producción “A”.
- Periódicamente revisar el funcionamiento de ciertos equipos y verificar su desempeño.
- Realizar, en conjunto con el operador de producción “A”, el seguimiento de producción hora a hora, midiendo las diferentes variables y realizando los cálculos necesarios.
- Reportar inmediatamente cualquier cambio en algunos de los parámetros.
- Aportar ideas o comentarios que ayuden a mejorar las condiciones de producción del pozo y minimizar los riesgos de la operación.
- Usar debidamente los elementos de protección personal.
- Medir y ajustar las tasas de inyección de química.
- Velar por la limpieza y orden del área de producción.

- Participar activamente en las brigadas de emergencia, conociendo cuales son sus funciones.
- Realizar actividades especiales coordinadas por los operadores "A" o supervisor de producción.
- El operador de producción "B" está en capacidad de realizar todas las actividades propias del operador de producción "A", cuando así se requiera dentro de las actividades del campo.

### **2.6.5 Funciones del Auxiliar de Producción**

El auxiliar de producción se encuentra en constante adiestramiento y entrenamiento y por tanto sus funciones deben contar con el acompañamiento de los operadores de producción "B".

- Ejecutar las actividades asignadas por el operador "A" o supervisor de producción de la forma segura y cumpliendo los procedimientos y normas de seguridad aceptados por la compañía.
- Medir tanques, tomar muestras para perfil de tanques y determinar la gravedad API.
- Realizar pruebas de laboratorio.
- Recibir el bombeo en cargadero, liquidar dichos tanques midiendo el volumen y registrando temperatura.
- Cargar los carros tanques, exigiendo a los conductores el cumplimiento de las normas para este procedimiento. Colocar los sellos y los tiquetes de venta
- Inspeccionar continuamente el funcionamiento de ciertos equipos y reportar cualquier anomalía al operador de producción "A".
- Periódicamente revisar el funcionamiento de ciertos equipos y verificar su desempeño.
- Realizar, en conjunto con el operador de producción "A", el seguimiento de producción hora a hora, midiendo las diferentes variables y realizando los cálculos necesarios.
- Reportar inmediatamente cualquier cambio en algunos de los parámetros.
- Aportar ideas o comentarios que ayuden a mejorar las condiciones de producción del pozo y minimizar los riesgos de la operación.
- Usar debidamente los elementos de protección personal.
- Medir y ajustar las tasas de inyección de química.
- Velar por la limpieza y orden del área de producción.
- Participar activamente en las brigadas de emergencia, conociendo cuales son sus funciones.
- Realizar actividades especiales coordinadas por los operadores "A" o supervisor de producción.

### **2.6.6 Funciones del Bodeguero**

- Cumplir con los procedimientos establecidos en EMERALD ENERGY Plc Sucursal Colombia en cuanto a la implementación, control y evaluación para el almacenamiento de herramientas materiales y /o insumos.
- Revisar la existencia y planear la entrega con el área de producción en cuanto a los requerimientos de materiales, herramientas y / o insumos.
- Elaborar inventario de existencias de acuerdo con el procedimiento establecido.
- Elaborar y actualizar los archivos de proveedores de la zona de Mani , Yopal y clasificarlos
- Elaborar las solicitudes de requisición, con el V° B° del Ingeniero de producción.
- Solicitar cotizaciones telefónicas para estimar las requisiciones anteriores.
- Coordinar el envío de requisiciones a Bogota para su debida aprobación.
- Ingresar al sistema con el grupo y subgrupo todos los materiales comprados por la Compañía.
- Ordenar en forma precisa y de acuerdo con el grupo y subgrupo los materiales de la bodega.
- Coordinar el recibo de A.C.P.M y el control físico del mismo en el pozo.
- Diligenciar la remisión (transportadora y la Compañía) sobre el recibo de ACPM con el sello correspondiente para tal fin.
- Elaborar reporte semanal sobre herramientas rentadas y devueltas y enviar el informe al Ingeniero de producción.
- Custodiar en forma segura la información confidencial física y sistematizada.
- Atender, recibir y llevar a cabo las recomendaciones para el bodegaje de los elementos.
- Actualizar información de inventarios, lista de materiales con todas sus especificaciones técnicas. Mantener toda esta actualización en los registros electrónicos.
- Elaborar las órdenes de compras según el procedimiento establecido por EMERALD ENERGY Plc Sucursal Colombia.
- Supervisar inventario físico y en sistemas de los materiales en bodegas en EMERALD ENERGY Plc Sucursal Colombia y actualizar la base de datos.
- Verificar que la adquisición de materiales, servicios y-o equipos sea conforme a las requisiciones y que estén debidamente autorizadas y hacerles el seguimiento correspondiente.
- Revisar permanentemente existencias en cuanto a herramientas, equipos, repuestos y materiales.
- Desarrollar con los controles establecidos el trafico y almacenamiento de material, equipos y repuestos.

- Mantener el servicio de los equipos y a disposición los materiales que se requieran.
- Llevar los registros básicos de materiales, equipos y reportar periódicamente las novedades.
- Presentar y mantener actualizada la información del movimiento y estado de la bodega al Ingeniero de producción por medio de los informes y estadísticas pertinentes.
- Interactuar con todas las áreas de producción para lograr que la bodega preste el servicio y soporte requerido.
- Revisar las requisiciones de compras e informar la disponibilidad y provisión de los materiales solicitados.
- Responder por todas las existencias, distribución física, mantenimiento y teneduría de los registros de los materiales de bodega.
- Examinar, registrar y controlar el tipo, tamaño, peso de los materiales y/o insumos, despachos de acuerdo con las requisiciones de material.
- Elaborar los reportes de tiempo del personal de Emerald y Manos con su correspondiente informe de alimentación junto con los reportes de alimentación de Serviambiental y Serinpet.

**2.6.7 Funciones del Electromecánico:** Las funciones del electromecánico se pueden clasificar de acuerdo a la frecuencia con la cual se deben realizar:

➤ **Diariamente:**

- Coordinar las tareas diarias de la operación, mantenimientos, etc.
- Supervisar las operaciones de mantenimiento que se lleven a cabo en el pozo.
- Elaborar solicitudes de requisición para compra de repuestos y de servicios con suficiente tiempo.
- Evaluar el material que se va solicitar, verificando si se requiere o no.
- Supervisar el buen manejo que se les debe dar a los equipos y herramientas de la empresa.
- Verificar que las baterías para encendido de los motores-generadores CAT. 3406 y las del sistema de bombeo hidráulico estén con su carga y amperaje correcto.
- Reportar al bodeguero los consumos de grasas, aceites y lubricantes.
- Asesorar al operador cuando lo requiera.

➤ **Semanalmente:**

- Elaborar las hojas de vida de los equipos del pozo en coordinación con la persona que maneja la bodega.
- Llevar el control de las horas de trabajo de los equipos del pozo.
- Elaborar programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Buscar diferentes alternativas a solución de problemas de tipo mecánico.
- Coordinar con el bodeguero para hacer las solicitudes de los aceites, grasas y lubricantes con suficiente tiempo.
- Reemplazar las herramientas que por deterioro se haga necesario.
- Revisar el alumbrado perimetral tanto en el pozo como en el cargadero.

➤ **Mensualmente:**

- Revisar y ajustar todos los circuitos eléctricos, totalizadores, paneles de control, etc.
- Revisar y realizar el programa de mantenimiento preventivo

➤ **Cuando se requiera:**

- Ayudar en la reparación de los equipos.

➤ **Por Programa:**

- Verificar que se lleven a cabo los cambios de aceite en los motores y bombas de acuerdo con las horas trabajadas.
- Coordinar con la gerencia para alquilar los equipos que se necesiten en la operación.
- Presentar proyectos para el mejoramiento del sistema operacional.
- Entrenar al personal en el seguimiento de los procedimientos operacionales.

Además el electromecánico debe conocer y cumplir las normas de seguridad industrial y medio ambiente establecidas por la empresa.

### **2.6.8 Funciones del Celador**

- Verificar ingreso y salida de personal.
- Verificar ingreso y salida de material, según aprobaciones correspondientes.
- Mantener en perfecto estado de limpieza y orden el puesto de trabajo.
- Recibir y entregar todos y cada uno de los elementos y herramientas de trabajo en perfecto estado
- Llevar en debido diligenciamiento las planillas de control de entrada y salida del personal, contratistas y demás visitantes del campo, asegurándose del registro personal de cada uno de ellos.
- Diligenciar informes minutas y demás registros de los hechos sucedidos en el turno de trabajo.
- Portar los elementos de protección personal.
- Permanecer en el puesto de trabajo con estricto cumplimiento de los horarios.
- Comunicar cualquier anomalía a los supervisores e ingenieros de producción.
- Controlar que no este personal particular dentro de las instalaciones de producción.
- Revisar todo vehículo que sale y entra al pozo verificando la salida del área de producción y/o cargadero.
- Controlar la salida de equipos y material alguno de la estación verificando los permisos de salida o entrada de estos, firmado por el correspondiente responsable y con el V° B° del responsable del campo sea Ingeniero de producción o supervisor.

### **2.6.9 Funciones del Obrero de Patio**

- Mantenimiento y limpieza del área de localización del pozo.
- Mantenimiento y limpieza del área del cargadero.
- Desempeña funciones y oficios varios.
- Mantenimiento de las vías de acceso al pozo.
- Soporte operativo en el traslado y manipulación de materiales, equipos y herramientas

### **2.6.10 Funciones del Auxiliar de Campamento**

- Aseo, orden y arreglo en la cocina.
- Preparación de alimentos con la guía y supervisión del Cocinero
- Realizar tareas operativas en cualquier área de campamento, previamente coordinado con el cocinero, y los otros auxiliares de campamento.
- Atención en el restaurante: reposición de alimentos, servicio a los usuarios, aseo del lugar entre otros.

### 3. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y EQUIPOS

#### 3.1 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL POR BOMBEO HIDRÁULICO

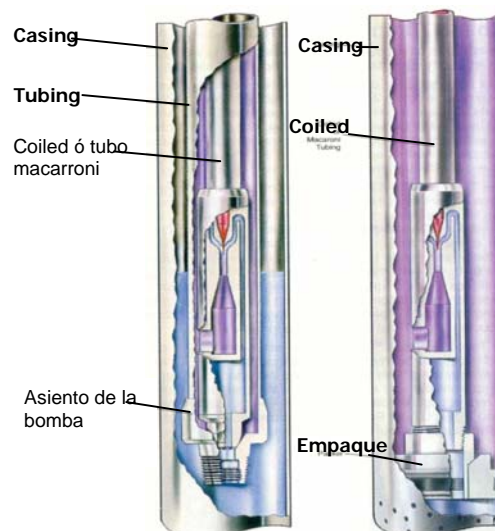
##### Objetivo

Llevar los fluidos producidos por los pozos CR-1, CR-2, CR-3 desde el fondo hasta superficie (cabeza de pozo).

##### Fundamentación Teórica<sup>5</sup>

El sistema de levantamiento artificial por bombeo hidráulico consiste en transmitir energía desde una unidad de bombeo en superficie hasta una unidad de bombeo hidráulico en el subsuelo mediante el uso de un fluido motriz presurizado con el propósito de levantar artificialmente los fluidos producidos por la formación permitiendo que el pozo fluya desde el fondo hasta la superficie.

**FIGURA. 5 BOMBEO HIDRAULICO TIPO JET**



<sup>5</sup> RAMÍREZ Diego: Manual de operaciones de las instalaciones de producción para el campo gigante Primera actualización 2002.

Existen dos tipos de bombeo hidráulico:

- TIPO JET: Cuando la bomba de subsuelo es tipo JET. Realizan su acción de bombeo a través de la transformación de energía entre dos corrientes de fluido en movimiento. La alta presión del fluido motriz aplicada desde la superficie pasa a través de la boquilla donde su energía potencial (presión) es convertida a energía cinética en forma de velocidad. El fluido de producción es levantado y mezclado con el fluido motriz en la garganta de la bomba y llevado a superficie.

Estas bombas trabajan con un sistema abierto, es decir, el fluido motriz entra en contacto con los fluidos de la formación

- TIPO RECIPROCANTE: El Bombeo Reciprocante pertenece al grupo de las bombas de desplazamiento positivo, transmitiendo la energía por medio de la aplicación de fuerza al fluido en un espacio limitado aumentando así su presión. Estas bombas trabajan con un sistema cerrado en donde el fluido motriz no entra en contacto con los fluidos de la formación.

**3.1.1 Descripción del Proceso:** Actualmente se trabaja con un sistema abierto de bombeo (tipo jet), utilizando como fluido motriz el crudo de los mismos pozos, el cual es inyectado por el tubing y la mezcla de fluido motriz y producción es recuperada por el anular.

El fluido motriz se obtiene del tanque No. 500-2 al cual llega el crudo proveniente del manifold general de producción por la línea de 4", este crudo se le adiciona tratamiento químico en este punto, y los crudos recuperados del skimmer. El crudo es conducido por una línea de 6" al sistema de UBH, entra a una bomba tipo centrífuga impulsora de crudo que ayuda a dar presión en la succión. Existen cuatro UBH tres de ellas utilizadas en la inyección de fluidos a cada uno de los pozos y otra que sirve de back up.

Hay también la facilidad de inyección de cualquiera de los tanques de almacenamiento si fuese necesario bajar el nivel en el caso que este no de punto para la venta en porcentaje de agua, se by pasea al sistema de inyección.

**CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS:** Las bombas se clasifican en centrífugas y reciprocantes.

**3.1.2 Centrífugas:** Las bombas centrífugas, son aquellas que generan un aumento en la presión del líquido bombeado, por medio de elementos rotatorios llamados impulsores, los cuales producen sobre el fluido una acción centrífuga.

El más simple tipo de bomba centrífuga es la máquina que consiste en un medio rotativo llamado impulsor o impeler y un revestimiento. El líquido se le inyecta en el centro del impeler y se pone en rotación por medio de las venas del mismo. Debido a la fuerza centrífuga, el líquido es enviado de los costados del impeler con considerable velocidad y presión. El revestimiento que circunda el impeler transforma un poco de su energía de velocidad en energía de presión adicional. Este pasaje de revestimiento conduce a la boquilla de descarga.

Las bombas centrífugas a su vez se clasifican según su dirección de flujo en:

- **Radiales:** Cuando el líquido entra al impulsor más o menos en dirección a su eje y sale radialmente, en dirección perpendicular a él.
- **Mixtas:** Aquellas donde el flujo cambia de radial a axial.
- **Axiales:** Son aquellas en las que el líquido bombeado se mueve en la dirección del eje de la bomba desde la entrada hasta la salida del líquido bombeado.

### **Partes de una Bomba Centrífuga**

- **Carcasa.** Convierte la energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor en energía de presión. La parte visible de la bomba.
- **Impulsor.** Recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la velocidad de la carga producida por la bomba. Hace que la presión del líquido se levante y rote dentro de la cubierta a la velocidad del eje.

- **Anillos de desgaste.** Son elementos baratos para remover en aquellas partes en donde debido a las cerradas holguras que se producen entre el impulsor que gira y la carcasa fija, la presencia del desgaste es casi segura; estos se encargan de proteger el impulsor y la carcasa.

**3.1.3 Bombas Reciprocantes.** Son aquellas que utilizan el movimiento de ida y vuelta. Generalmente son accionadas por pistones, operados por aire o vapor, que están conectados a la bomba mediante bielas. Hay de pistón, embolo, o diafragma.

Estas bombas reciben un volumen fijo de líquido en condiciones casi de succión, lo comprime a la presión de descarga y lo expulsa por la boquilla de descarga.

Estas bombas se clasifican de acuerdo a las siguientes características:

- Extremo de impulsión, es decir potencia o acción directa.
- Número de carreras de descarga por ciclo de cada biela, es decir de acción sencilla o de acción doble.
- Configuración del elemento de bombeo: pistón, embolo o diafragma.
- Número de varillas o bielas de mando: simplex, dúplex o múltiplex.

#### **Partes de una Bomba Reciprocante:**

- **Extremo del líquido.** Es la parte de la bomba en que se efectúa el bombeo. Los componentes son el cilindro para líquido, el elemento de bombeo y las válvulas. El cilindro es la pieza que retiene la presión en el extremo para el líquido. Cuando se emplea pistón, los elementos sellados se mueven, cuando se usan émbolos son estacionarios. Las válvulas se abren por presión diferencial del líquido.
- **Extremo de potencia.** Aquí se encuentra el propulsor, cuya función es convertir el movimiento rotatorio de la máquina motriz en movimiento alternativo en el extremo para el líquido. El bastidor es el que soporta todas las demás piezas motrices y por lo general el extremo del líquido. El cigüeñal tiene la misma función que un motor de combustión, excepto que la aplicación de energía es de sentido opuesto.

Este extremo se encarga de convertir la presión diferencial del fluido motor en movimiento alternativo en el extremo del líquido.

## **Mantenimiento de los Equipos**

El operador de la batería es pieza clave en el mantenimiento preventivo de los equipos y de él depende en gran parte que el mantenimiento correctivo se realice oportunamente sin causar mayores traumas en el sistema.

Es importante por tanto, que se tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente los equipos para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que requieran una reparación más costosa.
- Chequear visualmente el estado de los materiales para corregir rápidamente cualquier problema de corrosión externa.
- Los drenajes obstruidos, deben ser limpiados sin demora.
- Reportar cualquier ruido o vibración anormal, lo cual puede ser un indicativo de que el equipo está defectuoso o presenta alguna falla.

El mantenimiento rutinario que se le debe realizar a la bomba de pistones es el siguiente:

- Revisión diaria. Aquí se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
  - Nivel de aceite y nivel de refrigerante del motor
  - Lubricante de la bomba
  - Realizar una observación general de su funcionamiento.
- Cambio de empaque de la bomba cuando note fuga de aceite.
- Cambio de aceite del motor cada 300 horas de uso, para esto hay que chequear diariamente los horómetros de los motores.
- Cambio de refrigerante de los motores cada seis meses.
- Engrase de rodamientos cada quince días.
- Cambio del agua de lubricación de la bomba cada cinco días.
- Revisión parcial de la bomba cada vez que el pozo sea cerrado.

➤ Para el control de estos mantenimientos, el electromecánico lleva un control físico o reporte semanal de motores (ver anexos), en el cual se registran los siguientes datos:

- Horas de trabajo después de la última reparación.
- Horas después del cambio de aceite.
- Horas filtro de aceite.
- Horas filtro de combustible.
- Horas filtro de aire.
- Aceite agregado.
- Observaciones.

Todos estos registros horarios se hacen con base a los horómetros de cada motor.

➤ Para la bomba centrífuga un buen mantenimiento se debe realizar de la siguiente manera:

- Chequear semanalmente el engrase de los rodamientos de la bomba. Éstos deben estar continuamente engrasados.
- Realizar semestralmente el cambio de valvulina (aceite viscoso) a la bomba.
- Realizar mantenimiento eléctrico bimensual a los motores, tableros y conexiones.
- Revisar continuamente el funcionamiento de las protecciones, en el caso actual revisar las protecciones por sobre carga o alto amperaje y por sobre calentamiento.
- Los rodamientos del motor deben en lo posible tener protectores de caucho, para que en caso de desprenderse no vayan a rayar el bobinado del motor.

➤ Como mantenimiento correctivo de la bomba centrífuga se puede nombrar:

- Cambiar los retenedores de los rodamientos cada vez que presenten fugas por muy pequeñas que sean. Los retenedores son sellos entre el eje y la parte interna de la bomba.
- Cambio de rodamiento cada vez que se presente un ruido alto y constante al poner en funcionamiento la bomba.
- Cambio del sello mecánico del caracol de la bomba cada vez que se presenten fugas de aceite. El sello mecánico, es un resorte que entra y sale, tiene una parte de grafito encargada de no dejar escapar el fluido que está impulsando el caracol de la bomba, esta

es la parte mas delicada de la bomba y es la que hace el sello entre el eje de la bomba y el caracol y le imprime el movimiento a los impeler del caracol.

### 3.1.4 Normas De Seguridad

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, gafas y guantes)
- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- Los trabajos eléctricos deben ser realizados por las personas encargadas del área en la estación.
- Finalizado el trabajo eléctrico, no dejar conexiones a medias y si es el caso colocar la señalización adecuada.
- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo.

### 3.1.4 Imágenes Fotográficas

#### FOTO. 1 BOMBAS RECIPROCANTES

Con motor CUMMINS



## FOTO. 2 BOMBA TIPO CENTRIFUGA

Impulsora De Crudo



### 3.2 PROCESO DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS

#### Objetivo

Recibir los fluidos de producción de los pozos CR-1, CR-2, CR-3, para orientarlos hacia sistema de recolección general.

**3.2.1 Descripción Del Proceso.** La línea de especificaciones 4" – schedule 40, está provista de puntos para toma de presión, muestras, temperatura, y puntos para la inyección de químico. El sistema recibe los fluidos provenientes de los pozos y son llevados al "Gun Barrel" para comenzar con su tratamiento y al tanque de inyección.

## **OPERACIÓN**

A continuación se presentan algunas pruebas y chequeos que deben efectuarse al sistema de recepción de fluidos en forma conveniente, antes de la puesta en marcha de las facilidades de superficie, después de su instalación o de haber estado fuera de servicio por algún tiempo:

- Comprobar que el trabajo realizado, ha concluido a satisfacción. La revisión de cada parte de los sistemas debe llevarse a cabo con los diagramas de flujo y los diagramas de tubería e instrumentación para que se asegure la disponibilidad de uso, antes del inicio de la operación.
- Revisar que el área esté libre de objetos utilizados en el trabajo y que el terreno esté libre de grasas y aceites.
- Verificar o realizar limpieza de las líneas conectadas al sistema, para retirar residuos de construcción o reparación.
- Realizar prueba hidrostática para comprobar que no existan escapes, teniendo en cuenta no exceder el rating de presión.
- Drenar las líneas

### **Mantenimiento de los Equipos**

El operador puede contribuir a un mantenimiento oportuno, al tomar nota de los detalles y anomalías que se presenten. Se deben hacer entonces, los siguientes servicios:

- Cambio de las partes en mal estado para enviar a reparación.
- Pintar con anticorrosivo y esmalte las líneas para evitar la corrosión externa.

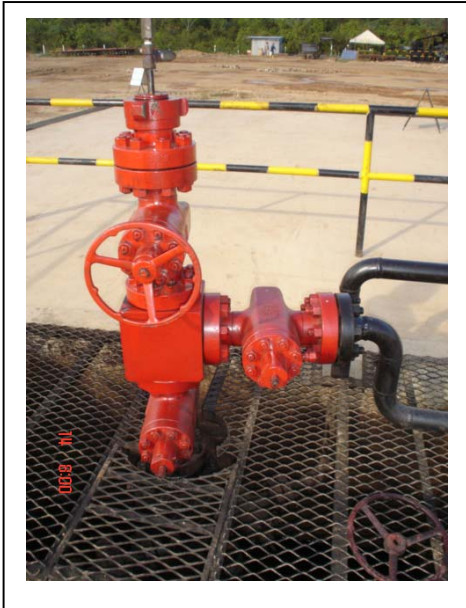
### **3.2.2 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes)
- No fumar en el área de recepción de fluidos, ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- Tener pendiente el manual de procedimientos en la apertura y cierre de válvulas.

### 3.2.3 Imágenes Fotográficas

FOTO. 3 XMAS TREE

CR-1



CR-2, CR-3



FOTO 4. TOMA MUESTRAS

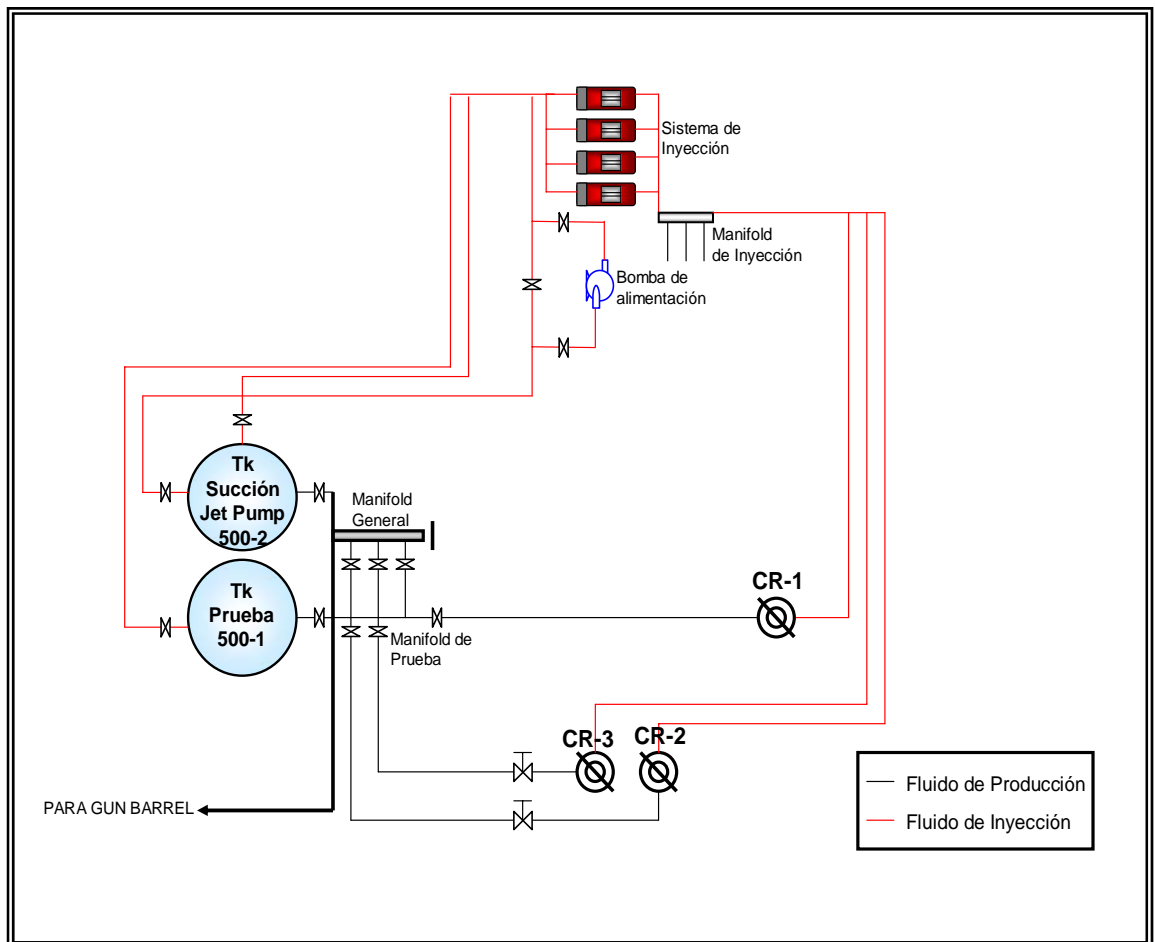


FOTO 5. MANIFOLD DE PRODUCCIÓN GENERAL



### 3.2.4 Diagrama Sistema De Inyección

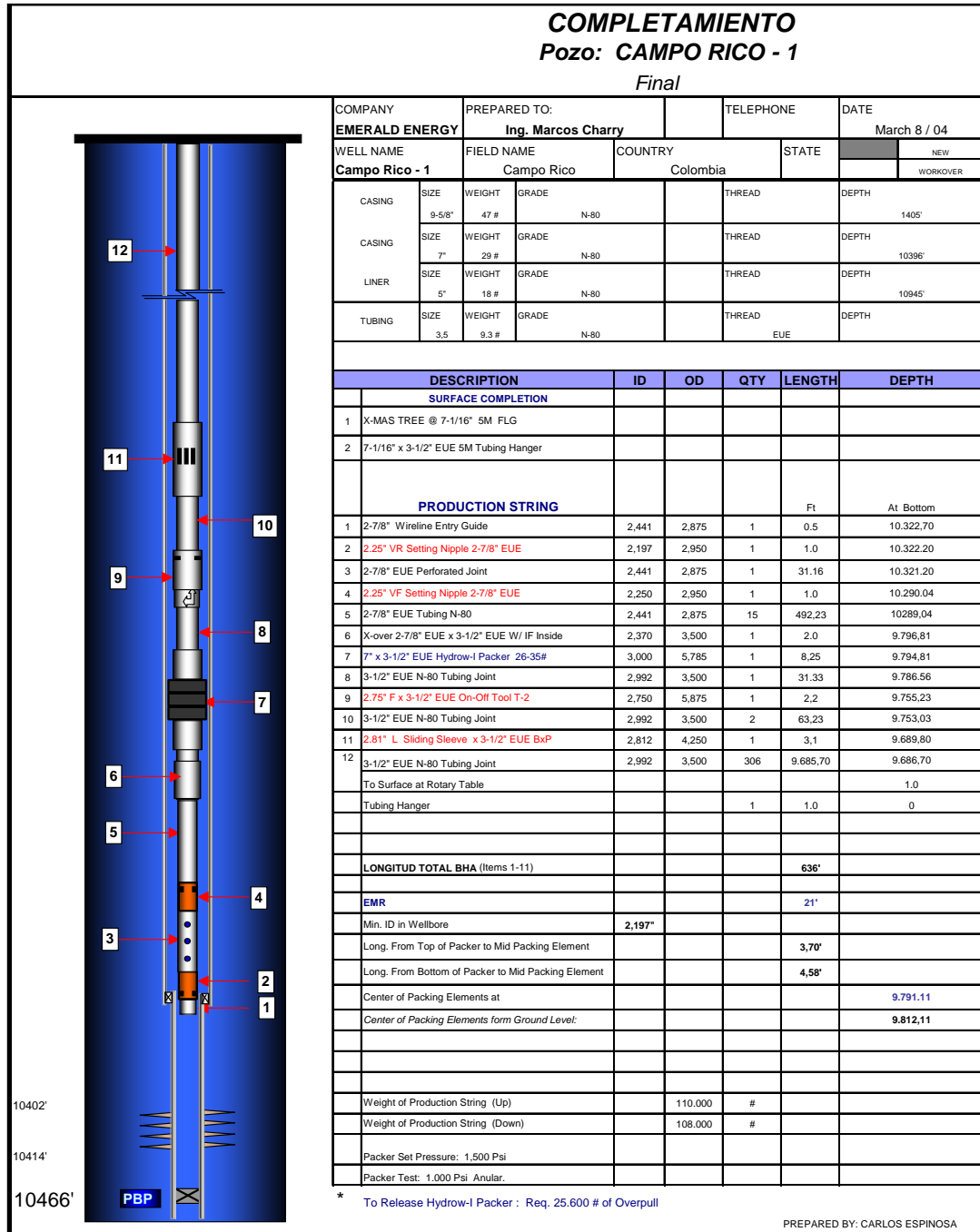
FIGURA 6. DIAGRAMA SISTEMA DE INYECCIÓN



*Elaborado por el autor*


### 3.3 SISTEMAS DE BOMBEO HIDRAULICO Y ÁRBOLES DE NAVIDAD DE CR-1, CR-2, CR-3

FIGURA 7. COMPLETAMIENTO ACTUAL CR-1<sup>6</sup>



<sup>6</sup> Preparado por el Ingeniero de Producción Marcos Charry, Emerald Energy Plc. Sucursal Colombia.

FIGURA 8. BOMBA JET CR-1<sup>7</sup>


**HYDROLIFTING**  
 Hydraulic Pumping Solutions

---

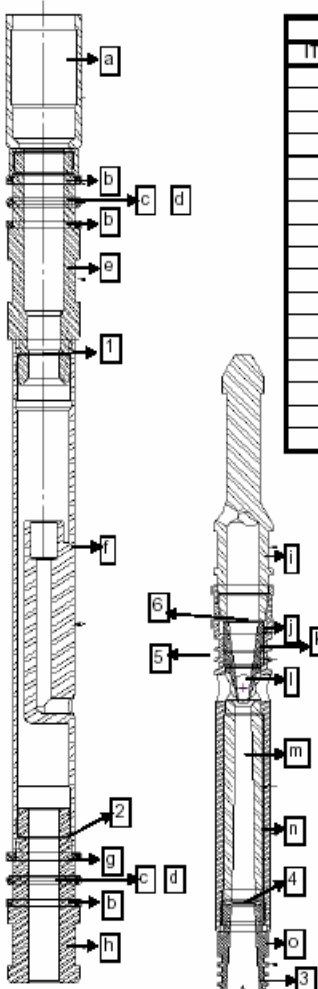
**Hydrolifting International S.A.**

---

JET PUMP SERIAL AND PARTS SHEET

JET PUMP MODEL:	NCPC 2,3 SHFP
JET PUMP SERIAL NUMBER:	S-SSD-281-WVL-GS-001
WELL No:	CAMPO RICO 1



PARTS DESCRIPTION			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	P/N
a	1	GS FISHING NECK 3 1/2"	JP3-GS35
b	3	SEAL BACKUP RINGS	JP3-021-281
c	2	SEAL CENTER RINGS	JP3-022-281
d	12	SEAL SET CHEVRON PACKING	JP-CP281
e	1	UPPER SUB	JP3-001-281WVL
f	1	PUMP HOUSING	JP3-003
g	1	SEAL BOTTOM BACKUP RING	JP3-023-281
h	1	BOTTOM SUB	JP3-006-281WVL
i	1	UPPER CARRIER NUT FISHING N	JP3-007-FN
j	1	SPACER	
k	1	SPACER	
l	1	NOZZLE	
m	1	THROAT	
n	1	CARRIER	JP3-008-A
o	1	BOTTOM CARRIER NUT	JP3-009

ORIGINAL NOZZLE THROAT CONFIGURATION	
DESCRIPTION	P/N
NOZZLE F	JP-010-F
THROAT 10	JP-110-10
SPACER 0,26"	JP-S26
SPACER 0,1"	JP-S1

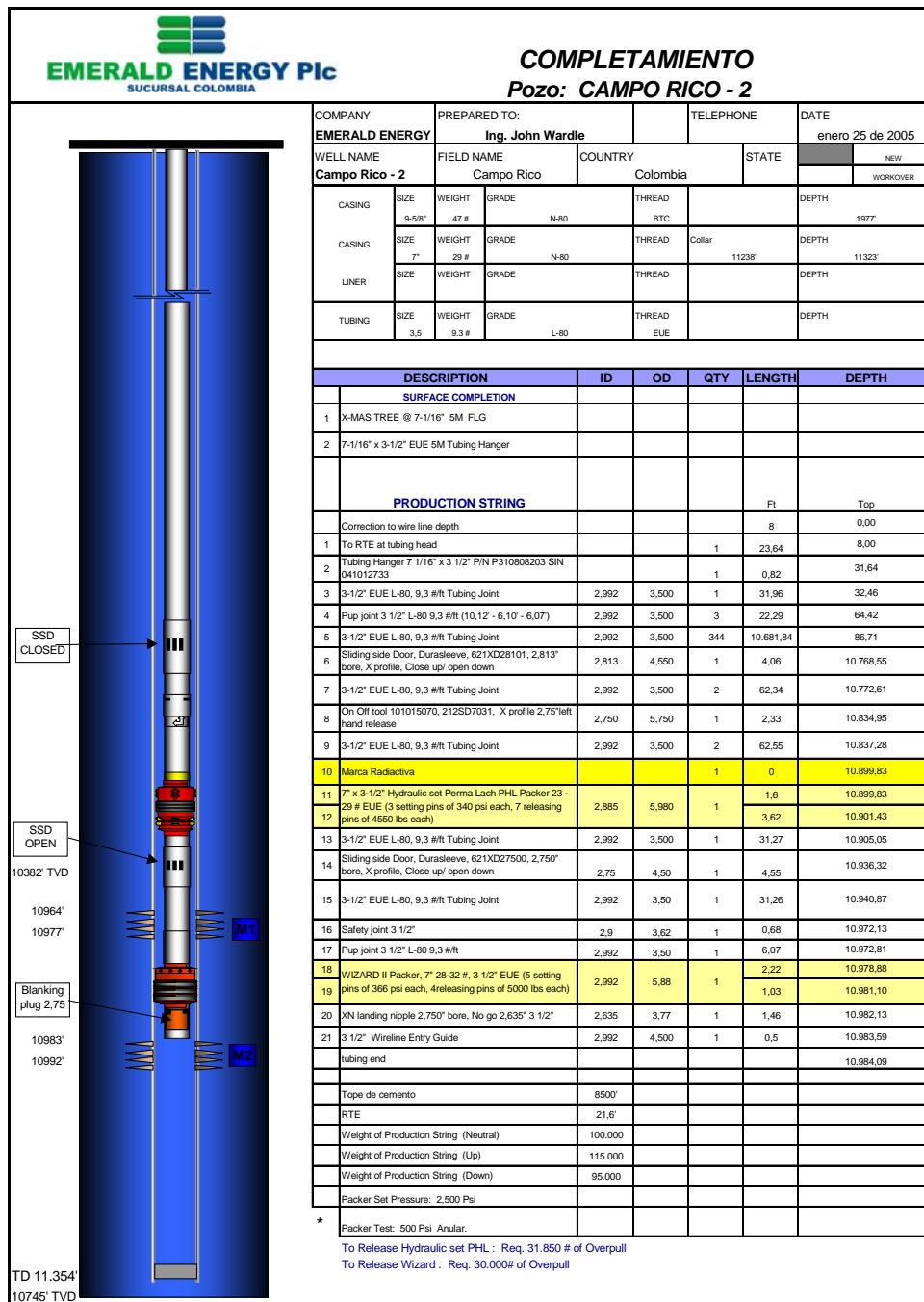
O RINGS			
ITEM	DESCRIPTION	QTY.	P/N
1	UPPER SUB O'RING	1	JP-O-132
2	BOTTOM SUB O'RING	1	JP-O-132
3	BOTTOM NUT EXTERNAL O'RINGS	3	JP-O-117
4	BOTTOM NUT INT O'RING	1	JP-O-016
5	CARRIER O'RINGS	3	JP-O-119
6	NOZZLE O'RING	1	JP-O-116

\* SEE NOZZLE AND THROAT SPEC. AND P/N TABLE

<sup>7</sup> Preparado por HIDROLIFTING Hydraulic Pumping Solutions.


ESTADO MECANICO ACTUAL CAMPO RICO 2

FIGURA 9. COMPLETIEMTO ACTUAL CAMPO RICO 2<sup>8</sup>



<sup>8</sup> Preparado por el Ingeniero de Producción John Wardle, Emerald Energy Plc. Sucursal Colombia.

FIGURA 10. BOMBA JET CR-2<sup>9</sup>


**HYDROLIFTING**  
 Hydraulic Pumping Solutions

---

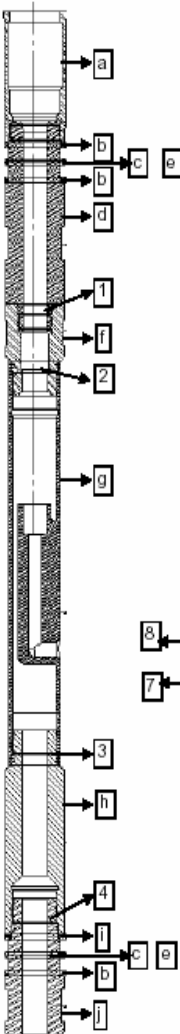
**Hydrolifting International S.A.**

---

**JET PUMP SERIAL AND PARTS SHEET**

---

JET PUMP MODEL:	NCPC 2.3 SHFP
JET PUMP SERIAL NUMBER:	S-SSD-281-HXD-GS-001
WELL No:	CAMPO RICO 2



PARTS DESCRIPTION			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	P/N
a	1	GS FISHING NECK 3 1/2"	JP3-GS35
b	3	SEAL BACKUP RINGS	JP3-021
c	2	SEAL CENTER RINGS	JP3-022
d	1	UPPER SUB CONECTOR	JP3-011-281HXD
e	12	SEAL SET CHEVRON PACKING	JP-CP281
f	1	UPPER SUB	JP3-001-281HXD
g	1	PUMP HOUSING	JP3-003
h	1	BOTTOM SUB CONECTOR	JP3-012-281HXD
i	1	SEAL BOTTOM BACKUP RING	JP3-023
j	1	BOTTOM SUB	JP3-006-281HXD
k	1	UPPER CARRIER NUT	JP3-007
l	1	SPACER	
m	1	SPACER	
n	1	NOZZLE	
o	1	THROAT	
p	1	CARRIER	JP3-008
q	1	BOTTOM CARRIER NUT	JP3-009

ORIGINAL NOZZLE THROAT CONFIGURATION	
DESCRIPTION	P/N
NOZZLE G	JP-010-G
THROAT 10	JP-110-10
SPACER 0.28"	JP-S28
SPACER 0.1"	JP-S1

O RINGS			
ITEM	DESCRIPTION	QTY.	P/N
1	UPPER SUB CONECTOR O'RING	1	JP-O-124
2	UPPER SUB O'RING	1	JP-O-132
3	BOTTOM SUB CONECTOR O'RING	1	JP-O-132
4	BOTTOM SUB O'RING	1	JP-O-132
5	BOTTOM NUT EXTERNAL O'RINGS	3	JP-O-117
6	BOTTOM NUT INT O'RING	1	JP-O-016
7	CARRIER O'RINGS	3	JP-O-117
8	NOZZLE O'RING	1	JP-O-116

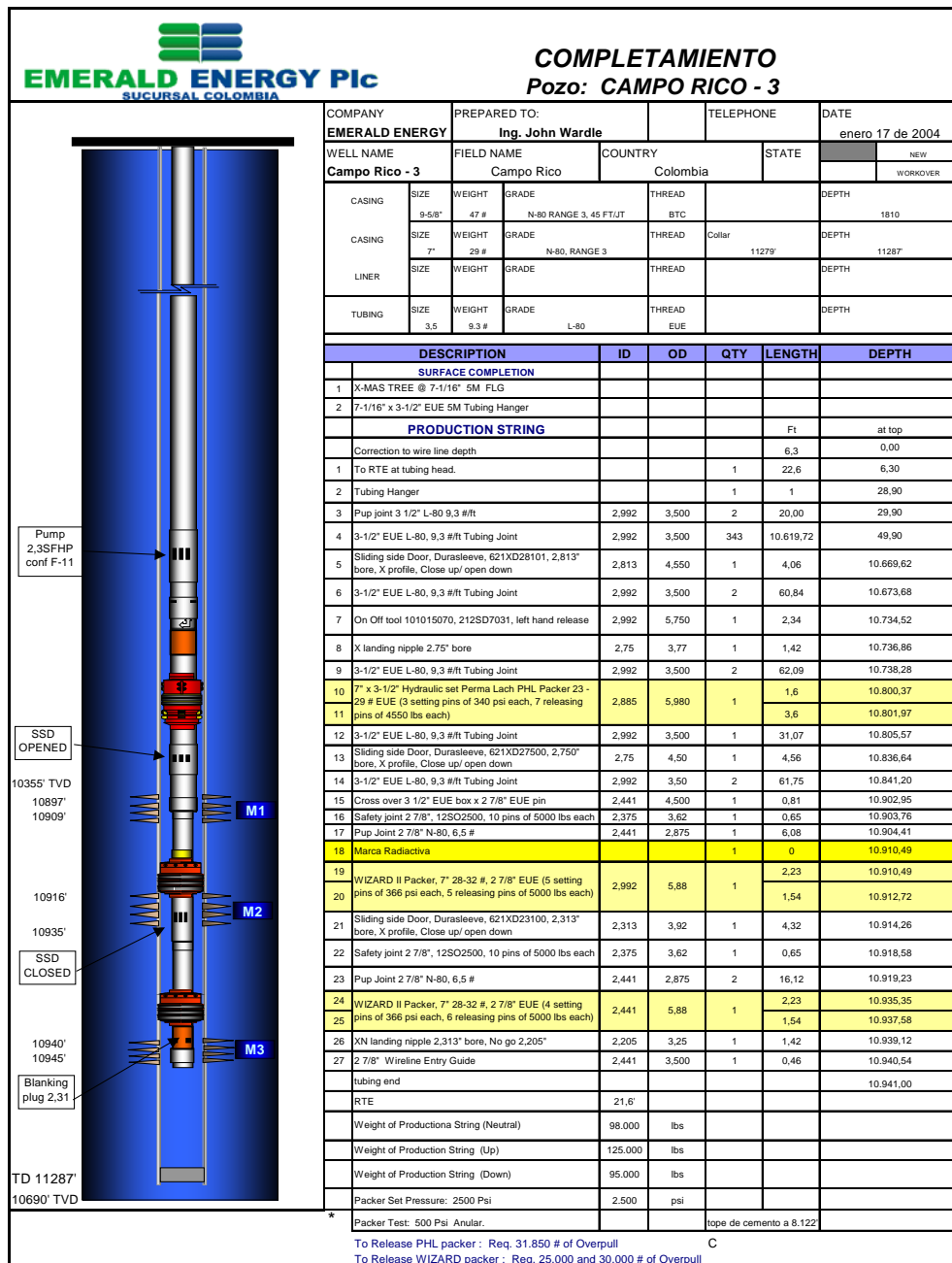
\* SEE NOZZLE AND THROAT SPEC. AND P/N TABLE

<sup>9</sup> Preparado por HIDROLIFTING Hydraulic Pumping Solutions.

36

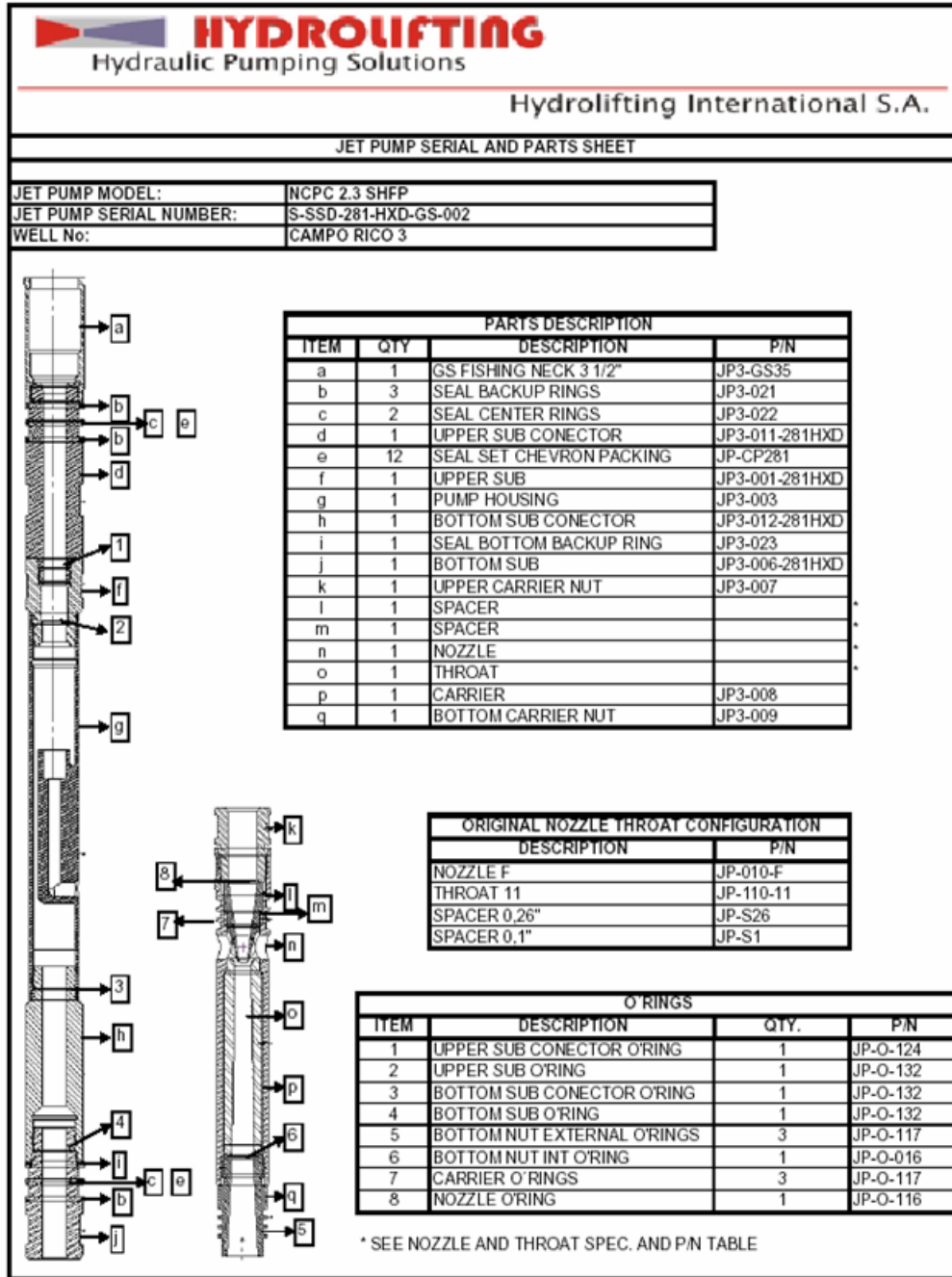
ESTADO MECANICO ACTUAL CAMPO RICO 3

FIGURA 11. COMPLETAMIENTO ACTUAL CR-3<sup>10</sup>



<sup>10</sup> Preparado por el Ingeniero de Producción John Wardle, Emerald Energy Plc. Sucursal Colombia.

FIGURA 12. BOMBA JET CR-3<sup>11</sup>



<sup>11</sup> Prepared by HIDROLIFTING Hydraulic Pumping Solutions

### 3.4 PROCESO DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS

#### Objetivo

Adicionar a la mezcla de fluidos provenientes del pozo, una fórmula química desemulsificante o rompedor directo, que ayuden a mejorar el tratamiento de los fluidos de producción y a la separación del agua para el cumplimiento de las especificaciones necesarias para su transporte y disposición para la venta.

Los desemulsificantes se aplican con el fin de neutralizar la acción de los emulsificantes presentes y de esta forma desestabilizar y romper la emulsión.

**3.4.1 Descripción del Proceso.** El tratamiento del petróleo crudo, consiste básicamente en la remoción del agua contenida en el crudo, con el propósito de entregar un crudo limpio para la venta, es decir, con un BSW menor de 0.5% y una concentración de sal inferior a 17 libras de sal por cada 1000 barriles de crudo.

Una emulsión es una mezcla de aceite y agua, constituida por partículas muy finas de agua dispersas en el aceite crudo. Las emulsiones se vuelven estables por la presencia de algunos materiales contenidos en el aceite, conocidos como agentes emulsificantes o emulsionantes. El primer paso en el tratamiento de una emulsión consiste en la adición de agentes químicos desemulsificantes, el mecanismo de acción de estos agentes consiste en romper y desplazar la película de agente emulsionante que rodea a la gota de agua (floculación), aumentando la tensión superficial y atracción entre las moléculas de agua propiciando la coalescencia. El desemulsificante, también tiene la capacidad de humectar los sólidos presentes en la emulsión, para que sean incorporados al agua separada.

Las principales ventajas del tratamiento químico son:

- Bajo costo de instalación y operación
- Proceso y equipo sencillo
- El volumen de crudo no se altera
- Separación rápida y efectiva

## **Aplicación de Productos Químicos**

El punto de aplicación del agente químico desemulsificante, es de vital importancia en el diseño de un proceso de tratamiento químico de emulsiones, este como generalmente se menciona en la literatura debe ser ubicado tan distante como sea posible del lugar donde se va a llevar a cabo el proceso de deshidratación.

Otra consideración importante para ubicar el punto de inyección de químicos es en el cual se tenga máxima turbulencia, esto se puede lograr inyectando los reactivos en la succión de equipos de bombeo, con lo que se tiene un óptimo contacto entre el agente desemulsificante y la emulsión contenida en el crudo, para tener finalmente a la entrada de los sistemas de deshidratación únicamente agua libre y aceite crudo, mejorando con esto la estabilidad y eficiencia de los procesos. A mayor temperatura, mejor será el efecto del desemulsificante.

Teniendo en cuenta estos parámetros, los puntos de inyección del rompedor de emulsiones se encuentran en la manifold general. En el caso de que el pozo aporte gran cantidad de agua libre, el químico se debe aplicar en un punto después de que esta haya sido retirada de la mezcla, y cuando se trata de una emulsión muy dura, se puede mejorar la separación agregando el químico en el fondo del pozo. En algunos casos el químico se agrega en los tanques; esto ocurre cuando el tratamiento no ha dado buenos resultados.

Las bombas dosificadoras son las encargadas de inyectar el químico en el punto o puntos determinados. Estas bombas son de tipo neumático y son de alta capacidad.

**3.4.2 Bombas Dosificadoras.** Estas pueden ajustarse o graduarse para obtener la dosificación deseada, es decir, se pueden obtener diferentes ratas de inyección en galones por día, de acuerdo a las características y a los volúmenes de crudo a tratar. Las facilidades de Campo Rico cuentan con seis bombas de inyección de químicos eléctricas Milton Roy, una para el rompedor de emulsión.

## **Características Técnicas**

Las bombas de inyección de químicos son accionadas por gas, aire o corriente eléctrica y van conectadas a un tanque, de donde succionan el producto, descargándolo en la línea a la presión requerida para que éste entre en la misma. Los siguientes son los datos técnicos de las bombas utilizadas:

### **ESPECIFICACIONES DE LAS BOMBAS DE INYECCION**

**BOMBA: NEUMÁTICA**

**MARCA: TEXSTEAM**

**SERIE: 5000**

**SUMINISTRO DE PRESION: DE 20 a 200 Psgj**

**DIAMETRO PLUNGER: 3/8"**

**MAXIMA PRESION DE DESCARGA: 12000 PSI**

**EQUVALENTE: 845 Kg/cm<sup>2</sup>**

**EMPAQUE: DURO**

**MÁXIMO VOLUMEN DE DESCARGA: 43 GAL/DIA**

**3.4.3 Operación.** La siguiente es una lista de pruebas y chequeos para el sistema de inyección de químicos que deben efectuarse de forma conveniente y práctica, antes de la puesta en marcha de la batería, o después del montaje o de un tiempo largo de haber estado fuera de servicio:

- Comprobar que todos los elementos de esta unidad estén debidamente instalados: tanques, manguera flexible, acoples, válvulas e instrumentos.
- Comprobar que el mecanismo con que funciona la bomba esté listo para la inyección.
- Revisar la limpieza del tanque de almacenamiento de químico y tubería.
- Comprobar que estén conectadas las líneas de descarga de la bomba dosificadora a los respectivos puntos de inyección y verificar que las boquillas dispersoras estén instaladas.

## **Mantenimiento de los Equipos**

Se deben realizar revisiones frecuentes del equipo para detectar escapes que deben repararse antes de incurrir en un problema mayor, que requiera de una reparación más costosa; entonces se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Mantenimiento mensual de las bombas de inyección y continua revisión de las condiciones de operación: Ajuste o cambio de empaques y lubricación.
- Instalar filtros a la succión de las bombas.
- Los materiales de las bombas deben ser compatibles con el químico.

### **3.4.4 Normas De Seguridad**

- Utilizar los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes de nitrilo, lentes, máscara).
- No fumar en el área, debido a la volatilidad de los productos químicos.
- Tener en cuenta qué hacer cuando ocurre contacto con los ojos, la piel, al ingerir o inhalar alguna cantidad de químico.
- Conocer y tener a la mano las fichas de seguridad de los químicos utilizados.

## **3.5 PROCESO DE CALENTAMIENTO EN EL GUN BARREL**

### **Objetivo**

El calentamiento de los fluidos en los Gun Barrels tiene como objeto ayudar al tratamiento químico a separar el agua que trae la mezcla proveniente del separador, suministrando una temperatura más alta a la corriente de fluidos, para que la acción del químico sea más efectiva y se logren cumplir las especificaciones.

**3.5.1 Fundamentación Teórica.** En el tratamiento de los fluidos de producción, en ocasiones es necesario elevar la temperatura de la mezcla, pues el suministro de calor mejora el tratamiento porque:

- Debilita o rompe la película entre las partículas de agua y aceite por expansión de estas.
- Altera la densidad diferencial de los fluidos, y contribuye a su separación.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el calor de vaporización de los hidrocarburos livianos del aceite causa pérdidas, y a no ser que algún medio sea previsto para conservar estos hidrocarburos (la instalación de un sistema de recobro de vapor), resultará en una reducción de la gravedad API y en el volumen.

**3.5.2 Descripción del proceso.** La corriente de crudo, emulsionado y agua libre, pierde temperatura en el trayecto hasta llegar a los Gun Barrels. Esta desfavorable disminución en la temperatura provoca dificultades en el control del BSW, puesto que el tratamiento químico no actúa efectivamente en su función de romper la emulsión.

Para mejorar entonces el efecto del químico y la separación de la fase en emulsión, se circula vapor a alta temperatura en el interior de los Gun Barrel. Este aceite es calentado por una pequeña caldera que funciona con crudo proveniente del mismo sistema de almacenamiento.

Con el calentamiento que ofrece la caldera al colchón de agua acomodado en la parte inferior de los Gun Barrel, se logra una disminución en la tensión superficial del agua; lo cual es favorable ya que a medida que la tensión superficial del agua sea mayor que la del aceite, el agua tenderá a envolver las gotas de aceite y no precipitará tan fácilmente. En otras palabras, este aumento de temperatura generará un aumento en las diferencias entre las gravedades específicas del crudo y del agua, facilitando así la precipitación de las partículas de agua en la vasija.

### **3.5.3 Equipos Utilizados.**

#### **CALDERA**

Una caldera es una instalación de tipo industrial, que tiene como finalidad aplicar el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, para elevar la temperatura de un fluido que pasa por su interior.

Esta estructura está diseñada para calentar agua, enviarla a los Gun Barrel y recircular nuevamente este fluido, una vez ha ingresado a la caldera a una temperatura inferior. Sus paredes son de doble lámina metálica y en el medio está provisto de un recubrimiento con fibra de vidrio que actúa como un aislante térmico.

Esta caldera es de tipo acuotubular, es decir, el fluido pasa dentro de unos tubos longitudinales interiores (serpentín), que se emplean para aumentar la superficie de calefacción. El aceite a mayor temperatura sale por la parte más alta de la caldera e ingresa por la parte inferior de ésta.

Este proceso cuenta con un sistema shut down, tal que cuando la temperatura del aceite a la salida de la caldera supera los 350°F, la caldera se apaga de inmediato. La señal de temperatura es tomada por una termocupla instalada en la línea de salida del aceite y es enviada a la caja de controles, específicamente a un equipo que muestra la temperatura censada por la termocupla. En este mismo equipo se setea el sistema manualmente.

En caso de que la llama se apague y el gas siga ingresando a la caldera, se corre un riesgo potencial de incendio o explosión. Para hacer más seguro el proceso, se emplea una fotocelda. Las Fotoceldas son dispositivos eléctricos, que por medio de resistividades, censan la intensidad de luz generada por una llama, entonces, en cuanto la llama se apague, la fotocelda transmite una señal a la caja de controles, para apagar el sistema y cerrar automáticamente la electroválvula de paso de gas.

#### **QUEMADOR**

El combustible en la caldera se introduce mediante dispositivos que reciben el nombre de quemadores. En ellos se mezcla el aire atmosférico, en realidad el oxígeno que forma parte del

mismo, con el elemento que al quemarse producirá el calor que calentará el agua para posteriormente recircularse en el Gun Barrel. Este quemador funciona con crudo y es muy simple en su concepción.

La caldera cuenta con un tanque de almacenamiento para el aceite térmico, una caja de control para el encendido del quemador (la producción de la llama se hace por medio de dos electrodos que entran en contacto), para el encendido de la bomba que circula el aceite y para el encendido del motor que activa el ventilador alimentador del aire necesario para la combustión.

La estructura cuenta con termómetros y manómetros en las líneas de salida y retorno del aceite, con un termómetro para medir la temperatura de los gases de combustión.

**Temperatura del colchón:** 170-180 °F \*

- Depende de las condiciones del fluido en el G.B ( y de las condiciones en cabeza de pozo).

## **Operación**

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de iniciar este proceso, después de haber realizado alguna reparación o haber estado fuera de servicio.

- Comprobar, consultar o tramitar la autorización para iniciar la operación.
- Verificar que la reparación ha concluido a satisfacción.
- Comprobar que todos los elementos propios de esta unidad estén debidamente instalados y en funcionamiento.
- Comprobar que los circuitos de combustible y el sistema de ventilación estén disponibles para el encendido de la caldera.
- Verificar que los instrumentos de medición como termómetros y manómetros estén debidamente calibrados.

## **Mantenimiento de los Equipos**

- Las revisiones frecuentes pueden llevarnos a detectar escapes que deben repararse inmediatamente, para evitar situaciones de peligro.
- Revisar en cada parada el estado general de la estructura, los equipos y accesorios: engrasar los motores, inspeccionar los electrodos, etc.
- Revisar la salida y retorno de la línea de vapor de agua, por posible sedimentación u obstrucción.
- Limpiar el filtro instalado en la succión de la bomba.
- Realizar la limpieza al nivel visible.
- Revisar la parte del hogar o parte interna de la caldera para detectar posibles humedades o fugas de aceite en el serpentín.
- Limpiar y mantener recubierto de pintura el ducto de la chimenea (gases de salida) y en general la estructura, para evitar la corrosión y desgaste del material.
- Inspeccionar que las líneas estén recubiertas del aislante térmico, para evitar pérdidas de calor por transferencia al medio.

### **3.5.4 Normas De Seguridad**

- Utilizar los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes y gafas).
- No fumar en el área.
- Tener el respectivo permiso de trabajo para la realización de alguna actividad.
- Consultar con los técnicos, cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo.

### 3.5.5 Imágenes Fotográficas

FOTO 6. CALDERA



### 3.6 PROCESO DE DESHIDRATACION POR ASENTAMIENTO

#### Objetivo

Ayudar al tratamiento del crudo, aprovechando un tiempo de retención, y la fuerza gravitacional que es ejercida sobre las partículas de agua y aceite

#### Fundamentación Teórica

El proceso de deshidratación por asentamiento, es un proceso netamente físico, donde el diseñador del tratamiento tiene en cuenta principalmente la fuerza gravitacional que es ejercida sobre la partícula de agua hacia abajo, la fuerza de ascenso que experimenta la partícula de aceite sumergida dentro del agua y un tiempo de retención mínimo para que ocurra la separación.

Los Gun Barrels son tanques de asentamiento para el tratamiento del aceite; el diseño de estos tanques difiere en detalle de campo a campo y de compañía a compañía. La mayoría contiene todos los elementos básicos presentados en la figura 2-10 La emulsión entra a una bota de gas,

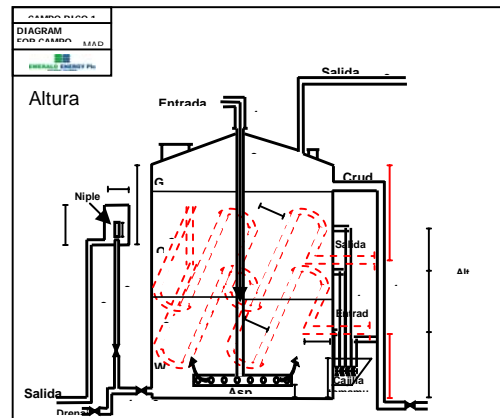
donde un cambio en el momentum del fluido, causa la separación del gas. En la mayoría de tanques se utiliza un *spreader* para distribuir el flujo a través de toda la sección del tanque.

La interfase es estabilizada por un ajuste externo llamado pierna de agua y es usada comúnmente para emulsiones donde la gravedad del aceite está por encima de 20 °API y hay suficiente diferencial en la gravedad entre el aceite y el agua.

**FOTO 7. GUN BARREL 5000-2**



**FIGURA 13. GUN BARREL**



### 3.6.1 Descripción del Proceso

La mezcla de fluidos entra inicialmente al Gun Barrel, El flujo entra por la parte inferior del recipiente y es lavado por un colchón de agua que se encuentra a una temperatura mayor. El agua al ser normalmente más pesada que el aceite, tenderá a precipitar y el aceite a quedar suspendido sobre la capa de agua sedimentada. Después de haber ascendido entre las partículas de agua hacia la zona de residencia de crudo en la parte superior del tanque, éste es conducido hacia el tanque de almacenamiento número 13 por rebose. El colchón de agua se mantiene constante por medio de un sistema de pierna de agua que permite controlar el nivel del fluido que interese dentro del tanque.

El gas que se encuentra disuelto en el crudo y que logra separarse en el Gun Barrel durante el tiempo de residencia, sale por la conexión de la parte superior del tanque y se une con la línea general de venteo que va hacia la tea.

El Gun Barrel está provisto de líneas externas de muestreo que permiten al operador tomar muestras del contenido del tanque a diferentes alturas y de esta manera conocer el nivel del colchón de agua, la interfase crudo - agua y el nivel de crudo limpio,

## Características Técnicas

### GUN BARREL

<b>Equipo:</b>	Tanque soldado
<b>Tipo:</b>	Vertical
<b>Diámetro:</b>	2.78 m
<b>Nivel Máximo:</b>	23ft
<b>Capacidad:</b>	5000 Bbl
<b>Diámetro de entrada:</b>	6" (Línea de 6")
<b>Diámetro de rebose:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro pierna de agua:</b>	3"
<b>Temperatura máxima de operación:</b>	200 F
<b>Temperatura diseño:</b>	250F

## Operación

La siguiente es una lista de pruebas y chequeos que deben efectuarse en forma conveniente y práctica antes de la puesta en marcha de las facilidades de superficie, después de una reparación o de un tiempo largo de haber estado fuera de servicio:

- Comprobar que la construcción o reparación ha sido concluida a satisfacción. La revisión de cada parte del sistema de deshidratación y desalojo, debe llevarse a cabo con los diagramas de proceso para estar seguro y disponible de su uso antes del inicio de la operación.
- Revisar que el área del respectivo equipo esté libre de objetos utilizados para la construcción o reparación, libre de grasas, aceites o deshechos de pintura.
- Verificar, consultar o tramitar la autorización para iniciar la operación.
- Revisar y limpiar las líneas conectadas al sistema para retirar residuos de la reparación.

- Realizar prueba de presión hidrostática de la vasija por encima de la presión de operación, para comprobar que no existen escapes.
- Drenar las líneas

## **Mantenimiento de los Equipos**

El operador puede contribuir con el mantenimiento de los equipos tomando atenta nota de todos los detalles y anomalías que se presenten. Es importante entonces, que tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente el equipo para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que aumenten y requieran una reparación más costosa.
- Realizar una inspección externa del material del equipo para detectar posibles áreas de corrosión, que pueden resultar en el debilitamiento del material y que deben corregirse sin demora.
- Limpiar los drenajes que podrían estar obstruidos.
- Los ruidos y las vibraciones anormales deben reportarse, pues pueden ser una indicación de equipos defectuosos o con fallas.

Los siguientes son algunos de los servicios que se realizan a los equipos:

- Limpiar internamente el tanque y pintar con anticorrosivo por lo menos cada dos años.
- Pintar con anticorrosivo y con esmalte la parte externa del tanque por lo menos cada cuatro años.
- Impermeabilizar el espacio que queda entre el piso del tanque y el anillo de concreto para evitar la entrada de agua, disminuyendo la corrosión.

### **3.6.2 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes y máscara).
- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.

- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo.

### **3.7 PROCESO DE ALMACENAMIENTO**

#### **Objetivo**

Almacenar los fluidos provenientes de los Gun Barrels para su última deshidratación; este efecto es debido al tiempo de retención del crudo en los tanques de almacenamiento y que por acción de la gravedad es separada el agua que aún permanece después del tratamiento, para luego fiscalizar los fluidos, analizar su calidad y entregarlos al cargadero para las ventas.

#### **Fundamentación Teórica**

En forma general, un tanque es un recipiente para almacenar fluidos. Los tanques protegen el producto de las contaminaciones de materias extrañas o lluvias. El estado y color de la pintura son factores importantes para mantener al mínimo las pérdidas por evaporación.

Al menos una vez al mes deben revisarse las válvulas de presión pues su mal funcionamiento puede causar deformaciones y hasta ruptura del tanque.

Los tanques se clasifican por su forma en: cilíndricos con techo cónico, con fondo y tapa cóncavos, con techo flotante, con membrana flotante y esféricos.

#### **Tanques de acero atornillados**

Los tanques atornillados están diseñados y equipados con segmentos de elementos ensamblados, con capacidades desde 100 a 10000 Bbl y son diseñados para presiones internas aproximadamente igual a la atmosférica.

#### **Tanques de acero soldados**

Están disponibles en varios tamaños y especificaciones. Estos son usualmente fabricados de 3/16" o aceros mas pesados y para presiones internas por encima de 16 oz.

### **Tanques de techo fijo**

Los techos fijos están permanentemente ajustados a las paredes del tanque.

### **Tanques de techo flotante**

El techo del tanque flota sobre el contenido almacenado. Este tipo de tanque es usado principalmente para presiones de almacenamiento cercanas a la atmosférica. Están diseñados para moverse verticalmente dentro de las paredes del tanque para proporcionar un mínimo vacío constante entre la superficie del producto almacenado y el techo.

### **Tanques de fondo cónico**

Los tanques atornillados o soldados ofrecen un mecanismo de drenaje y remoción de agua de solo el fondo del tanque.

### **Tanques con techo cónico**

Se usan para almacenar crudos o productos que tengan presión de vapor relativamente baja, es decir, aquellos que no tengan tendencia a producir vapores a la temperatura ambiente.

**3.7.1 Descripción del Proceso.** Una vez sale el fluido de los tanques de lavado, se entiende que el tratamiento ha finalizado y que si existe aun una poca cantidad de agua contaminante en la corriente, puede ser separada en los tanques de almacenamiento debido al tiempo de espera que hay entre el llenado de los tanques y el envío del petróleo a venta.

Con el almacenamiento, se garantiza que el tratamiento realizado al crudo no se altere por la contaminación de materia extraña o agua lluvia. El almacenamiento, se hace en tanques, horizontales o verticales, de techo fijo. Estos tanques, suelen estar provistos de una válvula de

seguridad, una boca para medición y toma de muestra para la fiscalización de crudo. Cada tanque debe tener su tabla de aforo y mas aun si son horizontales.

El crudo proveniente del Gun Barrel sale por la parte superior del tanque por rebose hacia los tanques de almacenamiento, siendo esta la producción real del pozo, actualmente existen en campo rico seis tanques de almacenamiento de 500 bbl y dos de 5000 bbl.

Una vez realizados los análisis respectivos y con la presencia del representante de la firma contratada para realizar los análisis, se calcula el volumen neto de crudo almacenado a 60 °F y 14.7 psi quedando listo para enviarlo a ventas.

**3.7.2 Características Técnicas de los Equipos.** En la estación existen 12 tanques de almacenamiento, de los cuales 11 son horizontales, de los caudales se utilizan tres para realizarles pruebas a los pozos; uno es vertical, 10 son de 500 bbl y 2 son de 5000 bbl. En general, los tanques de almacenamiento cuentan con una válvula de entrada, una válvula de salida, toma muestras y sistema de desfogue, boca de medición en el techo, válvula de drenaje de agua.

#### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO 01-02**

<b>Capacidad:</b>	500 Bbl
<b>Tipo:</b>	Cilíndrico, verticales, soldado
<b>Diámetro de entrada:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de succión:</b>	4" (Línea de 6")
<b>Diámetro de transferencia:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de drenaje:</b>	2" (Línea de 3")

#### **TANQUES DE ALMACENAMIENTO 03 al 11**

<b>Capacidad:</b>	500 Bbl
<b>Tipo:</b>	Cilíndrico, horizontal, soldado
<b>Diámetro de entrada:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de succión:</b>	4" (Línea de 6")
<b>Diámetro de transferencia:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de drenaje:</b>	2" (Línea de 3")

### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5002-3**

<b>Capacidad:</b>	5000 Bbl
<b>Tipo:</b>	Cilíndrico, vertical, soldado
<b>Diámetro de entrada:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de succión:</b>	4" (Línea de 6")
<b>Diámetro de transferencia:</b>	4" (Línea de 4")
<b>Diámetro de drenaje:</b>	2" (Línea de 3")

### **Mantenimiento de los Equipos**

El operador debe tomar atenta nota de todos los detalles y anomalías que se presenten, convirtiéndose en parte activa del mantenimiento preventivo y algunas veces correctivo de los equipos. Es importante entonces, que tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente los equipos para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que requieran una reparación más costosa.
- Chequear visualmente el estado del material para corregir rápidamente cualquier problema de corrosión externa.
- Los drenajes obstruidos, deben ser limpiados sin demora.
- Reportar cualquier ruido o vibración anormal, lo cual puede ser un indicativo de que el equipo está defectuoso o presenta alguna falla.

#### **A continuación se encuentran algunos de los servicios que se realizan a los equipos:**

- Limpiar internamente los tanques y pintar con anticorrosivo por lo menos cada dos años.
- Pintar con anticorrosivo y con esmalte la parte externa de los tanques por lo menos cada cuatro años.
- Impermeabilizar el espacio que queda entre el piso del tanque y el anillo metálico de éste, para evitar la entrada de agua, disminuyendo así la corrosión.

#### **3.7.3 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes y máscara).

- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- Subir las escaleras cogiendo los pasamanos.
- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo.

### 3.7.4 Imágenes Fotográficas

**FOTO 8. TANQUES DE ALMACENAMIENTO**



**FOTO 9. LINEAS DE DRENAJE DE AGUA**



**FOTO 10. TANQUE VERTICAL**

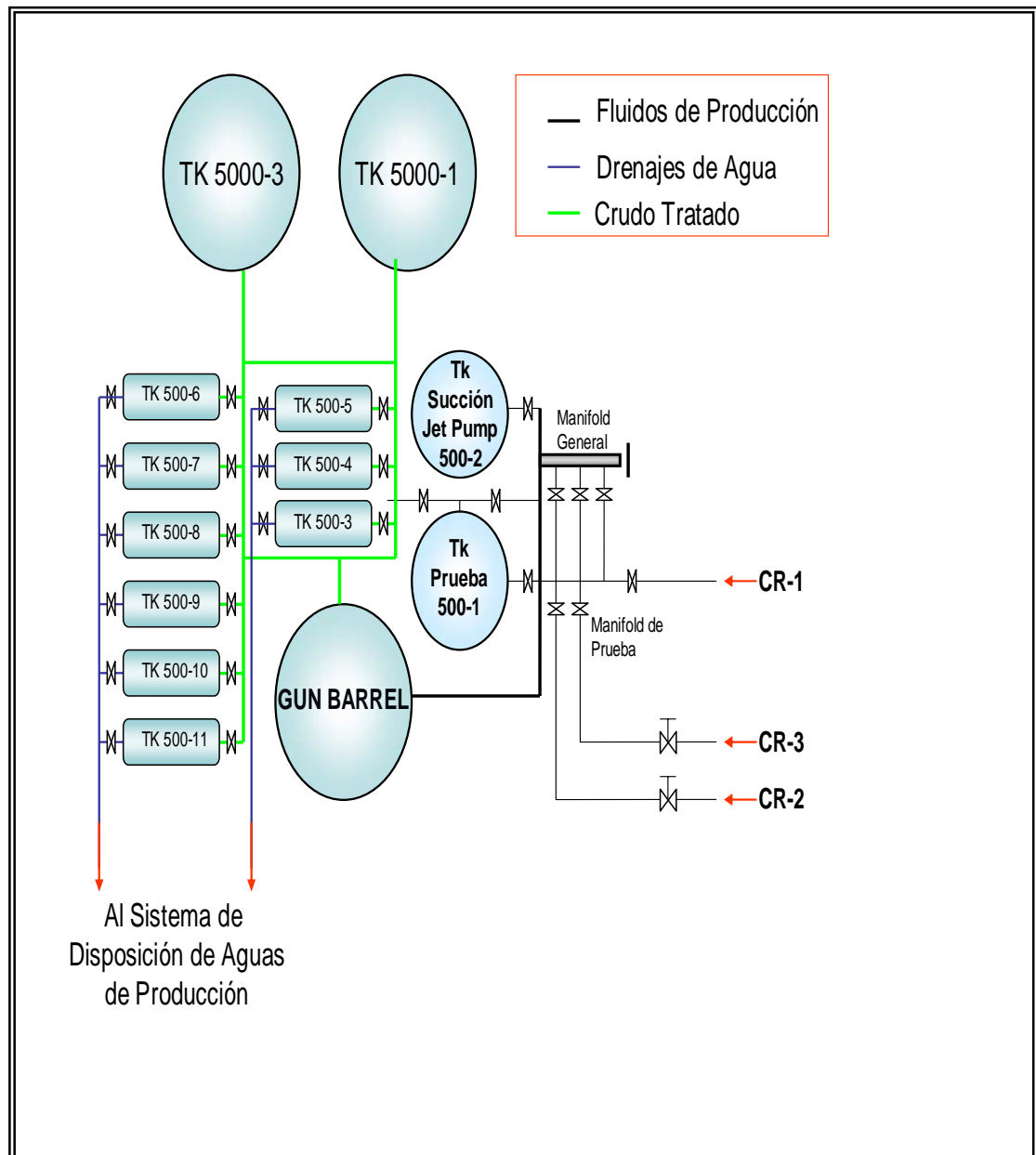


**FOTO 11. TANQUE 5000-1**



### 3.7.5 Diagrama Del Proceso De Almacenamiento

FIGURA 14. DIAGRAMA DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO



Elaborado por el autor.

### **3.8 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

#### **Objetivo**

Tratar el agua separada del crudo para luego disponerla de una forma adecuada según las especificaciones exigidas por la Corporación Autónoma Regional correspondiente.

**3.8.1 Descripción del Proceso.** En las operaciones de producción es necesario utilizar equipos tratadores de agua para el mejoramiento de esta.

Las aguas residuales producidas se clasifican en dos grupos: las producidas por el proceso de deshidratación del crudo, residuales del laboratorio, recolección en canales perimetrales y drenajes involucrados con la recepción, almacenamiento y despacho de crudo denominadas aguas residuales aceitosas, y las producidas por la utilización de baños, duchas, desagües, etc., llamadas aguas residuales domesticas.

#### **3.8.2 Aguas Residuales Aceitosas**

- **Separación de los fluidos producidos.** El éxito de separar el agua asociada al petróleo, está en un buen diseño de las facilidades de producción. El origen de las aguas aceitosas esta asociado con los procesos de producción, separación, tratamiento, despacho y recibo de crudo, de los cuales se definen los siguientes puntos de flujo:
  - Drenaje de las piernas de agua de los Gun Barrels
  - Drenaje de los tanques de despacho.
  - Drenaje de los residuos de laboratorio.
  - Canales del área de descargue de carro tanques.

La calidad del agua residual producida depende en gran parte del tratamiento que se de a la emulsión en la estación de producción y del óptimo diseño de las facilidades.

Para lograr la separación de las fases, el fluido es sometido a la combinación de tratamientos químicos, físicos y térmicos.

- **Recolección de aguas residuales aceitosas.** La recolección de las aguas residuales aceitosas, se realiza por medio de tuberías de acero de 3" de diámetro, las cuales conducen el fluido recolectado al skimmer donde se inicia el tratamiento del agua con la recuperación de la nata que es enviada de vuelta al sistema por medio de bombas centrifugas; el agua recuperada en este sistema es enviada a las piscinas de desnatado luego pasa a la piscina de oxidación de donde es impulsada por medio de dos bombas centrifugas a las torres de enfriamiento las cuales disminuyen la temperatura de  $180^{\circ} F$  a  $60^{\circ} F$ , el agua pasa así a la piscina de oxidación en donde hay dos aireadores, para finalmente llegar a la piscina de sedimentación en donde es conducida a su disposición final después de cumplir con los requerimientos exigidos por la ley para vertimiento en el río Charte.
- **Tratamiento de las aguas residuales aceitosas.** El objetivo del tratamiento, es eliminar componentes contaminantes para el medio ambiente, y ajustar la calidad del agua a verter de acuerdo a las especificaciones legales. La mejor forma de tratar el agua residual depende del caudal, composición, concentración, calidad, posible utilización, tasas de vertimiento, etc. Los pasos del proceso son:
  - **Sedimentación.** Este proceso aprovecha la fuerza de gravedad, y la velocidad de sedimentación depende de la densidad y viscosidad del líquido y del tamaño de la partícula que se desea sedimentar.
  - **Coagulación y floculación.** La coagulación consiste básicamente en la neutralización de las cargas superficiales de las partículas coloidales, que hacen que existan fuerzas de repulsión entre ellas y les impide aglomerarse para sedimentar, mediante la adición de electrolitos. La precipitación de un coloide se logra mediante la aplicación de un electrolito de carga opuesta y el efecto aumenta significativamente con el número de cargas que lleve el electrolito. Siendo la floculación la aglomeración de partículas con carga neutra.
  - **Aireación.** La aireación es un proceso mecánico mediante el cual se pretende un contacto íntimo del aire con el agua, buscando transferirle oxígeno al agua y a la vez lograr la remoción

de gases indeseables del agua como CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, oxidar sustancias como compuestos orgánicos, metales pesados y disminuir temperatura.

### 3.8.2.1 Equipos utilizados

#### BOMBAS

Para realizar completamente el proceso, se usan seis bombas centrífugas, una para retornar el crudo separado del skimmer al sistema y otra para bombear el agua desnatada a las piscinas de desnatado. Las características técnicas de las bombas son las siguientes:

**Bomba de retorno:** su función es mandar el crudo recuperado en el skimmer nuevamente a los tanques.

#### BOMBA DE RETORNO

<b>Marca:</b>	IHM
<b>Tamaño:</b>	2X1/4
<b>No. Serie:</b>	9890974
<b>Modelo:</b>	8 x 31-SM
<b>Galones por minuto:</b>	1200 galones por minuto
<b>Succión:</b>	6"
<b>Descarga:</b>	5"

#### MOTOR

<b>Marca:</b>	SIEMMENS
<b>Serie:</b>	ILA5167-4BY70
<b>Desplazamiento:</b>	0.8
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Amperaje:</b>	75
<b>HP:</b>	30
<b>Frecuencia:</b>	60
<b>RPM:</b>	1750

Para llevar el agua de la piscina desnatadora a cada una de las torres de enfriamiento se utilizan dos bombas con las siguientes especificaciones:

#### **BOMBAS 1Y 2 DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO**

**Marca:** WIRTH (TRIPLEX MUD PUMP)  
**Tipo:** Centrifuga  
**Tamaño:** 2X3 1/2  
**No. Serie:** 7601625  
**Modelo:** TPK - 7"x12"/1600-2000  
**Galones por minuto:** 1200 galones por minuto  
**Succión:** 6"  
**Descarga:** 5"

#### **MOTOR**

**Marca:** CATERPILLAR  
**Serie:** 75B 661  
**Voltaje:** 220  
**Amperaje:** 75  
**HP:** 30  
**Frecuencia:** 60  
**RPM:** 1750

Para llevar el agua de la piscina tres a la cuatro es necesario la utilización de una bomba centrifuga con las siguientes características:

#### **BOMBA**

**Marca:** IHM  
**Tamaño:** 3X4"  
**No. Serie:** 4338393  
**Modelo:** 23CC  
**Galones por minuto:** 1200 galones por minuto  
**Succión:** 4"  
**Descarga:** 4"

## **MOTOR**

<b>Marca:</b>	RUGGERINI
<b>Serie:</b>	91
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Amperaje:</b>	75
<b>HP:</b>	20
<b>Frecuencia:</b>	60
<b>RPM:</b>	3600

**3.8.2.2 Skimmer:** Este equipo consta de dos skimmer iguales, en los cuales el agua inicia la sedimentación, quedando en la parte superior el aceite que será recirculado al sistema posteriormente. La capacidad de los dos skimmer es de 7500 bbl cada uno.

En la fase primaria se utiliza la separación utilizando esencialmente la fuerza gravitacional para separar las gotas de aceite de la fase continua agua. Las gotas de aceite empiezan a ser más livianas que el volumen de agua que las está desplazando y está ejerciendo sobre ellas una fuerza de boyanza.

La emulsión entra, el agua por gravedad queda en el fondo y el aceite en la parte superior. A medida que continúe llenándose el recipiente, el peso del fluido nuevo presionará el agua decantada para que entre en el compartimiento siguiente siguiendo el recorrido hasta llegar a la piscina uno.

El crudo será recolectado en la parte superior por un recolector y bombeado nuevamente a los tanques por la línea de retorno.

**3.8.2.3 Piscinas:** En la estación se cuenta con cuatro piscinas, dos que tienen la función en el primer caso de servir como sitio de mayor tiempo de reposo y desnatado posterior al skimmer; y en el segundo de servir de almacenamiento para el bombeo a las torres de enfriamiento (piscina No. 1, 2) y otra para el tratamiento de oxigenación (piscina No. 3) y al final del circuito una piscina de sedimentación; estas piscinas presentan como protección en el fondo una geomembrana capaz de soportar temperaturas hasta de 80 °C. Su

función es minimizar el daño ambiental, aislando del suelo el agua contaminada principalmente por los cloruros y así mantener en lo posible su productividad.

El uso del tratamiento químico es esencial para el agua de producción y aun que la infraestructura es grande esta se ve disminuida por los grandes volúmenes de agua a tratar diariamente y las dificultades que se han presentado para conseguir el punto optimo para vertimiento, así que se utilizan coagulantes, clarificantes, y rompedores de emulsión con el fin de cumplir con los requerimientos ambientales para el vertimiento.

El vertimiento al río se hace mediante una tubería instalada al borde de la carretera y con descarga en el río Charre 4 metros debajo de su nivel normal, dos bombas instaladas después de la poscna cuatro son las encargadas de impulsar el agua hasta el río

Los parámetros mínimos de vertimiento serán indicados en la siguiente tabla:

**TABLA 01. PARAMETROS DE VERTIMIENTO DE AGUA<sup>12</sup>**

PARÁMETRO	UNIDADES	RANGOS
PH	Unidades	5-9 art. 72 dec1594
Temperatura	Grados centígrados	< 40 art. 72 dec1594
Oxigeno disuelto	Mg / litro de O <sub>2</sub>	> 4.0 art. 72 dec1594
Conductividad	Us / cm	< 1500 E.E.C
Sólidos disueltos	Mg / litros	< 1500 E.E.C
Color	Hazen	< 75 art. 72 dec1594
Dureza total	mg / litro CaCO <sub>3</sub>	< 400 E.E.C
Cloruros	mg / litro Cl <sup>-</sup>	< 1000 E.E.C
Sulfatos	mg / litro SO <sub>4</sub>	< 400 art. 72 dec1594
Fenoles	mg / litro fenoles	< 0.2 art. 72 dec1594

<sup>12</sup> Especificaciones Tomadas Del Art. 72 Dec. 1594

➤ **Características Técnicas**

**BOMBA 1**

**Marca:** HARRISBURG  
**Tipo:** Centrifuga  
**Tamaño:** 3X4"  
**No. Serie:** U11A – 1449  
**Modelo:** 178H  
**Galones por minuto:** 1200 galones por minuto  
**Succión:** 6"  
**Descarga:** 5"

**MOTOR**

**Marca:** RUGGERINI  
**Serie:** 91  
**Voltaje:** 220  
**Amperaje:** 75  
**HP:** 30  
**Frecuencia:** 60  
**RPM:** 1750

**BOMBA 2**

**MARCA:** PEDESTAL (MCM)  
**Tipo:** Paleta  
**Tamaño:** 2X1/2  
**No. Serie:** EEC – 1425  
**Modelo:** 178PED  
**Galones por minuto:** 6000 bbl/d \*250 Lib  
16000 bbl/d \*80 Lib  
**Succión:** 6  
**Descarga:** 5

## MOTOR

<b>Marca:</b>	Baldor
<b>Serie:</b>	BLD 84-7
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Amperaje:</b>	50
<b>HP:</b>	25
<b>Frecuencia:</b>	60
<b>RPM:</b>	1775

**3.8.2.4 Torres De Enfriamiento.** Las torres de enfriamiento son utilizadas ya que la temperatura que se maneja tanto en el skimmer como en las piscinas uno y dos son muy altas, ayudando a los procesos de separación pero perjudicando las condiciones máximas de vertimiento de agua no solo en la temperatura sino también el la oxigenación. Las torres de enfriamiento constan de una estructura cerrada que en la parte superior tiene un motor que mueve un ventilador el cual dispersa la corriente de agua que cae a través de unas mayas especialmente colocadas para dispersar de manera uniforme las gotas de agua permitiendo que la superficie de estas tengan el mayor contacto con el medio reduciendo de esta forma significativamente la temperatura inicial

### ➤ Características Técnicas

#### TORRES DE ENFRIAMIENTO

<b>Marca:</b>	PROTON
<b>Modelo:</b>	178PED
<b>Tamaño:</b>	2" x 1 1/8"
<b>Temperatura entrada agua</b>	75°C
<b>Temperatura salida d agua</b>	35 °C
<b>Temperatura bulbo húmedo</b>	25 °C
<b>Enfriamiento</b>	40 °C
<b>Potencia térmica efectiva</b>	222M kca/h
<b>Capacidad</b>	7500 bbl/d

## MOTOR

<b><i>Motor Eléctrico:</i></b>	SIEMENS
<b><i>Potencia</i></b>	9 HP
<b><i>RPM</i></b>	900

## Imágenes Fotográficas

FOTO 12. TORRES DE ENFRIAMIENTO

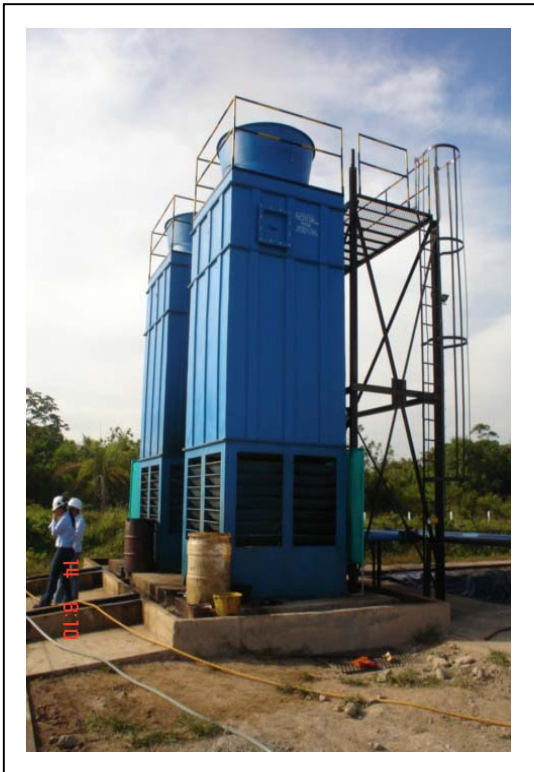


FOTO 13. BOMBAS IMPULSORAS



**3.8.2.5 Aireadores.** Los aireadores han sido implementados por la necesidad de controlar el alto contenido de fenoles en el agua, además de la alta transferencia de de oxígeno, manteniendo el oxígeno disuelto superior a 7ppm.

Un arreador es un motor acoplado a un eje o ciclo turbina con ranuras que toma el oxígeno del medio ambiente y lo conduce al agua por medio de unos orificios, este montaje se coloca sobre los flotadores y una estructura metálica, la mayor parte de la estructura se fija sobre acero inoxidable. La mezcla y circulación aportada por una elice movida por un motor creando un patrón de flujo horizontal de alta velocidad, eliminando las zonas muertas y acelerando los tratamientos de clarificación. La circulación continua, mantiene los sólidos en suspensión eliminando la acumulación de desechos y las aguas estancadas para así completar el tratamiento en la piscina de sedimentación.

#### ➤ Características Técnicas

#### AIREADORES 1,2

**Marca:** TRITON

**Modelo:** TR272

**Serie No.:** 15246S

**Tamaño:** 12X25

**Motor Eléctrico:** Siemens

**AIREADORES:** Aireador 1: 15 HP 880 RPM Y 2HP; Aireador 2: 25 HP 880 RPM Y 3 HP  
220 Vol

#### Imágenes Fotográficas

FOTO 14. AIREADORES PISCINA TRES



**3.8.3 Aguas residuales domesticas.** Las aguas residuales domesticas son aquellas procedentes de baños, duchas, casino, y todas aquellas que no presentan contaminación con hidrocarburo. Esta agua son tratadas de forma independiente con la ayuda de una bomba Redfox en la cual se almacenan y se trata por medio de bacterias degradando los componentes contaminados del agua y dejándola en una calidad aceptable para el partimiento en la zona de préstamo.

**3.8.3.1 Descripción de los equipos.** Se cuenta con una caja de almacenamiento de aguas ceca del casino en donde se encuentra una bomba que lleva el agua hacia la redfox

#### **CAJA RECOLECTORA REDFOX**

**Motor:** SIEMENS  
**RPM:** 3460  
**HP:** 2.4  
**BOMBA** IHM  
**Succión:** 1-1/4  
**Descarga:** 1-1/4

#### **BOMBA REDFOX**

**MOTOR:** MAGNETEK  
**RPM:** 1740  
**Voltaje:** 220  
**HP:** 5  
**Tipo:** Trifásico  
**AIREADOR:** MAGNETEK

### 3.8.3.2 Imágenes Fotográficas

FOTO 15. CAJA RECOLECTORA



FOTO 16. REDFOX



FOTO 17. CAJA DE VERTIMIENTO



**Mantenimiento de los Equipos.** El operador debe tomar atenta nota de todos los detalles y anomalías que se presenten, convirtiéndose en parte activa del mantenimiento preventivo y algunas veces correctivo de los equipos. Es importante entonces, que tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente el equipo para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que requieran una reparación más costosa.

- Chequear visualmente el estado del material de las líneas, bombas, paredes del skimmer, geomembranas, etc., para corregir rápidamente cualquier problema de corrosión externa y deterioro de materiales.
- Los drenajes obstruidos, deben ser limpiados sin demora.
- Reportar cualquier ruido o vibración anormal, lo cual puede ser un indicativo de que el sistema está defectuoso o presenta alguna falla.

**A continuación se encuentran algunos de los servicios que se realizan a los equipos:**

- La piscina API debe limpiarse cada dos años.
- La piscina de oxidación debe limpiarse profundamente cada 5 años.
- Los drenajes obstruidos, deben ser limpiados cada vez que se requiera (dos veces por semana aproximadamente).
- El desnatado del skimmer debe hacerse diariamente y la recuperación de las piscinas cuando sea necesario
- Hay que monitorear diariamente el estado de las piscinas, la aplicación de la química, y las condiciones o parámetros de vertimiento. Así como también los volúmenes de las piscinas para no sobrepasar sus capacidades y crear contratiempos como derrames.

**2.8.4 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes, arnés y máscara).
- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- No caminar sobre las líneas
- Transitar por fuera de la cerca de protección para evitar cualquier caída en las piscinas.
- Nunca desnatar manualmente sin el arnés de seguridad enganchado a la línea de vida de las piscinas..
- Al subir a las torres utilizar los pasamanos y los arnés de seguridad y siempre acerlo con la persona especializada en para evitar accidentes.
- La manipulación de los motores tanto de los aireadores como de las torres de enfriamiento esta a cargo solo de los electro mecánicos o de la persona especializada..
- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo.

**3.8.4.1 Imágenes Fotográficas De Las Piscinas**

**FOTO 18. TORRES DE ENFRIAMIENTO  
PISCINA 3.**



**FOTO 19. TRATAMIENTO QUIMICO**



**FOTO 20. PISCINAS DE DESNATE 1,2**



FOTO 21. PISCINA DE SEDIMENTACION 4

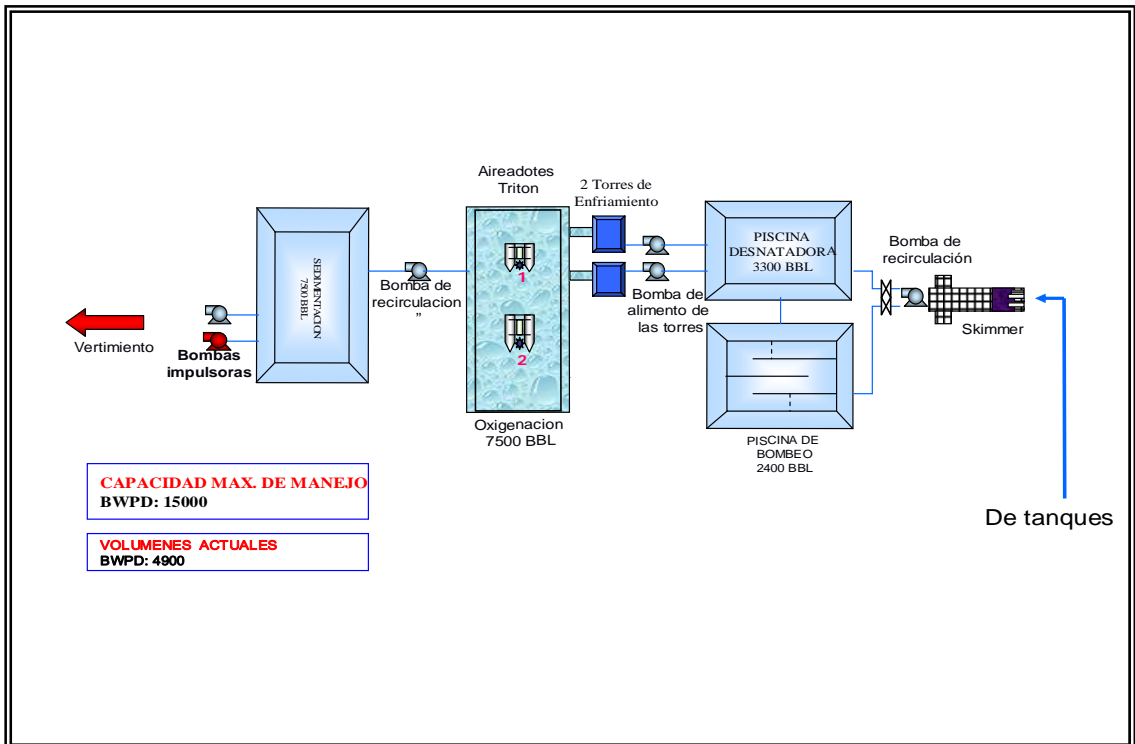


FOTO 22. BOMBAS PARA VERTIMIENTO



### 2.8.5 Diagrama Del Proceso De Tratamiento De Aguas

FIGURA 15. DIAGRAMA PROCESO DE RATAMIENTO DE AGUA



Elaborado por el autor

### **3.9 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN**

#### **Objetivo**

Realizar movimientos de crudo entre los tanques de la estación, con el fin de mejorar el tratamiento del crudo almacenado o desocupar un tanque en caso que sea requerido, este sistema fue creado para ayudar a la manipulación del crudo en las facilidades de la estación optimizando su uso y su capacidad.

#### **3.9.1 Descripción del Proceso**

Para el caso particular de la estación, el sistema de recirculación se utiliza principalmente para realizar movimientos de petróleo entre tanques.

Cuando el agua separada en los tanques se encuentra demasiado emulsionada, se presentan problemas de contaminación en el skimmer, debido a la insuficiente capacidad de este para realizar el desnate. El sistema de recirculación permite extraer la parte baja de los tanques de almacenamiento, donde el crudo generalmente presentará las condiciones mas inapropiadas para venta e introducirla nuevamente al sistema de tratamiento, permitiendo de esta manera que al skimmer solo se envíe agua drenada por los tanques en las condiciones apropiadas.

El sistema de recirculación igualmente permite pasar la producción de un tanque a otro en caso de presentarse roturas, o la necesidad de realizar mantenimiento en un tanque cualquiera del sistema. Además, la línea de retorno del skimmer, está conectada a este sistema para disponer del crudo recuperado en cualquiera de los tanques de almacenamiento, e inyectar alguna parte del crudo con alto contenido de agua como fluido motriz.

#### **3.9.2 Características Técnicas de los Equipos**

El sistema se compone de válvulas de descarga en los drenajes de los tanques; una bomba centrífuga con sus respectivas protecciones para la recuperación del skimmer y una bomba

WILDEN para vaciar las trampas de aguas lluvias, válvulas en la succión y salida de las bombas y líneas de transferencia.

#### **BOMBA DE RACUPERACION**

**Marca:** IHM  
**Tamaño:** 2X3 ½”  
**No. Serie:** 9900926  
**Modelo:** 10 x 16 x 12  
**Galones por minuto:** 1200 galones por minuto  
**Succión:** 6”  
**Descarga:** 5”

#### **MOTOR**

**Marca:** WEP  
**Serie:** 1LA5132 – 2YB77  
**Desplazamiento:** 0.8  
**Voltaje:** 220  
**Amperaje:** 75  
**HP:** 30  
**Frecuencia:** 60  
**RPM:** 1750

#### **BOMBA PARA DRENAR TRAMPAS DE AGUAS LLUVIAS**

##### **BOMBA**

**Marca:** WILDEM  
**No de serie:** 025020 01  
**Modelo:** M2  
**Tipo:** De acción neumática.

#### **Operación**

La operación del sistema es muy sencilla una vez se entienda el recorrido que tendrá el fluido en el proceso.

El montaje realizado a la bomba le permite succionar o descargar por la línea de descarga de la bomba, y succionar o descargar por la línea de succión de la bomba; lo cual hace que el proceso sea flexible y se pueda acomodar fácilmente a cualquier condición de operación.

El encendido y apagado de la bomba se realiza desde un tablero de control; para realizar cualquier operación, simplemente se debe tener presente cuáles son las válvulas que hay que abrir de acuerdo al tanque que desee vaciar y llenar.

### **Mantenimiento de los Equipos**

El operador de la batería es importante en el mantenimiento preventivo de los equipos y de él depende en gran parte que el mantenimiento correctivo se realice oportunamente sin causar mayores traumas en el sistema.

Es importante por tanto, que se tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente los equipos para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que requieran una reparación más costosa.
- Chequear visualmente el estado de los materiales para corregir rápidamente cualquier problema de corrosión externa.
- Los drenajes obstruidos, deben ser limpiados sin demora.
- Reportar cualquier ruido o vibración anormal, lo cual puede ser un indicativo que el equipo está defectuoso o presenta alguna falla.

El mantenimiento preventivo y correctivo de las bombas centrífugas se ha explicado en el Proceso de Transferencia y Bombeo.

#### **3.9.3 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas y guantes).
- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.

- Los trabajos eléctricos deben ser realizados por las personas encargadas del área en la estación.
- Finalizado el trabajo eléctrico, no dejar conexiones a medias y si es el caso colocar la señalización adecuada
- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo.

### **3.10 SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA**

#### **Objetivo**

Suministrar la energía necesaria para los equipos eléctricos y la iluminación de la estación.

**3.10.1 Descripción del Proceso:** La energía eléctrica usada en la estación para el movimiento de los equipos, unidad de bombeo, iluminación y equipos de oficina es generada directamente en campo, usando generadores eléctricos con motores de combustión interna.

El suministro de energía en el campamento tiene que ser constante, por tanto, para disposición de todas las actividades que en el se realicen y requieran de energía eléctrica, se cuenta con 2 generadores de energía que están distribuidos de la siguiente manera:

En este proceso, la energía sale de los generadores eléctricos y llega a unos tableros en donde se distribuirá para las casetas, containers, bombas eléctricas, compresores, al casino y suplir los requerimientos energéticos de la estación de producción

#### **3.10.2 Características Técnicas de los Equipos**

##### **GENERADOR No 1**

##### **MOTOR**

**Marca:** CATERPILLAR  
**No:** 4ZRO7435

<b>Serie:</b>	9CR02549
<b>Modelo:</b>	SR4B
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Fases:</b>	3
<b>Capacidad:</b>	275Kw
<b>R.P.M.:</b>	1800

## **GENERADOR No 2**

### **MOTOR**

<b>Marca:</b>	CATERPILLAR
<b>No:</b>	4ZRO6348
<b>Serie:</b>	9CR001023
<b>Modelo:</b>	SR4B
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Fases:</b>	3
<b>Capacidad:</b>	275Kw
<b>R.P.M.:</b>	1800

### **Mantenimiento de los Equipos:**

El operador puede contribuir con el mantenimiento de los equipos tomando atenta nota de todos los detalles y anomalías que se presenten. Es importante entonces, que tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Revisar frecuentemente los equipos para detectar posibles escapes que deben repararse antes de que aumenten y requieran una reparación más costosa.
- Realizar una inspección externa del material de los equipos para detectar posibles áreas de corrosión, que pueden resultar en el debilitamiento del material y que deben corregirse sin demora.
- Los ruidos y las vibraciones anormales deben reportarse, pues pueden ser una indicación de equipos defectuosos o con fallas.

**Los siguientes son algunos de los servicios que se realizan a los equipos:**

- El mantenimiento normal diario de los equipos es el siguiente: verificar y suplir de aceites, agua y combustible los motores, estado de los instrumentos, revisión de los empalmes de salida del generador, chequeo de fusibles, verificar que no existan ruidos.
- Mantenimiento preventivo, medida de resistencia del rotor y estator, revisión del sistema de alumbrado, revisión de las instalaciones de mayas a tierra, inspección, limpieza y cambio de rodamientos, limpieza interna y externa del rotor y estator
- Mantenimiento correctivo: revisión de fallas eléctricas y mecánicas normalmente.
- No sobre forzar siempre la misma maquina; es preferible que se alternen por lo menos cada semana, si se encuentra a la intemperie.
- Pintar con anticorrosivo y con esmalte la parte externa de los equipos por lo menos cada cuatro años.
- Realizar los mantenimientos antes de cumplir los tiempos de funcionamiento para evitar que el motor se deteriore.

**3.10.3 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes, gafas y protectores auditivos).
- No fumar en el área ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- La parte del generador solo debe ser revisada por el técnico eléctrico
- Utilizar el manual de operaciones y procedimientos para realizar algún trabajo

### 3.10.4 Imágenes Fotográficas

FOTO 23. GENERADORES CATERPILLAR



### 3.11 SISTEMA DE CARGUE CARROTANQUES

#### Objetivo

El objetivo principal del cargue, es recibir el petróleo previamente tratado en la batería de producción cargar los carrotanques y despacharlos hacia la estación Araguaney ECOPETROL y Campo Santiago PERENCO.

**3.11.1 Descripción del Proceso:** El cargadero es la facilidad creada para el cargue del crudo en los carrotanques esta consta de una bomba centrífuga impulsora de crudo en la zona de los tanques la cual lleva el crudo por una tubería de 4" que llega al manifold cargadero en 6", este manifold cuenta con válvulas de control y de descarga la cual se hace por unas mangueras directamente al carrotanque, el control del llenado de los carrotanques se hace visualmente con la ayuda del conductor que se coloca en la parte superior del carrotaque asegurado a la línea de vida por un arnés y las válvulas son manipuladas por un auxiliar de turno.

### 3.11.2 Características Técnicas

#### BOMBA CENTRIFUGA

<b>Marca:</b>	IHM
<b>Tamaño:</b>	4" X 3".
<b>No. Serie:</b>	9.890.974 IHM
<b>Modelo:</b>	Caracol 93015
<b>Galones por minuto:</b>	1200 galones por minuto
<b>Succión:</b>	6"
<b>Descarga:</b>	5"

#### MOTOR

<b>Marca:</b>	WEP
<b>Serie:</b>	W475Y2
<b>Desplazamiento:</b>	0.8
<b>Voltaje:</b>	220
<b>Amperaje:</b>	75
<b>HP:</b>	30
<b>Frecuencia:</b>	60
<b>RPM:</b>	1750

**3.11.3 Operación.** Antes de iniciar cualquier operación, es conveniente chequear visualmente el estado de las herramientas, equipos, líneas, válvulas, etc. Dar un recorrido general buscando siempre condiciones inseguras o anormales, estar en constante comunicación con el auxiliar encargado de los tanques para coordinar el llenado de los carrotanques y tener así un control de la cantidad de crudo que fue despachado.

### Liquidación, Fiscalización y Venta

#### MANEJO DE TANQUES

- Determinar la capacidad que tiene el tanque para recibir.

- Alinear las válvulas anteriores a la entrada del tanque.
- Conocer cuál es la capacidad de almacenamiento de la línea y el aforo de los tanques para saber exactamente cuando se debe parar el bombeo sin causar derrames; para controlar el llenado de los tanques sin causar derrames se cuenta con la facilidad de una alarma que opera por aire y emite un sonido cuando el tanque llega hasta un nivel específico ya que generalmente para los tanques horizontales el bombeo debe parar cuando el tanque lleve aproximadamente 260cm.
- Los tanques horizontales deben dejarse con una medida de 280cm.
- Registrar el nivel de fluido en el tanque antes y después del bombeo para conocer el volumen de fluido bombeado.
- Tomar una muestra de crudo, ya sea en el tanque de almacenamiento o en los carro tanques, para llevarla al laboratorio. En el laboratorio se debe supervisar la realización de los diferentes análisis de laboratorio tales como: BS&W, Contenido de Sal y Gravedad API.
- Diligenciar los formatos o “sábanas” del departamento de producción que se describen a continuación:
  - **Formato 1:** Informe Diario Medida de Tanques. En el espacio correspondiente al tanque deben diligenciarse los siguientes datos: Hora, Medida, Temperatura °F, Observaciones. Estos datos deben registrarse antes y después del bombeo.
  - **Formato 2:** Liquidación de Tanque. Los datos que se deben registrar allí son: Tanque, Hora, Medida, Temperatura Tanque, BSW, Temperatura Análisis, API, API@60°F, Contenido de Sal. Los datos correspondientes al análisis (a partir de BSW) deben quedar registrados en el laboratorio. Por seguridad, en el laboratorio se deja una contramuestra del crudo.
- Corroborar con el Departamento de Estadísticas de ECOPETROL Araguaey y Campo Santiago PERENCO, las medidas registradas.
- Tramitar las respectivas aprobaciones de liquidación y ventas ante el coordinador del departamento de producción de ECOPETROL Araguaey y Campo Santiago PERENCO y cierre mensual de ventas.
- Enviar el formato de ventas junto con las formas del Ministerio de Minas, a las oficinas de EMERALD ENERGY Plc, SUCURSAL COLOMBIA.

### **Medición de tanques**

- Usar cinta o regleta en buen estado.
- Ubicarse firmemente sobre el tanque.

- Conectar el polo a tierra o en su defecto desenvolver la cinta rozando la boquilla de la escotilla, hasta que haga contacto con el aceite.
- Seguir desenvolviendo lentamente hasta que la plomada toque el fondo del tanque.
- Recoger la cinta, observar, limpiar y dejarla lista para la otra medida.

### **CARGUE DE CARROTANQUES**

- Dar el turno e informar al operador del vehículo.
- Pedir toda la documentación requerida para poder comenzar la labor.
- En compañía del conductor del vehículo, verificar toda la información suministrada y realizar una inspección rápida del estado en que se encuentra.
- Colocar el vehículo en la rampa de cargue.
- Colocar adecuadamente el polo a tierra.
- Una vez finalizado el punto anterior, verificar si el conductor tiene los implementos de seguridad necesarios para abrir las escotillas, cortinas y desfogues del carrotanque.
- Colocar el acople de llenado al carrotanque.
- Conectar la manguera.
- Alinear válvulas de entrada al carrotanque junto con las válvulas colocadas a la succión del tanque.
- Encender la bomba respectiva y permanecer atento al llenado del carrotanque siempre predispuesto para que al momento de cualquier eventualidad, pueda apagar rápidamente la bomba.
- Durante el cargue el conductor debe permanecer encima del carro pendiente del llenado.
- Esta completamente prohibido que el motor del carro este prendido durante el llenado.
- Una vez llenado el carrotanque, verificar que las cortinas, escotillas y desfogues queden bien cerrados.
- Colocar los respectivos sellos de seguridad.
- Después de llenado el carrotanque cerrar su válvula, drenar la manguera, quitar el acople y desconectar el polo a tierra.
- Diligenciar la documentación y dar orden de retiro al carrotanque.
- Limpiar todo el sitio.

## **Mantenimiento de los Equipos**

El mantenimiento de bombas centrifugas, motores, tanques, válvulas y líneas, se realiza de igual forma como se ha mencionado anteriormente.

### **3.11.4 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes, arnés, gafas).
- No fumar en el área de recepción, ni hacer trabajos en caliente sin antes tramitar el permiso de trabajo correspondiente.
- Tener pendiente el manual de procedimientos en la apertura y cerrada de válvulas.
- No confiar en el correcto funcionamiento de la alarma, ya que esta puede fallar por razones ajenas a la operación y crear un derrame si no se esta revisando visualmente el llenado de los tanques.
- Tener cuidado al momento de usar las escaleras.
- Esta completamente prohibido que el motor del carro este prendido durante el llenado.
- Colocar los respectivos sellos de seguridad una vez ha finalizado el llenado del carro tanque.
- Garantizar una buena iluminación si la operación se realiza de noche.
- Tener datos de resistencia a la presión de los carrotanques y los tanques.
- No se permite la movilización de más de un vehículo al mismo tiempo en el área.
- No dejar caer aceite en la parte superior de los tanques horizontales especialmente.
- Asegurarse siempre de colocar los cables polo a tierra.
- No permitir personas dentro del carro al momento del llenado.
- Siempre que un carro tanque vaya a ser cargado por primera vez, debe ser aforado su volumen.

**3.11.5 Imágenes Fotográficas**

**FOTO 24.**

**CENTRIFUGA MANIFOLD CARGADERO**



**FOTO 25. CARGADERO**

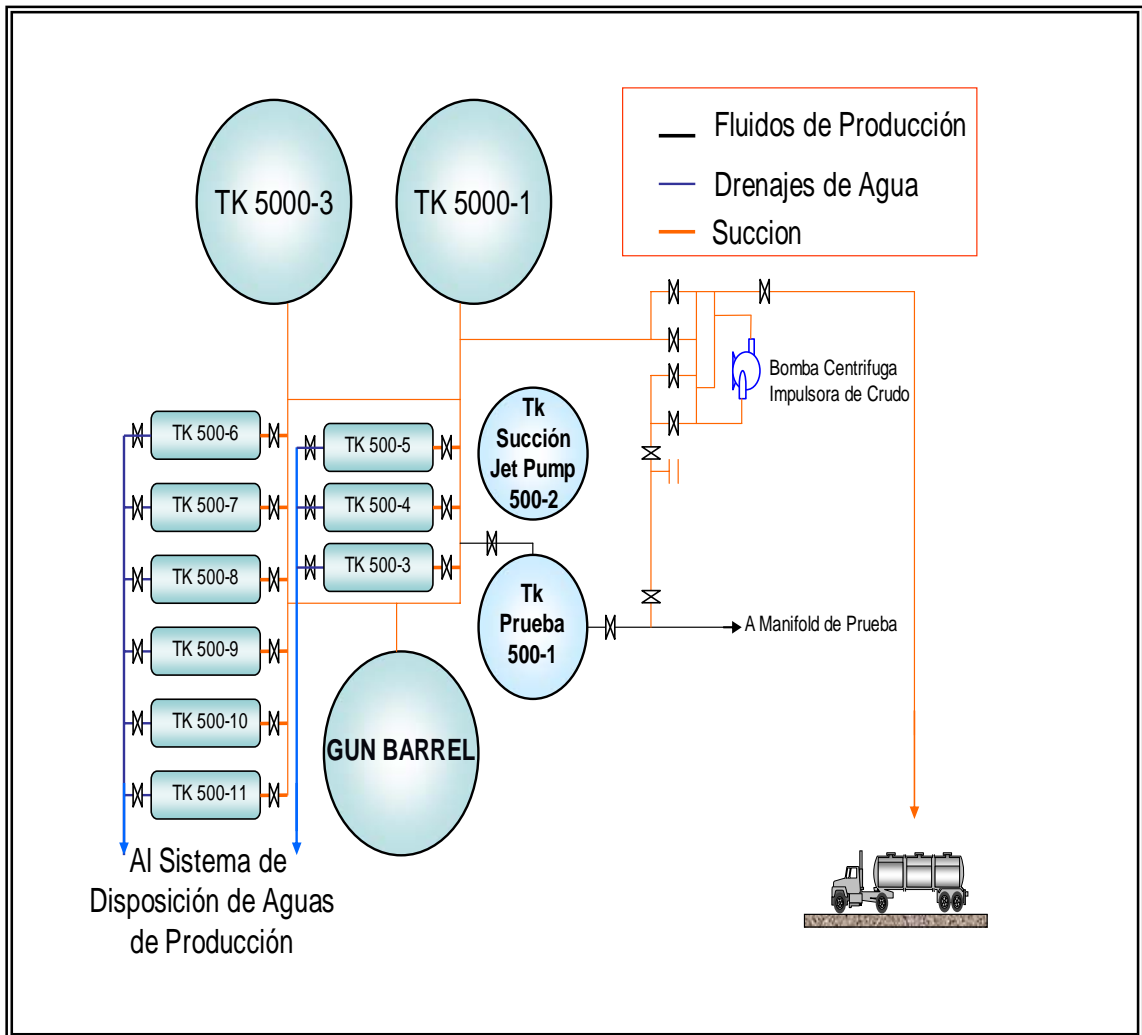


**FOTO 26. MANIFOLD CARGADERO**



### 3.11.6 Diagrama Cargue De Carrotanques

FIGURA 16. DIAGRAMA CARGUE DE CARROTANQUES



Elaborado por: el Autor

### 3.12 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

#### Objetivo

Abastecer de agua potable a la estación para las necesidades del campamento, valiéndose del agua suministrada un pozo profundo perforado en le mismo campo.

**3.12.1 Descripción del Proceso.** El agua necesaria para las actividades diarias de la estación en general y más específicamente del campamento (baños, casino, riego, etc), es tratada en una planta de tratamiento de agua potable con capacidad para tratar entre 0.5 y 1 Lps Provista de un Sistema de Aireación, Floculación Abierta de alta rata, sistema de Filtración, Pulimento y Desinfección.

El agua proveniente del pozo es impulsada con la electro bomba de pozo profundo hacia la PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POBLE (P.T.A.P) a través de tubería pvc. presión de 1 1/2" de diámetro, en su paso a la Torre de Aireación un Dosificador tipo arrastre, localizado en Línea, adiciona una dosis de cloro ( Precloracion ) buscando que reaccione con el Hierro presente en el agua y otros elementos que causan acidez al agua y así facilitar el efecto de oxidación y posterior precipitación, además de generar un distribución, en la torre tiene contacto con el Carbón Coke, elemento que adsorbe algunos elementos presentes, el agua desciende sobre las Bandejas hasta el cono de algunos elementos presentes, el agua desciende sobre las Bandejas hasta el cono de dosificador ,seguidamente el agua cae al compartimiento 1 del Tanque Floculador, en este lugar se presenta una Mezcla lenta de agua con los productos químicos adicionados, dando un tiempo de retención para que el Floculante (Sulfato de Aluminio) haga su trabajo y se forme un Floc con suficiente consistencia para que sea sedimentado en el compartimiento 2 del tanque floculador, con ayuda de dispositivos que aceleran la sedimentación ( Paneles de Sedimentación) , allí con un tiempo de retención adicional se tanque floculador, el agua pasa de este al compartimiento 3 del tanque denominado de espera que el sedimento presente en agua precipite al fondo del compartimiento 2 del Agua Clarificada, esta es Bombeada hasta el Filtro Pulidor 1 , allí ingresa de forma descendente y pasa a través de un lecho de arena Sílice malla 8 :30 y 20:30 que le permite filtrar y retener sólidos que no fueron sedimentados en el anterior tanque, el filtro esta provisto de válvulas de seis vías tipo Mult. Port con capacidad 70 lbs, que permite hacer los

correspondientes retrolavados con la presión y caudal de la electro bomba de filtración. Seguidamente el agua pasa a un Segundo filtro denominado Desolorizador el cual esta provisto de una carga de Carbón Activado Granular BKK 2000 malla 8x30 el cual con su poder de adsorción retiene elementos que proporcionan color y olor desagradable al agua. Una vez el agua Tratada es conducida el tanque de almacenamiento plástico con una capacidad de 2000 lts. Posteriormente mediante un mecanismo de presión constante, un hidroacumulador de capacidad 60 lts , mantiene agua tratada para consumo humano en todos los puntos de entrega ( Ducha, Sanitarios, Casinos e,t,c) a una presión aproximada de 25 lb.

Es importante tener en cuenta que aunque al agua se le realiza el tratamiento ya descrito, esta no es apta para el consumo humano.

### 3.12.2 Características Técnicas

#### **BOMBA**

<b>Marca:</b>	IHM
<b>Modelo:</b>	1" x 1
<b>Succión:</b>	1 ½
<b>Descarga:</b>	1 ½

#### **MOTOR**

<b>Marca:</b>	Siemens
<b>HP:</b>	2
<b>Voltios:</b>	220
<b>Tipo:</b>	Bifásico
<b>RPM:</b>	3460

**Mantenimiento de los Equipos.** Como a todo sistema de tratamiento, es necesario que periódicamente se le realice un mantenimiento preventivo dependiendo de su operación y del caudal de agua que maneje, por esta razón se recomienda que:

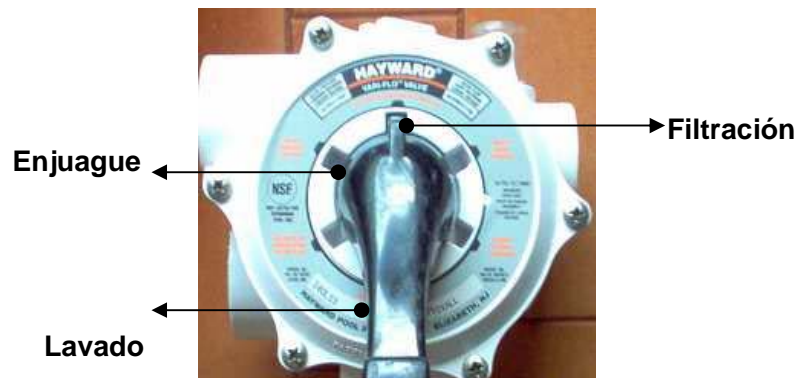
**Lavado Tanque Floculador y Sedimentador.** En este tanque se lleva acabo la mayor precipitación de sólidos decantables, y por consiguiente se generan grandes cantidades de lodo en la parte inferior del tanque, por eso es necesaria la evacuación de lodos DIARIAMENTE, evitando así acumulación de este y la afectación a la calidad del agua.

Esta operación se realiza abriendo las válvulas ubicadas en la parte inferior del tanque

**Lavado Filtros Pulidor y Desolorizador.** Para el mantenimiento preventivo de los Dos Filtros es necesario realizar la siguiente Operación de válvulas, teniendo en cuenta que se hace con la Electro bomba instalada para la operación de Filtración, es decir que; Succiona agua clarificada desde el Compartimiento 3 del Tanque de Floculación y la impulsa a cada uno de los filtros en sentido descendente, de acuerdo a la posición de la válvula multiport.

**Frecuencia:** Dos Veces por Dia. 2 Lavado / Dia

**FIGURA 17. VALVULA DE LAVADO DE FILTROS**



**TABLA 02. TABLA POSICIÓN VALVULAS DE LAVADO**

TABLA POSICIÓN VÁLVULAS		
LAVADOS DE	VALVULA FILTRO 1	VALVULA FILTRO 2
FILTRO 1	LAVADO -ENJUAGUE	FILTRADO
FILTRO 2	FILTRADO	LAVADO -ENJUAGUE

**El procedimiento a seguir es el siguiente, para el lavado del Filtro 01.**

#### **Para el Filtro 1**

- Apagar todo el sistema desde la caja de control Automatico
- La válvula Multiport del filtro 1 deberá colocarse en la opción de Lavado.
- Girar a la posición Mecánico la perilla del la “Electro bomba Filtros” en la caja de Control Automático, por un periodo de 3 min.
- Observar la calidad del agua en el Visor de la Válvula Multiport.
- La válvula Multiport del filtro 2 deberá colocarse en la opción de Filtrado.
- Girar a la posición Apagado la perilla del la “Electro bomba Filtros” en la caja de Control Automático.
- Colocar la válvula del filtro 1 en la opción de Enjuague.
- Girar a la posición Mecánico la perilla del la “Electro bomba Filtros” en la caja de Control Automático, por un periodo de 3 min.
- Observar la calidad del agua en el Visor de la Válvula Multiport.
- Girar a la posición Apagado la perilla del la “Electro bomba Filtros” en la caja de Control Automático.

El proceso deberá ser igual para los filtros restantes, teniendo en cuenta la posición de cada una de sus válvulas, como se indica en tabla.

#### **DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

En cuanto a la dosificación de los productos Químicos se deberá realizar de la siguiente manera:

### **Dosificación De Sulfato De Aluminio**

Operación:	Floculación
Producto:	Sulfato De Aluminio Tipo A
Comercial:	Bultos X 25 Kg
Presentación:	Granulado
Dosis:	32 Onzas

**Preparación:** Tomar en un recipiente 5 litros de agua, y agregar los 32 TREINTA Y DOS ONZAS de Sulfato de Aluminio, mezclar hasta diluir completamente y homogenizar la solución, verter lentamente la solución al tanque de dosificación.

**DIARIAMENTE** se recomienda al operario verificar el nivel de solución en el tanque de mezcla, a fin de garantizar la calidad del proceso de potabilización.

### **Dosificación De Soda Caustica**

Operación:	Floculación
Producto:	Soda Caustica
Comercial:	Envasado X 12 Kg
Presentación:	Granulado
Dosis:	8 Onzas

**Preparación:** Tomar en un recipiente 5 litros de agua, y agregar los 8 ONZAS de Soda, mezclar hasta diluir completamente y homogenizar la solución, verter lentamente la solución al tanque de dosificación.

**DIARIAMENTE** se recomienda al operario verificar el nivel de solución en el tanque de mezcla, a fin de garantizar la calidad del proceso de potabilización.

**Graduación del Dosificador:** Como se mencionó anteriormente el rota-metro de la Bomba dosificadora eléctrica instalado es de Tipo Mecánico, de aplicación en línea, y la graduación de la dosis a aplicar se efectúa mediante la manipulación de la manecilla, se recomienda que su manipulación obedezca únicamente a cambios bruscos de las características del agua a tratar, y bajo la estricta supervisión de un profesional.

### **Dosificación De Hipoclorito De Calcio**

Operación: Desinfección  
Producto: Hipoclorito De Calcio  
Comercial: 250 Gramos  
Presentación: Pastillas  
Dosis: Una ( 1) Pastilla

**Preparación:** El procedimiento a efectuar implica únicamente el reemplazo de la pastilla al interior del Dosificador de Cloro.

**Graduación del Dosificador:** La manecilla del dosificador deberá mantenerse en el indicador 1 De esta forma se garantiza la cantidad de cloro necesaria para una buena desinfección y una adecuada concentración de cloro residual, además de obtener un efecto optimo en la Precoloración como proceso de oxidación de elementos como hierro, se recomienda que su manipulación obedezca únicamente a cambios bruscos de las características del agua a tratar, y bajo la estricta supervisión de un profesional.

**Nota;** de acuerdo a las condiciones de operación de la planta, la pastilla perdura 20 días, aproximadamente

### **3.12.3 Normas De Seguridad**

- Utilización de los elementos de seguridad en esta área (casco, botas, guantes)
- Tener pendiente el manual de procedimientos en la apertura y cierre de válvulas.
- La bomba solo debe ser manejada por el operador de bomba o en su defecto por el electromecánico.

## 4. PROBLEMAS Y SOLUCIONES QUE SE PRESENTAN EN LOS EQUIPOS

### INTRODUCCION

En este capitulo se tratarán las fallas más frecuentes que se presentan en los equipos que conforman los sistemas anteriormente descritos. Para dar un diagnostico acertado de la apariencia que presentan los equipos, los sistemas se dividirán en áreas para una mejor investigación del problema. El análisis se desarrolla de la siguiente forma:

- Falla
- Apariencia
- Causa
- Efectos
- Responsable
- Acción
- Prevención.

De acuerdo a este formato se trataran todos los problemas.

#### 4.1 SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO

**Falla:** *Mal sello en los pistones*

**Apariencia:** - Fuga de crudo.

**Causas:** - Desgaste normal de los sellos por uso.  
- Desgaste por inadecuado mantenimiento.  
- Sellos tostados por elevadas temperaturas en los pistones.

**Efectos:** - Derrame de crudo.  
- Parar la inyección.

- Responsable:** - Temperaturas elevadas en los pistones.  
- Falta de mantenimiento e inspección de la bomba.  
- Operador de la bomba de inyección.  
- Calidad de fábrica del material.
- Acciones** - Apagar el motor con el botón de apagado de emergencia.  
- Bajar el cloche para liberar la bomba del motor.  
- Reemplazar los sellos por unos nuevos.  
- Normalizar el proceso, una vez se ha hecho la prueba hidrostática y se comprueba el éxito del procedimiento.
- Prevención:** - Realizar mantenimiento preventivo a la bomba y al motor  
- Hacer seguimiento permanente a los equipos y sus instalaciones.  
- Exigir repuestos originales para las reparaciones.

**Falla:** *Presión elevada en la descarga.*

- Apariencia:** - La bomba está apagada.  
- Caída en la rata de producción.
- Causa:** - Obstrucción en la línea de descarga
- Efectos:** - Parar la inyección.
- Responsable:** - Válvulas cerradas en la línea de descarga  
- Fluido motriz sucio.  
- Operador de producción.  
- Operador de la bomba.
- Acciones:** - Revisar las válvulas de la línea de descarga y comprobar que todas se encuentren abiertas.  
- Revisar la línea de descarga si la sobrepresión se produjo por algún objeto que se encontraba obstruyendo la línea, para identificar dicho objeto y removerlo.  
- Cambiar la línea de descarga si es imposible remover la obstrucción.
- Prevención:** - Revisión constante del funcionamiento de la bomba (presión, temperatura del motor).  
- Mantenimiento y revisión de las válvulas.

**Falla:** *Elevada Temperatura del Motor.*

**Apariencia:** - La bomba está apagada.

- Caída en la rata de producción

**Causa:** - El ventilador del motor no funciona.

- Líneas de refrigeración del motor rotas y por consiguiente fuga del refrigerante.

**Efectos:** - Sobrecalentamiento del motor.

- Se suspende la inyección.

**Responsable:** - Mal estado de las líneas de conducción del refrigerante (tostadas y/o rotas).

- Operador de la bomba.

- Mantenimiento inadecuado de las partes del motor (para este caso del ventilador en particular).

**Acciones:** - Cambiar las líneas o mangueras de refrigeración del motor.

- Suministrar de nuevo refrigerante al motor.

- Si el daño se produjo en el ventilador, reparar el mismo y si no es posible reemplazarlo por uno nuevo.

- Setear de nuevo el apagado del motor por elevada temperatura

**Prevención:** - Revisar diariamente el estado del motor y la bomba y asegurarse de que no se presenta ningún tipo de fuga.

- Realizar el respectivo mantenimiento a la bomba y al motor de acuerdo con el programa de mantenimientos establecidos para cada equipo.

- Revisar diariamente los niveles de líquido refrigerante del motor.

**IMPORTANTE:** El motor no tiene sistema de apagado (shutdown) por bajo nivel de aceite, por tanto es necesario chequear diariamente los niveles de aceite del motor y la bomba y tomar las medidas correctivas necesarias.

## 4.2 SISTEMA DE RECEPCION DE FLUIDOS

**Falla:** *Ruptura en la línea*

**Apariencia:** - Fuga de crudo.

**Causas:** - Desgaste del material por corrosión.  
- Desgaste por inadecuado mantenimiento.  
- Desgaste normal por uso.  
- Sobrepresión por operación inadecuada.  
- Fuerte golpe

**Efectos:** - Derrame de crudo.  
- Parar la producción  
- Cierre de la línea

**Responsable:** - Falta de mantenimiento e inspección de la línea.  
- Operador de producción de la estación  
- Calidad de fábrica del material.

**Acciones** - Parar el pozo y despresurizar la línea.  
- Parar la inyección.  
- Realizar el respectivo arreglo.  
- Normalizar el proceso, una vez se ha hecho la prueba hidrostática y se comprueba el éxito del procedimiento.

**Prevención:** - Hacer seguimiento permanente a los equipos y sus instalaciones.  
- Pedir especificaciones del material de la tubería.  
- Inyectar inhibidores de corrosión en la línea y medir niveles de corrosión.  
- Poner recubrimientos especiales si está en contacto con suelos muy corrosivos, o si es un tramo nuevo en contacto con uno viejo.  
- Verificar el procedimiento para la operación en cuanto a cierre y apertura de válvulas.  
- Evitar esfuerzos repetitivos sobre la línea.

**Falla:** *Paso de fluido por la línea con las válvulas cerradas.*

**Apariencia:** - Evidencia del paso de fluidos (temperatura y ruido) por la línea con válvulas cerradas.

- Causa:**
  - Indicios de presión en los manómetros.
  - Mal sello de las válvulas.
  - Choke desgastado.
  
- Efectos:**
  - Control inadecuado del pozo en un momento crítico.
  - Protección inadecuada para el separador.
- Responsable:**
  - Mal sello de la válvula por desgaste del asiento o la compuerta.
  - Válvula pegada, problemas del material.
  - Objetos extraños en el asiento de la válvula.
  - Material abrasivo que ha limado el diámetro del choque.
- Acciones:**
  - Revisar las válvulas por dentro para evitar residuos.
  - Cambiar la válvula.
  - Inyectar inhibidor de incrustaciones y corrosión.
  - Cambiar la aguja del choque ajustable.
- Prevención:**
  - Engrase periódico de las válvulas.
  - Mantenimiento y revisión de las válvulas.

#### 4.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS

**Falla:** *Alta o baja cantidad de químico inyectado.*

- Apariencia:**
  - Registro con el indicador de nivel del tanque contenedor.
- Causas:**
  - Cheques de la bomba en mal estado.
- Efecto:**
  - Crudo fuera de especificaciones.
- Responsable:**
  - Compañía contratista.
  - Operador de la estación.
  - Características del químico inyectado.
- Acciones:**
  - Revisar las condiciones de operación de la bomba de inyección.
  - Revisar el estado mecánico de las bombas de inyección.
  - Trabajar con bombas de material compatible con el químico.

**Falla:** *Alta o baja presión de descarga de la bomba.*

**Apariencia:**

- No hay inyección de químicos.
- Ruptura de línea inyectora de químico.

**Causa:**

- Que la presión en la tubería del pozo se suba y presione la bomba.
- Posible daño en la bomba.
- Descarga de la bomba o cualquier parte de la línea de descarga de químico obstruida.

**Efecto:**

- Crudo fuera de las especificaciones.

**Responsable:**

- Condiciones de operación.
- Compañía contratista.
- Operador de la estación.
- Características del químico inyectado.
- Química sucia o pasada.

**Acciones:**

- Revisar el cheque de descarga de la bomba de inyección y el cheque en la línea de descarga.
- Revisar el estado mecánico de la bomba de inyección.
- Hacer mantenimiento constante a la bomba.
- Exigir mejor calidad de químico.

**Falla:** *Baja calidad del químico.*

**Apariencia:**

- Crudo fuera de las especificaciones requeridas para venta.

**Causa:**

- Cambio en las condiciones de producción.
- Lote de químico pasado.
- Química almacenada en condiciones inapropiadas.
- Descuidos en su manipulación.

**Efecto:**

- Crudo fuera de las especificaciones.

**Responsable:**

- Compañía contratista.
- Químico de baja calidad.
- Condiciones de operación.

- Acción:** - Si es posible hacer nuevamente pruebas de botella y de campo.
- Prevención:** - Exigir las características técnicas del lote de químico recibido.

**Falla:** *Cheques de la bomba en mal estado.*

- Apariencia:** - Irregularidades en el volumen de químico inyectado por la bomba.
- Causa:** - Desgaste natural del dispositivo.  
- Obstrucción por contaminantes arrastrados por la química.  
- Corrosión por incompatibilidad del material con el químico.
- Efecto:** - Crudo fuera de las especificaciones.
- Responsable:** - Operador de la estación.  
- Compañía contratista.  
- Calidad del crudo.  
- Calidad del dispositivo.
- Acciones:** - Chequear permanentemente que la bomba este desplazando químico conforme a lo preestablecido.  
- Controlar la calidad del químico.  
- Realizar mantenimiento preventivo constantemente a la bomba y sus accesorios.  
- Verificar las condiciones de operación de la bomba y sus accesorios.

**Falla:** *Parada de la bomba de inyección de químicos.*

- Apariencia:** - Se deja de escuchar el ruido característico de funcionamiento de las bombas.  
- Se interrumpe el proceso de inyección.
- Causa:** - Parada inesperada del compresor que suministra aire al sistema neumático de la bomba.  
- Parada inesperada de los generadores eléctricos  
- Ruptura u obstrucción de la línea que suministra aire la bomba.

- Fallas mecánicas de la bomba.
- Efecto:** - Crudo fuera de especificaciones.
- Responsable:** - Operador de los generadores.
- Operador del compresor.
- Operador de la estación.
- Compañía contratista.
- Acciones:** - Revisar si el compresor esta en funcionamiento.
- Verificar el suministro de energía a los compresores.
- Revisar que la línea de suministro de aire este en buenas condiciones.
- Prevención:** - Mantenimiento preventivo de la bomba y líneas de suministro de aire.
- Exigir un buen mantenimiento del compresor y sistema eléctrico.

#### 4.4 SISTEMA DE CALENTAMIENTO EN EL GUN BARREL

**Falla:** *No hay señalización en el panel de control de la caldera.*

- Apariencia:** - No hay iluminación.
- Causas:** - Breaker en la parte interna del tablero está disparado o fuera de servicio.
- Fusibles de control fundidos.
- Problemas en la acometida para recibir energía del generador eléctrico.
- Efectos:** - Caldera no enciende.
- Soplador no arranca.
- Crudo fuera de especificaciones.
- Responsable:** - Operador de la caldera.
- Técnico electricista.
- Acciones:** - Verificar la posición del breaker en ON.
- Verificar y cambiar fusibles (verificar causa del daño en los fusibles) verificar la alimentación proveniente del generador eléctrico.
- Verificar un buen sello en el quemador.
- Prevención:** - Constatar que siempre llegue energía a la caldera.
- Realizar mantenimiento eléctrico periódico

**Falla:** *El soplador arranca, el piloto enciende pero no hay llama.*

**Apariencia:** - Temperatura baja en la caldera.

**Causas:** - El regulador de crudo a la entrada de la caldera no esta ajustado apropiadamente; está permitiendo mucho o poco flujo de combustible.  
- Válvula manual de control de crudo esta cerrada o abierta de forma inadecuada.  
- Fotocelda defectuosa o con el lente sucio

**Efectos:** - Desciende la temperatura del crudo.  
- Crudo fuera de especificaciones.

**Responsable:** - Operador de la caldera.

**Acciones:** - Ajustar el regulador de crudo de tal manera que permita una presión de entrada de 100 psi.  
- Abrir la válvula manual de entrada de crudo si se encuentra cerrada.

**Prevención:** - Revisar constantemente que este entrando crudo a la caldera.  
- Mantener limpio el lente de la Fotocelda.

**Falla:** *Soplador arranca pero el piloto no enciende.*

**Apariencia:** - Caldera no enciende.

**Causas:** - Problemas en el transformador (el transformador a la entrada de la caldera, recibe por el primario 110 V en corriente alterna y por el secundario saca 10.000 V en corriente alterna; este voltaje tan alto al pasar por los electrodos genera una chispa que iniciará la combustión).  
- Electrodo sucios o carbonatados.  
- Electrodo muy separados.  
- No llega crudo al piloto.  
- No hay suficiente presión de crudo para encender el piloto.

**Efecto:** - Crudo fuera de las especificaciones.  
- Disminuye la temperatura en el Gun Barrel

**Responsable:** - Operador de la caldera.  
- Técnico electricista.

**Acciones:** - Limpiar los electrodos y cambiarlos si es necesario.  
- Asegurar que la válvula manual de entrada de crudo este abierta.

- Verificar que haya presión de crudo a la entrada de la válvula piloto.
- Verificar que el regulador no este atascado.
- Verificar la salida del transformador y cambiarlo si es necesario.
- Verificar el suministro de energía al transformador.

**Previsiones:** - Verificar continuamente que exista suministro de crudo.  
 - Verificar la chispa de ignición.

**Falla:** ***Drástica caída de presión en el proceso.***

**Apariencia:** - Llama de la caldera apagada.

**Causa:** - Falta de aceite térmico en el proceso.  
 - Línea de circulación de aceite térmico aireada.  
 - Línea de circulación de aceite térmico rota.

**Efecto:** - Caldera apagada.  
 - Crudo fuera de las especificaciones.

**Responsable:** - Operador de la caldera.

**Acciones:** - Revisar constantemente el nivel de aceite en el tanque de almacenamiento.  
 - Verificar que no existan fugas en la línea.  
 - Revisar la bomba de recirculación de aceite térmico.

**Previsiones:** - Verificar que el indicador de nivel este funcionando correctamente.  
 - Hacer mantenimiento de líneas previniendo corrosión.  
 - Controlar diariamente los niveles de aceite térmico en el tanque.  
 - Realizar un programa de mantenimiento para la bomba centrífuga encargada de recircular el aceite térmico.

**Falla:** ***Aumento de temperatura en el proceso.***

**Apariencia:** - Llama de la caldera apagada.

**Causa:** - Válvula reguladora de paso de crudo desajustada, permitiendo excesivo flujo crudo a la entrada de la caldera.  
 - Válvula de control manual totalmente abierta.

**Efecto:** - Caldera apagada por sobre temperatura (la temperatura no debe exceder los 160°C)  
 - Crudo fuera de las especificaciones.

- Responsable:** - Operador de la caldera.
- Acciones:** - Revisar temperatura de salida del aceite de la caldera.  
- Ajustar el paso de crudo por la válvula reguladora de flujo.  
- Ajustar regulación con la válvula de control manual.
- Previsiones:** - Verificar constantemente la temperatura del aceite de salida de la caldera.  
- Controlar diariamente los niveles de aceite térmico en el tanque.  
- Realizar mantenimiento de la válvula controladora de flujo periódicamente.  
- Estar pendiente constantemente del tamaño que presente la llama en el interior de la caldera.

**Falla:** ***Rebose de aceite térmico del tanque de almacenamiento.***

- Apariencia:** - Niveles de aceite bajos.  
- Aceite goteando por el techo de la caldera.  
- Charcos de aceite en el suelo.
- Causa:** - Arranque de la caldera de una manera acelerada, con cambios de temperatura muy bruscos.  
- Expansión volumétrica del aceite por aumento de temperatura.
- Efecto:** - Disminución de temperatura en los gun barrels.  
- Apagado automático de la caldera.  
- Crudo fuera de las especificaciones.
- Responsable:** - Operador de la caldera.
- Acciones:** - Bajar la temperatura de la caldera usando las válvulas reguladoras de flujo de crudo  
- Si es necesario apagar la caldera.  
- Evaluar y reparar los daños realizados.  
- Llenar nuevamente el tanque dispensador de aceite.  
- Arrancar la caldera con el cuidado respectivo.
- Previsiones:**
- Realizar la arrancada de la caldera lentamente, buscando incrementos paulatinos de temperatura.

- Llenar el tanque almacenador de aceite máximo hasta dos centímetros por debajo del límite máximo para garantizar que al expandirse el aceite no se riegue.

**Falla:** *Disminución de temperatura en los Gun Barrels con tratamiento térmico.*

**Apariencia:** - Esta falla se refleja directamente en los termómetros de los Gun Barrels.

- Causa:**
- Caldera fuera de servicio.
  - Recirculación de crudo proveniente de los tanques de almacenamiento por alta cantidad de agua emulsionada (alto BSW).
  - Serpentes rotos en el interior de los Gun Barrels.
  - Colchón de agua drenado.
  - Un tanque rebosando mas que otro.

**Efecto:** - Crudo fuera de las especificaciones.

- Responsable:**
- Operador de la estación.
  - Compañía de servicios.
  - Operador de la caldera.

- Acciones:**
- Revisar el sistema de calentamiento del Gun Barrel y si es posible revisar los serpentines.
  - Ajustar los reboses de los tanques.
  - Instalar nuevamente el colchón de agua.
  - Aumentar la temperatura de la caldera.
  - Esperar a que se estabilice la temperatura.

**Previsiones:**

- Realizar mantenimiento preventivo a todo el sistema de calentamiento.
- Reponer el aislante térmico en las tuberías donde se haya removido.
- Drenar perfectamente los tanques de almacenamiento antes de hacer recirculación entre tanques y Gun Barrel
- Revisar constantemente los reboses.

**Falla:** *Fuga excesiva de aceite en la bomba de recirculación*

**Apariencia:** - Disminución de nivel en el tanque de almacenamiento de aceite.

- Goteo excesivo de la bomba.
- Causa:** - Prensaestopas de la bomba gastados.
- Efecto:** - Derrame de aceite en el lugar.
- Mal funcionamiento de la bomba de recirculación.
- Responsable:** - Operador de la estación.
- Operador de la caldera.
- Acciones:** - Apagar la caldera y dejar enfriar el aceite.
- Cambiar los prensaestopas de la bomba de recirculación
- Encender de nuevo el sistema de calentamiento.
- Revisar que no existan fugas en el sistema.
- Previsiones:** - Realizar mantenimiento preventivo a todo el sistema de calentamiento.
- Realizar un programa de mantenimiento para la bomba centrífuga encargada de recircular el aceite térmico.
- Controlar diariamente los niveles de aceite térmico en el tanque.
- La bomba de recirculación de aceite debe estar permanentemente en marcha. En caso de parada fortuita, revisar el protector térmico del guardamotor y medir amperios y voltaje.

#### 4.5 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO

**Falla:** *Alto o bajo nivel de fluidos en los tanques.*

- Apariencia:** - Sobre cupo o rebose en los tanques.
- Regueros en los tanques.
- Cavitación de la bomba que succiona el fluido.
- Causas:** - Error en el calculo del volumen del tanque que recibe.
- Válvula de succión o drenaje abierta o con paso.
- Efectos:** - Contaminación en la zona de tanques por derrames.
- Problemas en la bomba de succión por trabajar en vacío.
- Responsable:** - Operador de la estación.
- Acción:** - Cambiar el tanque lleno que recibe producción a otro que tenga capacidad.
- Calcular el volumen a entregar como indicador para suspender bombeo.
- Limpiar la contaminación.

- Previsiones:** - Revisión continúa del nivel en los tanques, utilizando la cinta de medición.
- Revisión del buen funcionamiento de las alarmas por alto o bajo nivel.
  - Monitorear permanentemente volúmenes a recibir y entregar.

**Falla:** *Rotura del tanque.*

**Apariencia:** - Fuga de crudo en el tanque.

- Causa:**
- Corrosión por pitting.
  - Ruptura de tanque por golpe.
  - Altas o muy bajas presiones dentro del tanque.

- Efecto:**
- Contaminación de las instalaciones.
  - Pérdida de crudo producido.
  - Riesgo potencial de incendio.

- Responsable:**
- Calidad del crudo que se bombea.
  - Operador de la estación.
  - Supervisor de la estación.

- Acciones:**
- Cambio de tanque.
  - Desocupar el tanque.
  - Destapar los man-holes para desgasificar.
  - Sacar sedimentos internos.
  - Lavar el interior del tanque.
  - Soldar platina en el lado afectado.
  - Tapar el tanque y hacer prueba hidrostática hasta un 80% del tanque con agua para verificar fugas.
  - Corregir fugas ajustando tortillería o con soldadura.

**Falla:** *Alto contenido de sedimentos en el fondo.*

**Apariencia:** - La cinta de medición no toca el fondo del tanque.

**Causas:** - Alto contenido de lodos y sedimentos.

- Efectos:**
- Recibir la producción en otro tanque.
  - Puede ocasionar problemas en la medición del tanque si esta se realiza de forma directa midiendo la profundidad del fondo a la superficie de líquido.

**Responsable:** - Calidad del crudo almacenado.

- Operador de la estación
- Supervisor de la estación.
- Acciones:**
  - Desocupar el tanque con la bomba de refuerzo.
  - Destapar man-holes para desgasificar.
  - Sacar sedimentos del fondo.
  - Lavar el fondo del tanque con jabón químico o con solventes.
  - Tapar el tanque y hacer prueba hidrostática.
- Previsiones:**
  - Realizar el mantenimiento cumplidamente.
  - Inyectar a los tanques inhibidores de parafina.
  - Evitar la caída de objetos al fondo del tanque por la escotilla.
  -

Cabe anotar que dada la inminente sedimentación de sólidos en el fondo de los tanques de almacenamiento, estos deben ser aforados por lo menos cada cinco años, habiendo realizado previamente un proceso de limpieza y remoción de residuos.

#### 4.6 SISTEMA CARGE DE CARROTANQUES

**Falla:** *Baja presión de succión de la bomba.*

**Apariencia:** - La bomba cavita.

**Causas:**

- Daños en la bomba de refuerzo.
- Bajo nivel en los tanques.
- Atascamiento en las líneas de succión de los tanques.

**Efecto:** - La bomba golpea por trabajar en vacío.

**Responsable:**

- Operador de la estación.
- Falta de mantenimiento de bombas.

**Acciones:**

- Disminuir las revoluciones por minuto de la bomba triplex, mínimo hasta 520 RPM.
- De ser necesario, parar la bomba de refuerzo y la bomba principal y hacer una revisión.
- Medir los tanques para parar el bombeo en su medida mínima de bombeo (40cm)

**Previsiones:** - Mantener la presión de succión de la bomba a una presión prudencial durante

el bombeo.

- Mantener las RPM de la bomba triplex entre 700 y 520 RPM.

**Falla:** ***Obstrucción de las líneas de succión y descarga de la bomba.***

**Apariencia:** - La bomba no succiona fluidos del tanque.

- Incremento en la presión de descarga.

**Causa:** - Objeto obstruyendo la línea (taponamiento).

**Efecto:** - Parar la(s) bomba(s) involucrada(s).

**Responsable:** - Operador de la estación.

- Recibir crudos sucios en los tanques.
- Dejar caer objetos extraños al tanque por la escotilla de medición.

**Acciones:** - Cerrar la válvula del tanque que va a la línea de succión de la bomba.

- Drenar líneas de succión y descarga de la bomba.
- Desarmar y buscar la causa del taponamiento.

**Previsiones:-** Tener cuidado de que no ingresen a los tanques objetos extraños a través de la escotilla.

- Hacer limpieza periódica a los tanques, para evitar la formación de sedimentos que pueden taponar las líneas.
- No meter a los tanques los residuos de los trabajos de workover.
- Instalar filtros de succión en la bomba.

**Falla:** ***Alta presión de descarga de la bomba***

**Apariencia:** - La bomba se sale por setting de presión de descarga.

**Causa:** - Taponamiento de la línea de descarga.

**Efecto:** - La bomba se apaga, el motor no aguanta con la carga.

**Responsable:** - Operador de la estación.

**Acciones:** - Parar la bomba

- Cuando se alivie presión, arrancar el bombeo nuevamente.

**Prevención:** - Estar revisando que la presión de descarga de la bomba centrífuga no suba demasiado.

**Falla:** *Ruptura en la línea de transferencia*

**Apariencia:** - Se inicia bombeo y no se recibe fluido en el cargadero carrotanques.

**Causa:** - Corrosión en la línea.  
- Altas presiones.

**Efecto:** - Derrame de crudo.  
- Pérdidas de crudo producido.  
- Contaminación Ambiental.

**Responsable:** - Operador de la estación.  
- Calidad del crudo bombeado.

**Acciones:** - Parar el bombeo.  
- Identificar la zona de fuga.  
- Aplicar el respectivo plan de contingencia para derrame de crudos.  
- Reparar la línea.  
- Continuar el bombeo.

**Prevención:** - Estar revisando constantemente la línea de transferencia.  
- Aplicar un programa de mantenimiento preventivo de la línea.

#### **4.7 SISTEMA NEUMATICO**

##### **DESCRIPCIÓN**

El sistema neumático, esta conformado esencialmente por los siguientes equipos:

- Compresores.
- Líneas de circulación de aire.
- Válvulas controladoras.
- Reguladores de presión.
- Cornetas (alarmas) de llamado de emergencia.

**Falla:** *El compresor no funciona.*

- Apariencia:** - No circula aire por las líneas
- Causa:** - Fallas mecánicas o eléctricas en los compresores o en los generadores.  
- Ruptura de una línea.  
- Taponamientos a la descarga del compresor.
- Efecto:** - Dejan de funcionar las alarmas neumáticas.  
- Dejan de funcionar las bombas encargadas de suministrar el tratamiento químico
- Responsable:** - Operador de la estación.
- Acciones:** - Revisar las líneas de descarga de aire y de circulación.  
- Revisar el estado eléctrico y mecánico del compresor.  
- Poner en funcionamiento el compresor de reserva.  
- Solucionar el inconveniente.
- Prevención:** - Revisión permanente y mantenimiento preventivo del compresor y las líneas.

**Falla:** *Línea rota o con fugas.*

- Apariencia:** - Cae la presión en los sistemas que alimentan el compresor.  
- Ruido ocasionado por el escape de aire de la línea.
- Causa:** - Corrosión en las líneas metálicas.  
- Mal estado de las mangueras para distribución a presiones bajas.  
- Falta de precaución al transitar en las instalaciones.  
- Falla en los switches de alta presión del compresor.
- Efecto:** - Daños en el compresor al no accionarse las protecciones (El compresor se encuentra seteado de 80 a 120psi).  
- Mal funcionamiento de los accesorios neumáticos.
- Responsable:** - Operadores de producción.
- Acción:** - Revisar el sistema de circulación de aire.  
- Tratar de by passed el daño.  
- Solucionar el inconveniente
- Prevenciones:** - Revisión permanente de los equipos.  
- Proteger las líneas metálicas de la corrosión.  
- Proteger de altas temperaturas las líneas de baja presión

**Falla:** *Aire con alta humedad.*

- Apariencia:** - Bloqueo de los accesorios neumáticos.  
 - Demasiado líquido drenado de los compresores y las líneas.  
 - Problemas de presión en las bombas de químico.
- Causa:** - Bajas temperaturas en el ambiente y alta humedad relativa.  
 - Problemas con el secador de aire.
- Efecto:** - Mal funcionamiento de los accesorios neumáticos.
- Responsable:** - Operadores de producción.
- Acción:** - Drenar el sistema de circulación de aire.  
 - Reparar el secador de aire.  
 - Limpiar y secar los instrumentos bloqueados internamente.
- Previsiones:** - Revisión permanente de los equipos.  
 - Colocar depuradores instrumentales de aire en la entrada de aire de los accesorios.  
 - Seguir el programa de mantenimiento que tenga diseñado el secador.

#### 4.8 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN

**Falla:** *Obstrucción en algún punto de la línea de drenaje.*

- Apariencia:** - La bomba de recirculación golpea al trabajar en vacío.
- Causas:** - Taponamiento de la línea por sólidos precipitados.  
 - Mala alineación de válvulas en la línea de succión de la bomba.
- Efecto:** - Cavitación de la bomba de recirculación.
- Responsable:** - Operador de la estación.  
 - Tratamiento químico deficiente.  
 - Objetos extraños en las líneas.
- Acciones:** - Cerciorarse del volumen del tanque que se pretende drenar.  
 - Rectificar la alineación de válvulas a la succión de la bomba.  
 - En caso de identificarse problemas de taponamiento, cerrar la válvula del tanque que va a la línea de succión de la bomba.  
 - Drenar líneas de succión y descarga de la bomba.  
 - Desarmar y buscar la causa del taponamiento.

- Previsiones:** - Evaluar constantemente el tratamiento químico.  
- Realizar un programa de mantenimiento preventivo a las líneas de drenaje.  
- Tener claro los pasos para realizar el proceso.

**Falla:** ***Obstrucción de la línea de descarga de la bomba de recirculación***

**Apariencia:** - Incremento en la presión de descarga de la bomba.

**Causa:** - Objeto obstruyendo la línea (taponamiento).

**Efecto:** - Fugas por los acoples y/o empaques.

**Responsable:** - Operador de la estación.  
- Recibir crudos sucios en los tanques.  
- Dejar caer objetos extraños al tanque por la escotilla de medición.

**Acciones:** - Apagar la bomba.  
- Cerrar la válvula del tanque que va a la línea de succión de la bomba.  
- Drenar líneas de succión y descarga de la bomba.  
- Desarmar y buscar la causa del taponamiento.

**Previsiones:-** Tener cuidado de que no ingresen a los tanques objetos extraños a través de la escotilla.  
- Hacer limpieza periódica a los tanques, para evitar la formación de sedimentos que pueden taponar.  
- No meter a los tanques los residuos de los trabajos de workover.  
- Instalar filtros de succión en la bomba.

**Falla:** ***Baja presión de succión de la bomba de recirculación.***

**Apariencia:** - La bomba golpea por trabajar en vacío.

**Causas:** - Daños en la bomba de recirculación.  
- Atascamiento en las líneas de succión de la bomba.

**Efecto:** - La bomba cavita.

**Responsable:** - Operador de la estación.  
- Falta de mantenimiento de la bomba.

**Acciones:** - Disminuir las revoluciones por minuto de la bomba.  
- De ser necesario, parar la bomba y hacer una revisión.  
- Revisar las líneas a la succión de la bomba para descartar o tomar medidas en caso de presentarse taponamiento.

**Prevención:** - Realizar mantenimiento preventivo a la bomba y a las líneas de drenaje.

**Falla:** ***Alta presión de descarga de bomba de recirculación***

**Apariencia:** - La bomba se sale por setting de presión de descarga.

**Causa:** - Taponamiento de la línea de descarga.

**Efecto:** - La bomba se apaga, el motor no aguanta con la carga.

**Responsable:** - Operador de la estación.

**Acciones:** - Parar la bomba

- Aliviar presiones

- Revisar la línea de descarga y tomar las medidas correspondientes en caso de presentarse taponamiento.

- Arrancar el bombeo nuevamente.

**Prevención:** - Estar revisando que la presión de descarga de la bomba no suba demasiado.

- Realizar mantenimiento preventivo a la línea de descarga.

**Falla:** ***Rotura de línea metálica o mangueras en el sistema***

**Apariencia:** - Fuga de crudo.

- Cavitación de la bomba, si la ruptura es en la línea de succión.

- Caída de presión en la descarga de la bomba.

**Causas:** - Desgaste del material por corrosión.

- Desgaste por inadecuado mantenimiento.

- Desgaste normal por uso.

- Sobrepresión por operación inadecuada.

- Fuerte golpe.

**Efecto:** - contaminación de las instalaciones.

- riesgo potencial de accidentes.

- incremento en los costos de producción.

**Responsable:** - Falta de mantenimiento e inspección de la línea.

- Calidad de fábrica del material.

- Operador de producción de la estación

**Acciones:** - Cerrar las válvulas de los tanques en recirculación

- Parar la bomba.

- Drenar las líneas.
  - Cambiar o reparar la línea afectada.
- Previsiones:**
- Hacer seguimiento permanente a los equipos y sus instalaciones.
  - Pedir especificaciones del material de la tubería.
  - Medir niveles de corrosión.
  - Poner recubrimientos especiales si la línea esta en contacto con suelos muy corrosivos, o si es un tramo nuevo en contacto con uno viejo.
  - Verificar el procedimiento para la operación en cuanto a cierre y apertura de válvulas.
  - Evitar esfuerzos repetitivos sobre la línea.
  - Evitar resquebrajamientos en las mangueras.

#### 4.9 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

**Falla:** *Filtros sucios o tapados.*

**Apariencia:** - Generador apagado.

**Causa:** - ACPM sucio.  
- Impurezas en el aire (Filtro del aire)

**Efecto:** - Inestabilidad en las RPM del generador.  
- Se apaga el generador.

**Responsable:** - Proveedor de ACPM.  
- Electro mecánico.

**Acciones:** - Cambiar el filtro.  
- Encender el generador

**Previsiones:** - Establecer y cumplir un programa de mantenimiento para los generadores.  
- Exigir al proveedor ACPM limpio y de buena calidad.

**Falla:** *Obstrucción de la línea de suministro de ACPM*

**Apariencia:** - Generador apagado.

**Causa:** - Objeto obstruyendo la línea (taponamiento)

- ACPM sucio.
- Residuos sólidos en los tanques de almacenamiento de combustible.
- Efecto:**
  - Inestabilidad en las RPM del generador.
  - Se apaga el generador.
- Responsable:**
  - Proveedor de ACPM.
  - Electro mecánico.
- Acciones:**
  - Cerrar la válvula de salida del tanque de almacenamiento de combustible.
  - Drenar la línea de suministro.
  - Desarmar y buscar la causa del taponamiento.
  - Encender el generador
- Previsiones:**
  - Exigir al proveedor ACPM limpio y de buena calidad.
  - Hacer limpieza periódica a los tanques, para evitar la formación de sedimentos que pueden taponar las líneas.

#### 4.10 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

**Falla:** *Alto nivel de crudo en el Skimmer*

- Apariencia:**
  - Las piscinas de desnatado. se ven completamente llenas de mancha
- Causa:**
  - Falta de recuperación en el skimmer
  - Mal drenado de los tanques permitiendo la salida de crudo de producción..
- Efecto:**
  - Falla en sistema inicial de tratamiento de agua por gran cantidad de crudo
  - Posible derrame por alto nivel del skimmer
- Responsable:**
  - Supervisor de la estación.
  - encargado de piscinas
- Acciones:**
  - Recuperar del skimmer..
  - Desnatar las piscinas.
  - Monitorear el drenado de tanques evitando el paso de crudo.
- Previsiones:**
  - Recuperar y revisar diariamente el estado del skimmer.
  - hacer mantenimiento preventivo a las válvulas de circulación de agua para evitar taponamientos y sobre volúmenes en el skimmer

**Falla:** *No hay suministro de agua a las torres*

- Apariencia:** - Las torres estan prendidas pero no tienen agua.  
 - Ruido característico inexistente.
- Causa:** - .La bomba centrífuga que la alimenta no succiona por trabajar en vacío
- Efecto:** - La bomba .cavita.  
 - Mal funcionamiento de la bomba de recirculación.
- Responsable:** - Operador de la estación.  
 - Encargado de las piscinas.
- Acciones:** - Destapar la bomba y llenar de agua el caracol para desplazar el aire.  
 - Poner la bomba en funcionamiento y descartar mas daños..  
 - Revisar la succión y descarga de la bomba para descartar taponamiento  
 - Encender de nuevo la torre de enfriamiento
- Previsiones:** - Realizar mantenimiento preventivo a todo el sistema de enfriamiento.  
 - Realizar un programa de mantenimiento para las bombas centrífugas encargadas de recircular el agua...

**Falla:** *Las torres no encienden*

- Apariencia:** - Las torres están apagadas.  
 - Ruido característico inexistente.
- Causa:** - .Los motores de los ventiladores no encienden  
 - Los paneles de control no funcionan  
 - Las
- Efecto:** - La bomba .cavita.  
 - Mal funcionamiento de la bomba de recirculación.
- Responsable:** - Operador de la estación.  
 - Encargado de las piscinas.
- Acciones:** - Revisar el sistema eléctrico para descartar daños  
 - Encender de nuevo la torre de enfriamiento
- Previsiones:** - Realizar mantenimiento preventivo a todo el sistema de enfriamiento.  
 - Realizar un programa de mantenimiento para las bombas centrífugas encargadas de recircular el agua...

## 5 PROCEDIMIENTOS

### Introducción

En este capítulo se presentan los procedimientos que se realizan en la operación de una estación, de manera segura, eficiente y las normas de medición existentes.

Los procedimientos se dividen en tres categorías:

- De medición y operación rutinaria en las instalaciones.
- De operación y sacada de línea de los equipos más comunes en el proceso de producción.
- De control de calidad de los fluidos en el laboratorio.

El análisis de cada procedimiento se desarrolla de la siguiente manera:

- Objetivo
- Recursos necesarios
- Tiempo empleado
- Frecuencia
- Precauciones
- Elementos de protección personal
- Procedimiento
- Reporte de trabajo

### 5.1 PROCEDIMIENTOS DE MEDICION Y OPERACIÓN RUTINARIA EN LA ESTACION

#### 5.1.1 Recorrido General de la Estación

**Objetivo:** Vigilar constantemente que las operaciones de recibo, inyección de químicos, almacenamiento y despacho de crudo, así como el tratamiento de aguas de producción y residuales.

## RECURSOS NECESARIOS

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operador "A" de turno; Operadores de producción "B" y Auxiliares de Producción.

## TIEMPO EMPLEADO

Aproximadamente 15 minutos, depende de la complejidad de las instalaciones.

## FRECUENCIA

La actividad se realiza cada hora.

## PRECAUCIONES

- Transitar siempre por las pasarelas.
- No fumar en las áreas de trabajo.
- Evitar la presencia de personas extrañas en el área.
- Utilizar los elementos de protección personal necesarios.

## ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

El operador de producción debe hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de cuero y protectores auditivos tipo copa, monogafas.

## PROCEDIMIENTO

- **Sistema de Bombeo Hidráulico**
  - Revisar que las bombas de inyección estén funcionando normalmente.
  - Monitorear constantemente la presión en la descarga y en la succión de las bombas.
  - Tomar muestras del crudo que se está inyectando para verificar sus propiedades (el fluido motriz debe estar libre de agua).
  - Monitorear las RPM de las bombas.

- **Área de Recepción de Fluidos**
  - Revisar frecuentemente las condiciones de operación en este punto.
  - Monitorear presión y temperatura.
  - Chequear el estado de las válvulas y líneas, para detectar posibles escapes y problemas de corrosión externa.
  
- **Área de Inyección de Químicos**
  - Supervisar el óptimo funcionamiento de los equipos de bombeo y revisar que no haya derrames.
  - Mantener las ratas de inyección de las bombas de químico sugeridas por el contratista.
  - Revisar los niveles de las canecas de almacenamiento de químico.
  
- **Área de Tratamiento Térmico**
  - Monitorear las temperaturas de los fluidos en la caldera y en los Gun Barrels.
  - Verificar que la caldera esté en funcionamiento.
  - Tomar muestras del fluido en los reboses de los Gun Barrels para conocer el BSW de entrada al tanque de almacenamiento.
  - Chequear las temperaturas de retorno y de salida de la caldera.
  
- **Área de Deshidratación por Asentamiento**
  - Chequear la ubicación del colchón de agua, procediendo a bajar la cinta de medición impregnada de una crema especial para identificar la altura del contacto agua-aceite.
  - Asegurarse que estén alineadas las válvulas de crudo entre la salida de los Gun Barrels y tanques de almacenamiento de crudo.
  - Alinear las líneas de drenaje de agua desde el Gun Barrel hasta el Skimmer.
  
- **Área de Almacenamiento**
  - Supervisar el nivel del tanque que recibe la producción.
  - Observar que la posición de las válvulas de los tanques sea la correcta, de acuerdo a la operación que se está realizando.
  - Vigilar el drenaje del colchón de agua acumulado en el fondo del tanque que está en reposo.

- **Área de Tratamiento de Aguas Residuales**
  - Supervisar los niveles de agua y aceite en los Skimmer.
  - Chequear las salidas de las piernas de agua de los Gun Barrels.
  - Revisar que el compartimiento de agua se mantenga sin manchas de crudo.
  - Supervisar el funcionamiento y nivel de las piscinas de oxidación.
  
- **Área de Depuración del Gas (Scrubber)**
  - Drenar las líneas del Scrubber
  
- **Área de Transferencia y Bombeo**
  - Verificar si el sistema se ha accionado y que el tanque que está listo para entregar haya sido medido, muestreado, determinado su BSW, gravedad API, contenido de sal, temperatura y fiscalizado el crudo a 60 °F.
  - Chequear el proceso de bombeo. Revisar que esté alineado el sistema de transferencia a la estación de cargue.
  - Vigilar el nivel de los tanques.
  
- **Sistema Neumático**
  - Verificar que el compresor se encuentre en funcionamiento.
  - Monitorear la presión del sistema.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar todo lo observado durante el turno de trabajo. En los formatos establecidos por la compañía se registran los datos observados en la operación.

### **5.1.2 Fiscalización de Tanques**

#### **Objetivo**

Determinar el volumen neto de crudo contenido en los tanques de almacenamiento, para la liquidación y venta de la producción de petróleo del campo.

## RECURSOS NECESARIOS

TABLA 03 FISCALIZACIÓN DE TANQUES

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Cinta métrica.	Medir niveles de fluido en los tanques de almacenamiento.
Termómetro	Medir temperatura del crudo
Ladrón.	Recipiente para toma de muestras

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de Producción.

## TIEMPO EMPLEADO

Aproximadamente dos horas tomando en cuenta la drenada de tanques.

## FRECUENCIA

Normalmente se realiza todos los días para liquidar y vender producción, siempre y cuando el pozo esté produciendo.

## PRECAUCIONES

- Utilizar todos los EPP requeridos.
- No realizar este procedimiento con lluvia fuertes o relámpagos.
- Cerciórese del sentido de la corriente de aire y ubicarse de manera que no inhale los vapores emanados del producto.
- No fumar en el área.

- Conectar el polo a tierra o en su defecto desenvolver la cinta rozando la boquilla de la escotilla, hasta que haga contacto con el aceite.
- Subir las escaleras apoyado al guarda escalera.
- La temperatura del crudo en cualquier tanque debe ser tomada al mismo tiempo que se mide. La mejor manera de conseguir lecturas exactas y ahorrar tiempo, es bajar el termómetro en el producto antes de comenzar a medir el tanque.
- El termómetro se debe sacar rápidamente después de que haya estado sumergido en el producto por el mínimo de tiempo requerido.
- Al momento de realizar la lectura, introducir parcialmente el termómetro dentro de la escotilla de medición para que el viento no vaya a producir cambios de temperatura.
- El operador debe supervisar la actividad estando presente durante su desarrollo.
- No dejar termómetros en los tanques. Limpiarlos completamente con solvente; secarlos con un trapo limpio y seco y colocarlos en el porta-termómetros.
- Utilizar el manual de operaciones de la estación y de procedimientos para realizar algún trabajo.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores como los auxiliares de producción deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de carnaza, monògafas, respirador con cartucho.

#### **PROCEDIMIENTO**

- Medir el tanque después de cerrar el drenaje (*ver procedimiento 1.1.6 de medición de tanques*).
- Calcular el volumen bruto con la tabla de AFORO.
- Perfilar el tanque para determinar (*ver procedimiento 1.1.3*):
  - Agua y sedimentos
  - Gravedad API
- Calcular el volumen neto del crudo contenido en el tanque, teniendo la temperatura promedio del tanque, la gravedad API y el BSW.
- El tanque queda listo para ser bombeado.

**IMPORTANTE:** Este procedimiento siempre debe realizarse a las 00:00 horas, sin importar la hora en que el tanque que esté recibiendo haya alcanzado su nivel máximo. Esta hora es la asignada por la compañía para la realización de la liquidación y fiscalización de crudo.

### **Medición De La Temperatura**

- Introducir el termómetro hasta el nivel medio de l líquido contenido en el tanque en el cual se va a realizar la medición (Según la norma, para tanques con capacidad menor a 5000Bls es suficiente una medición de temperatura.).
- Dejar el termómetro inmerso en el líquido por veinticinco segundos para alcanzar el equilibrio de temperatura del sistema.
- Sacar el termómetro con la copa completamente llena y mantenerla así durante la lectura.
- Realizar la lectura dentro de la escotilla de medición para evitar el efecto de las corrientes de aire, según la aproximación dada por el termómetro.
- Realizar paralelamente la medición del producto almacenado y la temperatura.
- Escribir en forma clara las lecturas obtenidas, la identificación del tanque y el sitio de muestreo.

Normalmente se realiza todos los días para liquidar y vender producción, siempre y cuando el pozo esté produciendo. Esta actividad siempre debe realizarse a las 00:00 horas, hora establecida para realizar la liquidación de tanques.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación de fiscalización, donde se detallará si la actividad se finalizó y si existieron actos y condiciones inseguras.

### **5.1.3 Muestreo y Perfilada de Tanques**

#### **Objetivo**

Tomar la muestra del tanque que se fiscaliza para determinar su BSW, de tal manera que ésta sea representativa del crudo que se va a bombear.

## RECURSOS NECESARIOS

TABLA 04. MUESTREO Y PERFILADA

HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SUSTANCIAS UTILIZADAS	FUNCION REALIZADA
Ladrón.	Toma de muestra del tanque de almacenamiento
Trapos	Limpieza
Recipiente adicional	Almacenamiento de muestras
Solvente	Limpieza de recipientes

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Diez minutos.

**FRECUENCIA.** Normalmente se realiza todos los días para liquidar y vender producción, siempre y cuando el pozo esté produciendo.

## PRECAUCIONES

- Utilizar los EPP necesarios.
- No realizar este procedimiento con lluvias fuertes o relámpagos.
- El operador debe supervisar la actividad estando presente durante su desarrollo.
- Cerciorarse del sentido de la corriente de aire y ubicarse de manera que no inhale los vapores emanados del producto.
- No fumar en el área.
- Subir las escaleras apoyado al guarda escalera.
- Verificar que el recipiente para tomar muestras y la vasija donde se va a depositar la muestra estén limpios para poder obtener una muestra limpia.
- Evitar que entre agua u otro contaminante a la muestra.

- El recipiente que contiene la muestra no debe llenarse totalmente, dejando un pequeño espacio para la expansión térmica del producto.
- Utilizar el manual de operaciones de la estación y de procedimientos para realizar algún trabajo.

## **ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Los operadores de producción y la cuadrilla de producción deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes y gafas.

## **PROCEDIMIENTO**

- Subir lentamente al tanque en que se va a realizar la toma de la muestra utilizando los pasamanos de la escalera.
- Abrir la escotilla del tanque para la toma de la muestra manteniendo siempre la cabeza alejada de la tapa para evitar la inhalación de vapores provenientes del tanque.
- Chequear y anotar la altura del nivel de crudo en el tanque. De acuerdo a este dato hacer el cálculo de las tres alturas aproximadas a las cuales se deben tomar las muestras.
- Introducir el recipiente toma muestra (ladrón) limpio y seco hasta la mitad de la tercera parte superior del nivel de crudo en el tanque. Tirar la cadena que acciona la tapa de succión de fluido durante cinco segundos permitiendo que el fluido entre, inmediatamente después, soltar un poco la tapa para que el recipiente quede cerrado.
- Recoger el recipiente suavemente, teniendo en cuenta que la cadena que acciona la tapa de succión del fluido, no debe tensionarse en la bajada ni mucho menos después de tomar la muestra.
- Sacar el recipiente del tanque y depositar la muestra en la vasija dispuesta para la muestra superior.
- Introducir nuevamente el toma muestra y bajarlo hasta la mitad del nivel de crudo en el tanque, posteriormente se sigue el procedimiento anterior.
- De igual manera se debe realizar la toma de la muestra de fondo del tanque.
- Cerrar la tapa de la escotilla de medición del tanque y proceder a lavar el toma muestra con solvente, evitando contaminar el área.
- Terminada la labor, bajar del tanque con mucho cuidado evitando vaciar la muestra.
- Después de tomada la muestra, se lleva al laboratorio donde se determina el BSW.

- Para un tanque vertical se toman los datos de las tres muestras, se promedian y se obtiene el BSW promedio del tanque.
- Para un tanque horizontal se toman los datos de BSW de muestra de fondo y se multiplica por 0.3; el BSW de la muestra del medio se multiplica por 0.4 y por ultimo el dato de la muestra de superficie se multiplica por 0.3.
- Sumar los tres datos para obtener el BSW total del tanque.

**IMPORTANTE:** Si el tanque está recibiendo a las 00:00 horas, se medirá el nivel y temperatura a esta hora y se sacará una muestra para analizar BSW y API tomada en la mitad del volumen recibido hasta el momento. Se reportará en el cuadro de tanques como producción del día.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación, donde se detallará si la actividad se finalizó y si existieron actos y condiciones inseguras.

#### 5.1.4 Desnate y Recuperación de crudo del API

##### Objetivo

Recobrar las trazas de aceite y aguas aceitosas provenientes del drenaje de los tanques y de los residuos de laboratorio, para evitar que estas fluyan al sistema de tratamiento de aguas residuales.

##### RECURSOS NECESARIOS

**TABLA 05. DESNATE Y RECUPERACION DE CRUDO DEL API**

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Líneas de descarga o succión.	Recuperación de aceite.
Compresor	Alimentar la bomba.
Bomba de pulmón.	Succionar crudo.

**Personal responsable de la operación:** Operador “A” de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción “B” y Auxiliares de producción

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Media hora.

**FRECUENCIA.** Depende del volumen de agua drenado y de lo establecido en la estación.

### **PRECAUCIONES**

- Tener cuidado de no resbalar en el skimmer.
- Verificar el estado las rejillas de protección.
- No fumar en el área.
- Utilizar los EPP necesarios para la actividad
- Evitar la presencia de personal extraño en el área.
- Revisar el estado de las líneas, válvulas, compresor y bomba.
- Definir si el retorno se va a ingresar al sistema o si se llevará a un tanque con crudo limpio.
- En la operación comprobar el buen funcionamiento de del compresor y de la bomba, detectando fugas, ruidos extraños o mal comportamiento de los equipos, que obliguen a suspenderla.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de nitrilo, monogafas, respirador con cartucho y protectores auditivos de copa y de inserción.

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **Desnate del API:**

- Verificar la cantidad de natas en superficie.
- Inclinar la flauta de recolección en el nivel de la nata para que esta escurra hacia la caja recolectora de aceite.

- Agitar la nata tratando que esta busque la flauta de recolección.
- Una vez se verifica que el agua quede limpia, girar nuevamente las flautas recolectoras y suspender el paso a la caja de recolección.

#### **Recuperación de Crudo del API:**

- Verificar si la caja recolectora de aceite tiene agua. Para esto se alinean las válvulas de compresión; se abre la válvula del compresor y luego la válvula de la bomba ( $\frac{1}{4}$  de vuelta); permitiendo que salga fluido a la caja recolectora.
- Cuando el agua muestre gran cantidad de aceite, se cierra la válvula de la bomba.
- Se alinea la descarga de la bomba con la línea de drenaje de los tanques.
- Se abre la válvula de drenaje del tanque, al que se va a recuperar el aceite (completamente).
- Se abre la válvula de la bomba completamente y en forma pausada.
- Verificar la cantidad de natas en superficie, y empezar a desnatar el agua de los tanques API.
- Una vez se verifica que el agua quede limpia, girar nuevamente las flautas recolectoras y suspender el paso a la caja de recolección.
- Cuando la caja recolectora este vacía, cerrar la válvula de la bomba, y luego las válvulas del tanque y compresor.

**IMPORTANTE:** *La actividad de desnate no debe realizarse durante la noche, a no ser que sea estrictamente necesaria”*

#### **REPORTE DE TRABAJO**

En la minuta de la estación se debe consignar la operación de desnate, donde se detallará si la actividad se finalizó o cualquier anomalía observada durante la misma.

### 5.1.5 Cambio de Tanque de Recepción

#### Objetivo

Dirigir la producción a un tanque vacío después de que un tanque de recibo alcance el 90% de capacidad nominal o después de terminar entregas a la estación de cargue.

#### RECURSOS NECESARIOS

**Herramientas y/o equipos:** Operación Manual

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Cinco minutos, si la operación es normal.

**FRECUENCIA.** Cada vez que un tanque de recibo alcanza el 90% de capacidad nominal.

#### PRECAUCIONES

- Revisar las válvulas de corte de las líneas del tanque.
- No fumar en el área.
- Utilizar los EPP necesarios para la actividad.
- Evitar la presencia de personal extraño en el área.
- Asegurarse que la línea de drenaje del tanque que va a recibir esté cerrada.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Los operadores y los auxiliares de producción deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de cuero, monogafas, protectores auditivos de copa y de inserción.

## **PROCEDIMIENTO**

- Revisar la posición de las válvulas en el tanque que va a recibir. La válvula de bloqueo de la salida de transferencia o retorno y la válvula de salida de drenaje de aguas aceitosas deben estar cerradas.
- Abrir la válvula de entrada del tanque que entra a recibir producción.
- En el tanque que tiene el máximo nivel de crudo, cerrar la válvula de entrada que se encuentra cerca del mismo.
- Verificar que haya flujo de crudo hacia el tanque vacío.

**IMPORTANTE:** *“Siempre se abre primero la válvula del tanque que va a recibir y luego se cierra la válvula del tanque que estaba recibiendo, para evitar una sobrepresión en las líneas de producción”.*

## **REPORTE DE TRABAJO**

En la minuta de la estación se debe consignar la operación de cambio de tanque de recepción, donde se detallará si la actividad se finalizó o cualquier anomalía observada durante la misma. Además, se debe especificar cuál es el tanque en reposo y cuál queda recibiendo.

### **5.1.6 Medición del Tanque**

#### **Objetivo**

Determinar el volumen de fluidos que contiene un tanque.

## RECURSOS NECESARIOS

TABLA 06. MEDICIÓN DE TANQUES

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Cinta métrica	Medir niveles de fluido
Recipiente con solvente	Limpieza de la cinta métrica
Trapo	Limpieza de la cinta métrica

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere de permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Diez minutos.

**FRECUENCIA.** El tanque que está recibiendo se monitorea con mediciones hora a hora.

## PRECAUCIONES

- Utilizar los EPP necesarios para la actividad.
- No fumar en el área.
- Evitar realizar este procedimiento con lluvia o relámpagos.
- Subir lentamente al tanque al que se va a realizar la medición, utilizando el pasamanos de la escalera.
- El operador debe supervisar la actividad haciendo presencia durante su realización.
- No hacer contacto con la cinta.
- Conectar el polo a tierra o en su defecto desenvolver la cinta rozando la boquilla de la escotilla, hasta que haga contacto con el aceite.
- Cerciórese del sentido de la corriente de aire y ubíquese de manera que no inhale los vapores emanados del producto.
- Verificar que la cinta esté limpia para obtener una buena lectura.
- Evitar derrame de crudo sobre el tanque para prevenir accidentes.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla, deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, gafas, guantes de nitrilo y de cuero, respirador con cartucho, protectores auditivos de copa y de inserción.

## **PROCEDIMIENTO**

- Chequear y anotar la altura de referencia del tanque dada por la tabla de aforo del mismo.
- Subir lentamente al tanque al que se va a realizar la medición, utilizando el pasamanos de la escalera.
- Abrir la escotilla de medición (tapa superior del tanque), manteniendo siempre la cabeza alejada del tanque para evitar la inhalación de vapores provenientes de éste.
- Proceder a tomar la medida con la cinta, teniendo la precaución de conectar el polo a tierra o en su defecto hacer tierra pegando la cinta al borde del hatch o escotilla de medición, esto con la finalidad de evitar cualquier chispa que se pueda producir por corriente estática dentro del tanque, lo que sería de fatales consecuencias.
- Bajar la cinta métrica y la plomada lentamente dentro del tanque, introducirla siempre pegada a la pestaña de medición; cuando la plomada toque justamente el fondo, se toma la lectura de la cinta en la pestaña de medición con el fin de verificar la lectura de referencia tomada de la tabla de aforo del tanque.
- Si la lectura coincide con la altura de referencia mostrada en la tabla de aforo, se recoge cuidadosamente la cinta con la pesa.
- Tomar medida en el punto hasta donde la cinta quede impregnada de crudo. Tener en cuenta el dato tomado.
- Limpiar la cinta utilizando un trapo limpio sin sacarla del tanque.
- Por precisión se debe repetir la medición dos veces más. La medida que se repita dos veces será la medida oficial.
- Si la medida de la altura de referencia registrada por la cinta es menor que la altura de referencia dada por la tabla de aforo, mover suavemente hacia arriba y hacia abajo la pesa en forma sucesiva, para de esta manera tratar de romper la posible capa de sedimento que pueda estar en el fondo.
- Cuando se haya conseguido, tomar tres mediciones consecutivas, la medida que repita dos veces será la medida oficial.

- Con el valor tomado, entrar a la tabla de aforo del tanque y leer el volumen correspondiente a esa medida.

**IMPORTANTE:** *“Tan pronto como se termine el procedimiento se debe llevar la cinta métrica al laboratorio. Se debe tener cuidado de no dejar ir papeles, trapos ni ningún tipo de material al interior del tanque cuando se realice esta operación”*

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación de medición de tanque, donde se detallará si la actividad se finalizó o cualquier anomalía observada durante la misma. Además, se debe registrar en un formato establecido, en el cual se especifica el tanque medido y los resultados

#### **5.1.7 Drenaje de Tanques**

##### **Objetivo**

Retirar el colchón de agua que se encuentra en el fondo de los tanques de almacenamiento, para terminar el proceso de deshidratación del crudo.

##### **RECURSOS NECESARIOS**

**Herramientas y/o equipos:** Operación manual.

**Personal responsable de la operación:** Operador “A” de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción “B” y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** La operación como tal, tarda aproximadamente 5 minutos. El encargado debe permanecer atento al drenaje de los tanques, sin desatender las demás actividades.

**FRECUENCIA.** Siempre y cuando se realice el proceso de producción, todos los días se deben drenar los tanques.

## **PRECAUCIONES**

- Caminar con cuidado en el área de los tanques.
- Controlar el caudal de drenaje por medio de la válvula de compuerta, evitando abrirla toda.
- No fumar en el área.
- Utilizar los EPP necesarios para la actividad.
- Cerciorarse del sentido de la corriente de aire y ubicarse de manera que no inhale los vapores emanados del producto.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** El encargado de la operación debe hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, monogafas, guantes de cuero, protectores auditivos de copa y de inserción.

## **PROCEDIMIENTO**

- Identificar la válvula de drenaje, normalmente queda cerca al tanque.
- Abrir la válvula de drenaje lentamente y observar el flujo.
- Si el agua de drenaje es limpia, abrir totalmente la válvula y dejar fluir hacia el Skimmer.
- Si el agua de drenaje muestra gran cantidad de aceite ir cerrando progresivamente la válvula, hasta que el agua salga clara; si al realizar esta operación el agua continúa saliendo con mucha turbidez o sale una emulsión con un BSW alto, se cierra la válvula totalmente para evitar la pérdida de crudo y se debe evaluar la posibilidad de dejar el tanque en reposo por un periodo más prolongado.

**IMPORTANTE:** *“Se debe vigilar el drenaje constantemente y observar la calidad del fluido que se drena, esto se debe hacer en la línea de toma muestra ubicada a la salida del tanque”.*

## **REPORTE DE TRABAJO**

En la minuta de la estación se debe consignar la operación de drenaje de tanque, donde se detallará si la actividad se finalizó o cualquier anomalía observada durante la misma.

### **5.1.8 Entrada a prueba de un Pozo.**

#### **Objetivo**

Este proceso se debe realizar para conocer la producción de cada pozo.

#### **RECURSOS NECESARIOS**

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operador "A" de turno; Operadores de producción "B" y Auxiliares de Producción.

**TIEMPO EMPLEADO.** Aproximadamente 8 horas.

**FRECUENCIA.** La actividad se realiza diariamente por pozo.

#### **PRECAUCIONES**

- Revisar las válvulas de corte de las líneas del tanque.
- Asegurarse que la línea de drenaje del tanque que va a recibir esté cerrada.
- Transitar siempre por las pasarelas.
- No fumar en las áreas de trabajo.
- Evitar la presencia de personas extrañas en el área.
- Utilizar los elementos de protección personal necesarios.

#### **ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

El operador de producción debe hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de cuero y protectores auditivos tipo copa, monogafas.

#### **PROCEDIMIENTO**

- Parar la inyección del pozo a probar.
- Estabilizar el BSW en cabeza de pozo, es decir, desplazar el fluido que se encuentra en el tubing y anular; para esto:

- Se alinea el tanque inyector de prueba con la bomba de prueba y el manifold de inyección. (Este proceso debe hacerse con la bomba apagada).
- Inyectamos agua tener un BSW estable.
- Se alinea el pozo de prueba con el colector de prueba y el tanque receptor de prueba. (Este taque debe estar vacío y/o fiscalizado).
- El tiempo de la prueba es establecido por la disponibilidad de almacenamiento en los tanques.
- Se para el bombeo para normalizar el proceso de producción del pozo.
- Una ves termina el proceso de llenado de tanques y drenado; se procede a fiscalizar y liquidar la producción.

#### **IMPORTANTE:**

- El rebose del tanque inyector debe estar cerrado durante la prueba, para evitar que parte del fluido producido durante la prueba ingrese al tanque.
- Durante la prueba debe hacerse seguimiento de BSW en cabeza cada 30 minutos; monitoreo hora a hora de medida de tanques y realizarse prueba de inyección.

#### **REPORTE DE TRABAJO**

En la minuta de la estación se debe consignar la operación de medida a prueba del pozo y si la actividad presentó cualquier anomalía.

#### **5.1.9 Encendido De La Tea.**

**Objetivo:** Indicar la forma más adecuada y segura para realizar el encendido de la tea.

## RECURSOS NECESARIOS

TABLA 07 ENCENDIDO DE LA TEA

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Mechón	Encender manualmente la tea
Exposímetro	Medir concentración de gases en un área

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Por ser una actividad no rutinaria, requiere permiso de trabajo en caliente.

**TIEMPO DE TRABAJO.** Dos minutos.

**FRECUENCIA.** Cada vez que se requiera.

**DESCRIPCIÓN.** La tea es el destino final del gas de producción. En este equipo se realiza un proceso de combustión al entrar en contacto el gas depurado en el scrubber, el oxígeno presente en la atmósfera y la llama.

Si el gas producido en un campo petrolero no puede ser aprovechado como combustible o como fluido en procesos de inyección, debe ser quemado, pues el gas en altos volúmenes, presenta dificultades para ser almacenado. Arrojarlo directamente a la atmósfera es mucho más perjudicial que generar una combustión en estos equipos.

## **PRECAUCIONES**

- Evitar la generación de chispas accidentalmente, pues el ambiente puede estar cargado de moléculas de gas pesado.
- Durante la actividad es prohibido fumar.
- Utilizar los EPP necesarios para la actividad.
- Evitar la presencia de personal extraño en el área.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Los operadores de producción y los auxiliares deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, monogafas y guantes de cuero.

## **PROCEDIMIENTO**

- Con el explosímetro realizar una inspección del área cercana al quemadero en un radio aproximado de 40 mts.
- Determinar la dirección del viento, los cambios que presente y la frecuencia con que ocurren estos cambios.
- Si los niveles de presencia de gas exceden en un 20%, no ejecutar la operación de encendido de los mechones y realizar chequeos de niveles de concentración de gas en el medio ambiente cada 5 minutos. Esta medición debe realizarse en la misma dirección del viento hasta que los niveles de gas estén por debajo de 20%.
- Encender el mechón con el cual se pondrá en funcionamiento la tea y acercarlo a los orificios de la tubería de la tea en la parte superior.
- Una vez encendida la tea, retirarse del área cercana y apagar el mechón.
- Proceder a abrir lentamente las válvulas de drenaje hacia la tea.
- Controlar el volumen de gas quemado.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación de encendido de la tea y si la actividad presentó cualquier anomalía.

### 5.1.10 Abastecimiento de ACPM

#### Objetivo

Abastecer a la estación del combustible necesario para la generación de energía tanto del campamento como de las instalaciones de superficie del campo.

#### RECURSOS NECESARIOS

**TABLA 08. ABASTECIMIENTO DE ACPM**

<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS</b>	<b>FUNCION REALIZADA</b>
Tubo de medición	Medir niveles de fluido de ACPM
Carro tanque	Transportar el ACPM

**Personal responsable de la operación:** El Asistente de Logística.

**PERMISO DE TRABAJO.** Para realizar esta actividad se debe contar con el visto bueno del supervisor y/o ingeniero de producción.

**TIEMPO EMPLEADO.** Una hora.

**FRECUENCIA.** La frecuencia de esta actividad depende de la cantidad de combustible que se consume en la estación y debe realizarse cada vez que el nivel del tanque se encuentre en 3000galones.

#### PRECAUCIONES

- Utilizar los EPP necesarios para la actividad.
- Prohibido fumar en el área.
- No realizar este procedimiento con lluvia o relámpagos.
- No permitir la movilización de más de un vehículo al mismo tiempo en el área.
- Esta completamente prohibido que el motor del carro este prendido durante el descargue de combustible.

**PROCEDIMIENTO.** Todos los días, el Asistente de Logística debe inspeccionar el nivel de fluido en el tanque de almacenamiento, utilizando la varilla acondicionada para esto. La medida en centímetros debe ser comparada con la tabla de aforo para conocer la cantidad de galones disponibles. En la estación se cuenta con un tanque de almacenamiento de ACPM:

- Este tanque supe de combustible a los dos generadores de energía del campamento. Este tanque es el encargado de suministrar el combustible necesario para las instalaciones de producción (Sistema de Bombeo Hidráulico, Equipo de Soldadura, Bombas Rugggerini, vehículo de Producción).

### **Descargue de Carro Tanques**

- Conectar la manguera de descarga.
- Abrir escotillas, cortinas y desfuegos del carro tanque.
- Realizar control de calidad al ACPM. El control de calidad consiste en verificar:
  - Color.
  - Olor.
  - Humedad: Para esta prueba, se obtiene una muestra del ACPM y valiéndose de una varilla impregnada de la crema utilizada en la medición de los niveles de agua en los tanques de almacenamiento de crudo, introducir la varilla dentro de la muestra. La varilla no debe cambiar de color puesto que se supone que el ACPM debe venir con cero humedad.
- Verificar que los compartimientos del carro tanque estén completamente llenos.
- Medir el nivel de fluido inicial, es decir antes de realizar el descargue del carro tanque y registrar esa medida en centímetros y en galones valiéndose de la tabla de aforo de tanques.
- Descargar el carro tanque.
- Medir el nivel de fluido final y registrar la medida en centímetros y en galones valiéndose de la tabla de aforo del respectivo tanque. La diferencia entre el nivel de fluido inicial y el nivel de fluido final corresponde al volumen de ACPM recibido.
- Llenar el recibo y colocar el respectivo sello. El recibo debe estar firmado por el Asistente de Logística, el Jefe de Campo y el conductor del carro tanque.

### 5.1.11 Trabajos en Altura

#### Objetivo

Brindar procedimientos más eficientes y seguros acerca de los peligros y las precauciones necesarias que implican estas operaciones y establecer los controles necesarios para minimizar el riesgo involucrado en esta actividad.

#### RECURSOS NECESARIOS

##### *Herramientas y/o equipos:*

##### **Banco de Seguridad**

Se utiliza para trabajos a altura máxima de 60cms son estructuras sólidas para reparaciones principalmente.

**Escaleras.** Se utilizan en un solo lugar y en general para trabajos superiores a 168mts, no deben utilizarse los dos últimos peldaños, es recomendable la presencia de una persona sujetando la parte inferior, mientras la otra realiza el trabajo

**Andamios.** Se deben utilizar en trabajos que requieran un apoyo firme, área de trabajo amplia y facilidad de transporte y herramienta, para utilizar el andamio se debe verificar que tenga un buen apoyo, que las barandas no presenten desperfectos que el área se encuentre libre de objetos e instalaciones eléctricas, el área alrededor debe acordonarse 8.5 mts alrededor, las personas que vayan a desplazarse dentro del área acordonada deben utilizar casco de seguridad

**Arnés de Seguridad.** Se debe utilizar en caso de trabajos en alturas superiores a 1.70 mts con un potencial de caída libre de 0.60 y 1.70 m con oportunidad de desplazamiento, debe utilizarse el arnés de cuerpo, cuya forma permita que la fuerza del impacto pueda ser distribuida a la mayor parte del cuerpo y así evitar que el portador sufra lesión al ser detenido en forma brusca.

**Cuerda de Sostén.** Es la cuerda que se amarra entre el arnés de seguridad y un punto fijo y firme que resista por los menos 25.00 kg de carga estática y 24.50 kg de tensión su longitud no debe ser mayor de 1.50 mts y su diámetro debe ser de 19 mm el material debe ser nylon, yute o manila

**Cuerda de Vida.** Esta cuerda se debe utilizar cuando no existan puntos de sujeción en la parte superior de donde se va a realizar el trabajo, este tipo de cuerda permite el movimiento horizontal al instalarse deberá tener puntos de soporte cada tres metros

**Personal responsable de la actividad:** El Operador “A” de turno y el supervisor quien será el encargado de autorizar el permiso de trabajo.

**Personal asignado para realizar la operación:** Este procedimiento aplica a los operadores, auxiliares, contratistas y personal que de una u otra forma tiene que ver con la operación y mantenimiento de trabajos en altura.

**PERMISO DE TRABAJO.** Esta actividad requiere permiso de trabajo y previo aviso al supervisor y /o ingeniero de producción encargado del campo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Depende del tipo de trabajo que se vaya a realizar.

**FRECUENCIA.** La frecuencia de los trabajos en altura depende de la necesidad que haya de realizarlos en campo.

### **PRECAUCIONES**

- Revisar de forma individual cada arnés y cuerda de seguridad con un peso de 114kg en suspensión, debe agitarse el equipo con movimientos rápidos mientras soporta el peso.
- Verificar el estado del equipo para descartar rupturas, desgarre o desgaste del material.
- Si el equipo pasa la prueba se considera seguro para su uso
- Revisar que todo equipo cuente con una etiqueta que contenga los siguientes datos:
  - a) Fecha
  - b) Persona responsable del chequeo
  - c) Registro de las revisiones
- Cada arnés de seguridad o cuerda debe tener la información del fabricante fecha de fabricación y número de identificación. En áreas donde la resistencia a ácidos es una consideración, el equipo debe ser de poliéster.
- Durante cualquier actividad en campo esta prohibido fumar.

## **PROCEDIMIENTO**

- Leer instructivo y/o procedimiento para trabajos en altura.
- Seleccionar el equipo de seguridad para trabajos en altura
- Cada pieza del equipo debe ser chequeada cada seis meses, una inspección visual debe realizarse siempre antes de ser usada.
- Si el trabajo lo realiza un contratista, verificar el registro de su última inspección.
- Diligenciar el permiso de trabajos en alturas superiores a 3.0mts.
- Delimitar el área con vallas, manilas o bandas reflectoras en los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes y señales luminosas a ambos lados del sitio de trabajo.
- Hacer inspección cuidadosa del sitio de trabajo para determinar firmeza de la estructura y condiciones seguras para el desarrollo del trabajo.
- Proceder a ejecutar la actividad de trabajos en altura asignado.
- Ejercer supervisión durante toda la operación.

### **5.1.12 Trabajos en Espacios Confinados**

#### **Objetivo**

Realizar adecuadamente los trabajos en espacios confinados, minimizando los peligros de esta tarea y por ende sus riesgos.

#### **RECURSOS NECESARIOS**

***Personal responsable de la actividad:*** El Operador "A" de turno y el supervisor quien será el encargado de autorizar el permiso de trabajo.

**Personal asignado para realizar la operación:** Este procedimiento aplica a los operadores, auxiliares, contratistas y personal que de una u otra manera tiene que ver con la operación y mantenimiento de espacios confinados.

**PERMISO DE TRABAJO.** Esta actividad requiere permiso de trabajo y previo aviso al supervisor y /o ingeniero de producción encargado del campo.

**TIEMPO EMPLEADO.** Depende del tipo de trabajo que se vaya a realizar.

**FRECUENCIA.** La frecuencia de los trabajos en espacios confinados depende de la necesidad que haya de realizarlos en campo.

## **PRECAUCIONES**

- El personal contratista que ejerce la actividad de mantenimiento de tanques de almacenamiento debe presentar al jefe del área con antelación la relación del personal capacitado y el procedimiento seguro de trabajo de la actividad a realizar.
- Diligenciar el permiso de trabajo para espacios confinados
- Realizar pruebas de toxicidad, inflamabilidad e insuficiencia de oxígeno (la atmósfera debe contener al menos 19.5 de oxígeno antes de entrar y continuar el control durante el tiempo en que el trabajador este confinado. Son necesarios un explosímetro (indicador de gas combustible), detector de monóxido de carbono, detector de ácido sulfhídrico. De esta manera se verifica la calidad del aire y la cantidad de oxígeno disponible
- Purgar y ventilar el lugar para evitar gases peligrosos. Los pasos para lavar y purgar son:
  - a) Bombeo para eliminar sedimentación
  - b) Lavado con agua
  - c) Purgar con vapor, gas inerte o agua.
- Aislar el lugar para anular la comunicación de cañerías de conexión
- Colocar platinas ciegas
- Desconectar e instalar tapones roscados para cerrar los extremos abiertos de las cañerías de conexión.
- Inmovilizar los mecanismos y elementos que tengan movimiento. Además bloquear circuitos eléctricos.
- Utilizar los EPP necesarios para realizar la actividad

- Realizar la actividad siempre bajo supervisión.

## **CONDICIONES GENERALES**

Un espacio confinado se define como cualquier espacio o área que por su diseño tiene:

- Formas limitadas para entrar y salir de él.
- Ventilación natural desfavorable la cual puede contener o producir aire contaminado y/o peligroso.
- No están diseñados para que las personas permanezcan dentro de él por mucho tiempo.

Además de lo anterior, un espacio confinado usualmente contiene o puede contener una atmósfera peligrosa; tiene una configuración interna tal que las personas pueden quedar atrapadas o asfixiadas; o contiene cualquier otro tipo de peligro grave para la salud o la seguridad de la persona.

Algunos ejemplos de espacios confinados son: tanques de almacenamiento, ductos de ventilación, túneles y tuberías. Sin embargo, cualquier área que tenga alguna de las características típicas de los espacios confinados, siempre es mejor tratarla como si fuera espacio confinado y tomar todas las precauciones necesarias.

## **PROCEDIMIENTO**

- Leer el instructivo y/o procedimiento para trabajos en espacios confinados.
- Diligenciar el respectivo permiso de trabajo.
- Despresurizar y desgasificar el tanque o vasija.
- Instalación al sistema de succión.
- Desarme de la instalación para realizar el lavado.
- Desalojo del sedimento de los tanques.
- Vaciado de las canecas para ser transportadas hasta la piscina de residuos.
- Lavado del fondo del tanque hasta el primer anillo.
- Lavado del tanque con agua a presión.

- Se enjabona y se enjuaga el tanque con las flautas y se conectan las flautas para el lavado interno, se reinstalan los man-holes, se hace la conexión del drenaje y los manholes inferiores.

**CONTINGENCIAS.** Con el fin de prevenir incidentes se debe asumir que todo espacio confinado contiene una atmósfera potencialmente peligrosa; y bajo ninguna circunstancia una persona puede entrar dentro del recinto sin la debida protección y autorización. Para entrar en espacios confinados se requiere probar la atmósfera fuera y dentro del espacio, para determinar si es permisible la entrada. Además es necesario monitorear o reexaminar la atmósfera continuamente mientras se esté llevando a cabo el trabajo y siempre después de un descanso de trabajo.

Toda actividad que se realice en espacios confinados debe contar con su procedimiento, y dentro de éste se debe incluir el respectivo plan de emergencia. La elaboración del plan de emergencia debe considerar los posibles escenarios que se puedan presentar durante el desarrollo de la actividad. Debe establecerse teniendo en cuenta el número de personas involucradas, su entrenamiento en primeros auxilios y sus responsabilidades; el sitio o instalación, y el equipo de rescate disponible en la zona y al cual se puede tener acceso.

Adicionalmente es necesario tener en cuenta que cada lugar y cada actividad tendrán sus propios peligros potenciales, y por lo tanto cada uno requiere un procedimiento diferente de emergencia. El éxito del rescate de una persona de un espacio confinado depende de un plan preestablecido, personal entrenado y equipo en buenas condiciones. Todos los aparatos de respiración autocontenidos, arnés de seguridad, líneas de vida y equipo de resucitación proporcionado para el uso en espacios confinados y particularmente para uso en emergencias se le debe proporcionar el mantenimiento adecuado.

### **5.1.13 Actividades del Soldador**

#### **Objetivo**

Brindar procedimientos más eficientes y seguros acerca de los peligros y las precauciones necesarias que implican estas operaciones y establecer los controles necesarios para minimizar el riesgo involucrado en esta actividad.

## **RECURSOS NECESARIOS**

### **Herramientas y/o Equipos**

Equipo de soldadura eléctrica.

Equipo de Oxi-corte.

**Personal responsable de la actividad:** El Operador “A” de turno y el supervisor quien será el encargado de autorizar el permiso de trabajo.

**Personal asignado para realizar la operación:** Este procedimiento aplica al soldador y personal que de una u otra manera tiene que ver con la operación

## **PRECAUCIONES**

- Realizar el respectivo permiso de trabajo.
- Inspeccionar el área y el equipo antes de iniciar la actividad
- Utilizar los EPP necesarios para realizar la actividad.
- No se debe iniciar ninguna actividad de soldadura eléctrica o de oxi-corte antes de realizar las pruebas de atmósfera peligrosa en el sitio (revisión con explosímetro) y la Autoridad de Area ha expedido una autorización escrita mediante el permiso de trabajo.
- Antes de iniciar cualquier operación de soldadura eléctrica o autógena, los soldadores deben estar debidamente certificados de acuerdo con las normas de calificación aprobadas para operadores o los requisitos de la compañía para soldadores.
- Cuando se requiere, se debe mantener un vigía de incendio con equipo extintor de incendio para apagar cualquier incendio incipiente.
- Los tambores, contenedores o estructuras huecas, los tanques u otras vasijas que hayan contenido previamente sustancias inflamables no se deben soldar ni cortar hasta tanto se hayan llenado con agua o limpiados y liberados de gas. No se deben usar esmeriles eléctricos o de aire para cortar barriles que no estén libres de gas porque las chispas pueden causar una explosión.

- El material combustible que se puede incendiar con chispas, llamas o virutas calientes se debe alejar a 2 metros del área de trabajo o escudar adecuadamente antes de iniciar la soldadura, especialmente si la soldadura se hace por la parte superior o sobre un rejilla.
- Asegurar que hay ventilación adecuada mientras se corta o se suelda. El personal deberá recibir entrenamiento en cuanto a la posición cuando hay movimiento de aire desde atrás para llevarse los vapores lejos de la zona de respiración.
- Las personas que ayudan a los soldadores deberán estar vestidas correctamente para proteger todas las partes del cuerpo contra quemaduras. Se deben usar gafas para radiación térmica y escudos protectores para protección de los ojos y de la cara.
- Después de cortar y soldar, el área de trabajo y las áreas adyacentes a las cuales haya podido llegar el calor y las chispas deben ser inspeccionadas para posibles incendios.
- El desengrase u otras operaciones de limpieza que impliquen hidrocarburos clorinados deben hacerse en un sitio donde se evite que los vapores lleguen a cualquier operación de soldadura, o dejar de hacerlas mientras se solda.
- Los materiales tóxicos de soldadura deberán estar etiquetados con etiquetas adecuadas de precaución.
- Si el sitio de soldadura está abierto a personal extraño, se debe señalizar e independizar el área.
- Disponer en todo momento de un equipo de primeros auxilios en todos los sitios donde se haga trabajo de soldadura.

**CONDICIONES GENERALES.** La operación de soldadura se considera una operación de alto riesgo, hecho que obliga a establecer un procedimiento seguro para su divulgación al personal de operadores, auxiliares y contratistas; además aquel personal que tenga que realizar algún proceso en el equipo.

### **Requisitos y Pautas para Soldar**

Los principales riesgos de soldar y cortar son:

- Alta temperatura, que puede causar quemaduras, incendios y explosiones.

- Emisión, directa e indirecta, de vapores tóxicos, los cuales pueden causar problemas de salud agudos o crónicos.
- Radiación térmica que causa quemaduras en la piel y las células receptoras de los ojos.
- Deficiencia de oxígeno en espacios confinados.
- Enriquecimiento del oxígeno en espacios confinados debido a válvulas o mangueras con escapes y mal uso de la llama de la soldadura autógena.
- Explosión, especialmente al soldar contenedores, tanques, tambores o canecas que no se han limpiado y purgado totalmente su contenido inflamable con gas inerte.

### **Equipo de Soldadura de Oxi-corte**

- Todo equipo de soldadura de oxi-corte deberá ser inspeccionado antes de su uso y diligenciada la respectiva lista de chequeo.
- Se deben inspeccionar las mangueras para ver que no tengan fugas, que tienen los acoples adecuados, etc., antes de cada trabajo.
- Las mangueras largas se deben colocar y amarrar para reducir el riesgo que se corten o hagan tropezar.
- Los cilindros se deben transportar en carretillas especiales y asegurados. No se deben manejar bruscamente ni se deben dejar caer. Los cilindros deben estar debidamente asegurados y en posición vertical en todo momento.
- Los cilindros vacíos se deben marcar "vacío" y separarlos de los cilindros llenos.
- Las tapas protectoras de las válvulas deben estar colocadas siempre tanto en los cilindros llenos como en los cilindros vacíos cuando no tienen conectado un regulador.
- Conectar siempre el regulador adecuado para la rosca del cilindro para la cual está diseñado, antes de abrir el gas del cilindro.
- Tanto la manguera de oxígeno como la de gas combustible debe tener una válvula de cheque para evitar el retorno del de flujo.
- La línea de gas combustible debe tener un arresta llamas en el regulador.
- Cuando se encienda una antorcha, sólo la válvula de combustible debe estar abierta en la antorcha. Cuando se logra la ignición y se ajusta la llama, se debe abrir y regular el oxígeno.
- Los acoples de los cilindros de oxígeno se deben mantener libres de aceite y grasa.

- Las válvulas principales de oxígeno y gas combustible deben estar cerradas en el cilindro y las mangueras y el regulador se deben purgar después de terminar las operaciones de soldadura autógena.
- Los sopletes de soldadura de oxi-corte no se dejarán en espacios confinados porque las fugas pueden causar una atmósfera explosiva.
- Las ruedas de los equipos de soldadura portátil se deben bloquear cuando se este usando el equipo.

**IMPORTANTE:** El oxígeno NO SE MEZCLA con el aceite o los productos grasos - esta combinación pueden causar un incendio o una explosión violenta.

### **Equipo de Soldadura Eléctrica**

- Todo equipo de soldadura eléctrica deberá ser inspeccionado antes de su uso y diligenciada la respectiva lista de chequeo.
- Todas las conexiones a tierra deben estar en buenas condiciones y ser seguras para eliminar arcos.
- Las pinzas de la soldadura eléctrica se deben inspeccionar para ver que no está dañado el aislamiento y se debe reparar o reemplazar inmediatamente.

### **PROCEDIMIENTO**

- Revisar y limpiar los biseles.
- Verificar el espesor de los biseles.
- Unir la tubería mediante el uso de la grapa y proceder a apuntar la tubería mediante el uso del electrodo.
- Retirar la grapa y esmerilar los puntos afectados.
- Aplicar el cordón de soldadura de acuerdo al código API - 1104 o Asme.
- Posteriormente de aplicado cada cordón de soldadura.
- Proceder a limpiar mediante el uso de grata.
- Remover los residuos de carbón utilizando la lima en ambos lados de la grapa.

- Una vez terminada la operación, se debe remover del área de trabajo todo residuo generado como pedazos de madera utilizados, desechos de tubería etc., logrando de esta manera que el sitio de trabajo quede totalmente limpio.

**CONTINGENCIAS.** La soldadura y corte no debe ser realizada sin un Permiso de trabajo con Calor y las condiciones establecidas en ese permiso deberán ser cumplidas estrictamente.

Botas y mallas para soldadura deben ser construidas de materiales resistentes al fuego y las superficies interiores deben ser tales que minimicen la reflexión de los rayos dañinos.

El trabajo debe ser resguardado para prevenir que vuelen chispas afuera del Area inmediata de soldadura y todo el material combustible debe ser removido del sitio.

*Cualquier drenaje en el Area deberá tener sus sellos llenos con agua; los drenajes deben ser cubiertos con material resistente al fuego.*

#### **5.1.14 Encendido de la Caldera**

##### **Objetivo**

Administrarle temperatura suficiente al crudo para su separación.

**RECURSOS NECESARIOS.** Personal responsable de la operación: Operador "A" de turno.

Personal asignado para realizar la operación: Operadores de Caldera, Operadores "B" y Auxiliares de producción

**PERMISO DE TRABAJO.** *Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.*

**TIEMPO EMPLEADO.** Cinco minutos.

**FRECUENCIA.** Cada vez que se requiera.

### **PRECAUCIONES**

- No fumar en las áreas de trabajo.
- Evitar la presencia de personas extrañas en el área.
- Utilizar los elementos de protección personal necesarios.
- Utilizar el manual de operaciones de la estación y de procedimientos para realizar algún trabajo.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes, monogafas.

### **PROCEDIMIENTO**

- Determinar cuál es la causa por la que se apagó la caldera:
  - Por alta Presión; el manómetro esta por encima de 105 Psi.
  - Por bajo nivel de agua; cuando el visor de nivel se encuentre por debajo de 2 cm; ó la señalización “BAJO NIVEL” en el tablero, se enciende.
- Verificar que la presión del combustible esté entre 20 y 28 Psi; en caso de que se encuentre por debajo, ajustarla cerrando un poco el paso de combustible.
- Activar el interruptor para dar encendido a la caldera. Si no enciende, entonces desactivar el interruptor y dar encendido nuevamente.

## **5.2 DE OPERACIÓN Y NO OPERACION DE LOS EQUIPOS MÁS COMUNES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

### **5.2.1 Operación y No Operación del Sistema de Bombeo Hidráulico**

**Objetivo:** Operar o sacar de línea el sistema de bombeo hidráulico.

## RECURSOS NECESARIOS

**Herramientas y/o equipos:** Operación manual.

**Personal responsable de la operación:** Electromecánicos.

**Personal asignado para realizar la operación:** Electromecánico, Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción y Operadores de Bombas.

**PERMISO DE TRABAJO.** Esta actividad es poco frecuente pero no requiere permiso de trabajo, solo previo aviso al supervisor de la estación.

**TIEMPO EMPLEADO.** 15 minutos

## PRECAUCIONES

- Transitar con cuidado por el área de trabajo.
- Asegurarse que las líneas de succión y descarga estén alineadas y tengan las válvulas abiertas para evitar una sobrepresión.
- Prohibido fumar en el área.
- Utilizar el manual de procedimientos para realizar esta actividad.

## PROCEDIMIENTO

### Operación del sistema:

- Para iniciar la operación se debe alinear la succión desde el tanque de Inyección hasta la bomba. De igual forma alinear en el manifold de inyección la línea de descarga desde la bomba hasta la línea de producción del pozo (tubing).
- Revisar los niveles de aceite y refrigerante del motor, y que exista suministro de combustible.
- Encender el motor y dejarlo calentar a bajas revoluciones (800rpm) por cinco minutos.
- Encloshar la bomba e ir aumentando lentamente las RPM del motor hasta que la presión de inyección (presión en la descarga) sea la deseada.

### Parada del Equipo:

- El equipo se saca de funcionamiento cuando exista un programa de mantenimiento preventivo o de reparación.
- Normalmente las bombas cuentan con válvulas en la succión y en la descarga, las que se cierran para en un determinado momento sacar de línea cualquier equipo.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación, donde se detallará si la actividad continúa o finalizó y cualquier observada durante la misma.

## 5.2.2 Operación y No Operación del Sistema de Inyección de Químicos

### Objetivo

Operar o sacar de servicio el sistema de inyección de químicos

### RECURSOS NECESARIOS

**TABLA 09 SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUIMICOS**

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Caja de herramientas	Herramientas utilizadas para apertura y cierre de válvulas, operación de las bombas y apertura de canecas de químicos.

**Personal responsable de la operación:** Operador “A” de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción “B” y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Esta actividad es poco frecuente pero no requiere permiso de trabajo, solo previo aviso al supervisor de la estación.

**TIEMPO EMPLEADO.** Aproximadamente 15 minutos.

**FRECUENCIA.** Cada vez que se presenten problemas en las bombas o líneas, cuando se requiera algún cambio en el tratamiento o cuando se quiera realizar mantenimiento preventivo.

## **PRECAUCIONES**

- Revisar que todos los elementos propios de esta unidad estén debidamente instalados: tanque, mangueras, acoples, válvula cheque e instrumentos, para evitar fuga de químicos.
- Mantener el área limpia y evitar derrames cerrando bien los recipientes y tanques de almacenamiento del químico.
- Vigilar el buen funcionamiento de la bomba.
- Monitorear la rata de inyección.
- Transitar con precaución en el área de trabajo.
- No fumar en el área.
- Utilizar los EPP necesarios para realizar la actividad.
- Evitar la presencia de personal extraño en el área.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla, deben hacer uso de casco, botas de seguridad, guantes de nitrilo y cuero, respirador con cartucho.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Operación del Sistema**

- Alinear los equipos abriendo las válvulas de succión y descargue de la bomba de inyección de químicos, y la válvula en el punto de inyección.
- Tanquear el químico en el tanque correspondiente
- Poner en marcha la bomba
- Consultar con la compañía proveedora de químicos la dosificación a inyectar
- Ajustar el recorrido de la bomba a la dosificación indicada
- Llevar progresivamente las variables de operación a las condiciones normales.

### **Parada del Sistema**

- Coordinar la sacada de servicio de un punto de inyección, con el objeto de compensar la falta de químico con cambios en otra condición del tratamiento (tiempo de residencia, temperatura, etc.)
- Parar la bomba
- Cerrar las válvulas de succión y descarga de la bomba de inyección
- Desocupar el tanque

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe registrar la operación realizada, donde se detallará si la actividad continúa o finalizó, y cualquier anomalía de la misma.

### 5.2.3 Operación y No Operación de Línea de un Tanque de Almacenamiento

#### Objetivo

Operar y/o sacar de línea los tanques de almacenamiento de producción general.

#### RECURSOS NECESARIOS

**Herramientas y/o equipos:** Este procedimiento es de operación manual  
Válvulas y conexiones

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de producción.

**PERMISO DE TRABAJO.** Como es una actividad poco frecuente, si requiere de permiso de trabajo y aviso previo al supervisor de la estación.

**TIEMPO EMPLEADO.** 10 minutos

**FRECUENCIA.** Un tanque se saca de línea cada vez que se presenten problemas en las líneas, aditamentos y conexiones o cuando se quiera realizar mantenimiento.

## **PRECAUCIONES**

- Transitar con cuidado por el área de trabajo.
- Revisar las líneas y el alineamiento de las válvulas.
- No caminar por encima de las líneas de bombeo.
- Revisar frecuentemente el tanque para detectar puntos calientes a tiempo y así tomar acciones correctivas.
- La corrosión externa puede resultar en debilitamiento del material y debe corregirse sin demora.
- Prohibido fumar en el área.
- Utilizar EPP necesarios para realizar la actividad
- Evitar la presencia de personas extrañas en el área.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla, deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de cuero y respirador con cartucho.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Operación de recibo de los tanques de almacenamiento:**

- Verificar que las válvulas de corte a la salida del Gun Barrel y entrada al tanque estén abiertas.
- Comprobar que las válvulas de drenaje de los tanques estén cerradas.
- Inspeccionar los tanques que recibirán la producción.
- El operador o auxiliar encargado de la operación debe consignar en el documento de control de tanques la hora exacta de recibo, volumen inicial y números de tanque.
- El operador y/o auxiliar debe permanecer atento a esta actividad, sin desatender otras actividades.

### **Parada y mantenimiento de los tanques de almacenamiento:**

- Para parar o sacar de línea uno de los tanques de almacenamiento, se debe cerrar la válvula de entrada que viene del Gun Barrel, para obstruir la entrada de fluido al tanque.

- Luego abrir las válvulas de la línea de succión de las bombas, para que con ayuda de las bombas reforzadoras se transfiera el volumen que contiene el tanque a otro tanque; o si es posible entregar a la bomba de despacho e iniciar el bombeo al cargadero.
- Abrir las tapas de inspección o manholes, para dejar desgasificar el tanque por unas 48 horas.
- Pasado este tiempo se saca el volumen inbombeable con la ayuda de una motobomba.
- Cuando el tanque esté vacío se limpia y lava con jabón químico, para luego hacer una inspección y hacer la reparación en el caso de que se halla presentado alguna falla.
- Finalmente se tapa y se realiza una prueba hidrostática para verificar y corregir fugas, llenando el tanque con agua hasta un 80% de su capacidad.
- Terminada la prueba se drena el agua y se abre la válvula de entrada de producción y se deja operando.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación se debe consignar la operación, donde se detallará si la actividad continúa o finalizó y cualquier anomalía observada durante la misma.

#### 5.2.4 Operación y No Operación de Línea del Sistema de Bombeo y Transferencia

##### Objetivo

Operar y/o sacar de línea las bombas del sistema de bombeo y transferencia de la estación.

##### RECURSOS NECESARIOS

**TABLA 10 SISTEMA DE BOMBEO Y TRANSFERENCIA**

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	FUNCION REALIZADA
Llaves inglesas	Apertura y cierre de válvulas

**Personal responsable de la operación:** Operador “A” de turno.

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción “B” y Auxiliares de producción, operador de bomba de transferencia.

**PERMISO DE TRABAJO.** Esta actividad requiere de permiso de trabajo y aviso previo al supervisor de la estación.

**TIEMPO EMPLEADO.** 15 minutos

**FRECUENCIA.** El sistema se saca de línea, cada vez que se presenten problemas en las líneas, aditamentos y conexiones o cuando se requiere realizar mantenimiento.

La operación de las bombas se realiza frecuentemente dependiendo del volumen de producción que se este manejando o de si hay o no producción.

#### **PRECAUCIONES**

- Transitar con cuidado en el área de trabajo.
- Antes de iniciar la operación de bombeo se debe realizar la medición del tanque, tomar muestras de crudo para medir el BSW, gravedad API y salinidad, para luego coordinar el bombeo con el cargadero.
- Durante cualquier actividad dentro de la batería esta prohibido fumar.
- Utilizar los EPP necesarios para realizar la actividad.
- Realizar el proceso de bombeo en el orden estricto con que será explicado posteriormente, de lo contrario se corre el riesgo de sobre presionar el sistema.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** Tanto los operadores de producción como el personal que integra la cuadrilla, deben hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de cuero, protectores auditivos de copa y de inserción.

#### **PROCEDIMIENTO**

### **Operación del sistema**

- Para iniciar la operación, se debe abrir la válvula de salida del tanque que se quiere bombear y verificar que las otras válvulas de corte en la descarga de la bomba de transferencia estén abiertas.
- Abrir la válvula de succión y la válvula de descarga de la o las bombas que se requieren utilizar.
- Desairar la línea de succión abriendo la válvula de desaire, o en caso que la bomba tenga una válvula de desaire abrir esta también. Esto se realiza porque al finalizar el bombeo, la bomba principal de transferencia debido a su alta potencia desocupa toda la línea y la llena de aire, entonces al iniciar nuevamente el bombeo, la bomba puede sufrir daños al tratar de desplazar este aire.
- Encender la bomba de refuerzo.
- Encender la bomba de transferencia o despachadora.
- La actividad se suspende cuando el tanque termina de recibir o de entregar.
- Realizar la medición de nivel en el tanque y reportar en la minuta.

### **Parada del equipo**

- El equipo se saca de funcionamiento cuando existe un programa de mantenimiento preventivo o de reparación.
- Para desocuparlo, el operador debe ceñirse estrictamente al programa elaborado y aprobado para tal fin.
- Estas bombas trabajan con motores que normalmente están conectadas a los tableros de control donde se apagan manualmente o por las alarmas del sistema. Estas bombas cuentan con válvulas en la succión y descarga, las que se cierran para un determinado momento sacar de línea cualquier equipo.

**REPORTE DE TRABAJO.** En la minuta de la estación, se debe consignar la operación, donde se detallara si la actividad continua o finalizo y cualquier anomalía presentada durante la misma.

### **5.3 PRUEBAS DE LABORATORIO**

El control de calidad se hace con el fin de establecer los requerimientos para los distintos procesos a que deben ser sometidos los fluidos, para cumplir con lo establecido por el Ministerio de Minas y Energía, en cuanto a la calidad de los fluidos a comercializar. Para lograr un tratamiento seguro y eficiente que le permita a la compañía mantener un control adecuado sobre la producción, se deben cumplir los más exigentes procedimientos de fiscalización y entrega. La mayoría de estos procedimientos se encuentran codificados y publicados como documentos normativos de los organismos internacionales de estándares de la industria del petróleo (ASTM/API). Los factores que se deben controlar en el tratamiento del crudo son el porcentaje de agua y sedimentos en el crudo (BSW), gravedad API y salinidad.

**BSW.** El conocimiento del contenido de agua de los crudos es importante en la refinación, compra, venta o transferencia.

**API.** Una precisa determinación de la gravedad del petróleo y sus productos, es necesaria para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 60 °F. A pesar de que la gravedad API es un factor importante en la determinación de la calidad del crudo, se debe correlacionar con otros para determinar su calidad.

**CONTENIDO DE SAL.** Este método se utiliza para determinar el contenido de sal en crudos para decidir si se procede a desalarlo o no. El contenido excesivo de sal frecuentemente produce altas tasas de corrosión en las unidades de refinación.

### **5.3.1 BSW por Centrífuga**

**Referencia.** Norma para “Determinación de agua y sedimentos en aceite crudo por medio de la centrífuga”. Designación D 1796-68.

#### **Objetivos**

Determinar el BSW (agua y sedimento en suspensión) de las muestras de crudo tomadas de los tanques de almacenamiento y cabeza de pozo, por el método de centrifugación.

#### **RECURSOS NECESARIOS**

**Equipos:**

- . Centrifuga
- . Tubos (zanahorias) para centrífuga
- . Baño María

**Reactivos:**

- . Varsol, kerosene u otro solvente
- . Rompedor de emulsión
- . Inhibidor de parafinas

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de Producción "B" y Auxiliares de laboratorio.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere de permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** 20 Minutos.

**FRECUENCIA.** Cuando se requiera determinar el estado del tratamiento.

### **PRECAUCIONES**

- Conocer las hojas de seguridad de los reactivos.
- Utilizar los EPP necesarios para realizar la operación.
- Asegurarse que la centrífuga esté bien equilibrada con el mismo número de tubos en cada lado del cabezal.
- Revisar que los tubos de la centrífuga estén limpios, secos y sean del mismo modelo y marca.
- Asegurarse que la muestra sea representativa del crudo que va a analizar.
- Para obtener un resultado en una muestra de crudo, se debe leer el nivel más alto de las tres fases que se observan en el fondo de los tubos de centrífuga.

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.** El encargado del laboratorio debe hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, botas de seguridad, guantes de nitrilo, monògafas transparentes, respirador con cartucho.

### **PROCEDIMIENTO**

- La muestra tomada se deposita en una probeta de 100 ml y se deja decantar hasta que se pueda observar la interfase agua - aceite.
- Se toma la medida del agua libre que se observa.
- Verter exactamente 50 ml. de gasolina u otro solvente en cada uno de los tubos de la centrífuga.
- Agregar 50 ml. del crudo que se va a analizar.
- La cantidad de rompedor y de inhibidor que se añade a la muestra depende de la cantidad de agua que se espera: Más de 1%, agregar 5 gotas aproximadamente; menor de 1%, de 2 a 3 gotas.
- Agitar hasta que el contenido esté completamente mezclado.
- Cuando la muestra es tomada en cabeza de pozo o cuando el crudo tiene una gravedad API baja, es necesario sumergir el tubo hasta la marca de los 100 ml. en el baño María a cierta temperatura y mantenerlo durante unos 10 minutos, para ayudar a la separación de agua.
- Los tubos se colocan en la centrífuga en lugares opuestos del cabezal, o sea, en forma de cruz y con el indicador de control de velocidad en cero.
- Después de cerrar la tapa, verifique que la centrífuga esté programada con una velocidad de acuerdo a la capacidad de la misma, con un tiempo de 10 minutos.
- Al finalizar los 10 minutos, cerciorarse que la centrífuga esté parada, luego abrir la tapa de la centrífuga con cuidado y sacar los tubos.
- Leer el volumen de agua y sedimento en el fondo de cada tubo. Tomar nota. La cantidad observada multiplicada por dos, indica el porcentaje de agua y sedimento en la muestra, debido a que la muestra es 50% crudo y 50 % solvente.
- Al terminar la prueba, botar el contenido de los tubos en la caja API. Lavar los tubos con solvente y luego con agua y jabón hasta que estén completamente limpios.
- Invierta los tubos en su percha y dejarlos escurrir.
- Repetir la prueba hasta que el valor observado sea el mismo en tres pruebas consecutivas.

**LECTURA.** Si la muestra es trabajada en una proporción 50-50, la lectura observada debe ser multiplicada por 2. Si las proporciones son 25 de crudo y 75 de solvente, la lectura debe ser multiplicada por 4.

**Vt:** Volumen total de la muestra (crudo mas agua sin centrifugar).  
**Va:** Volumen de agua libre (agua decantada).  
**Vap:** Porción de agua centrifugada.

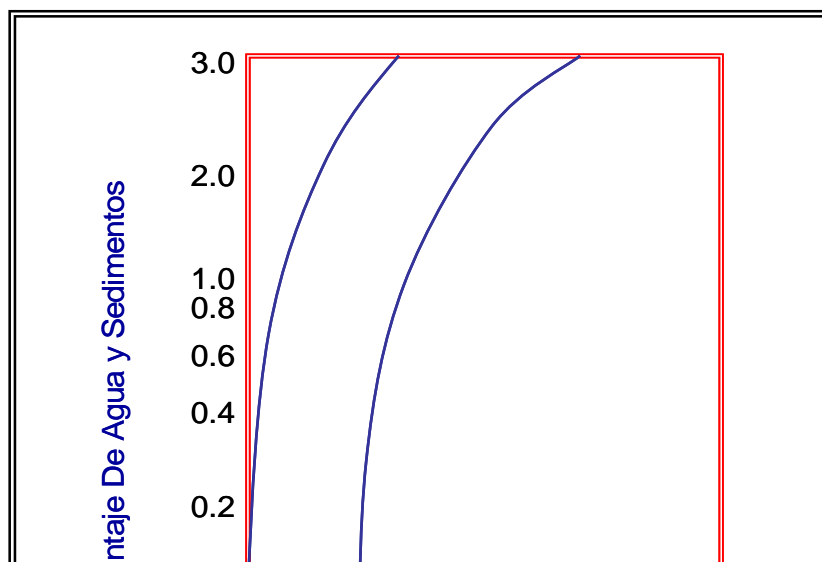
**Vt-Va:** Aceite que va a centrifuga.

En la zanahoria, después de centrifugar se lee el sedimento y el % de agua y aceite. Con este % de agua se calcula la cantidad de agua total en el crudo ( $V_a + V_{ap}$ ).

**REPETIBILIDAD.** La diferencia entre resultados sucesivos obtenidos por el mismo operador con el mismo aparato bajo condiciones constantes de operación sobre material de prueba idéntico deberá, en la mayoría de los casos en una operación correcta del método, exceder los valores en la Fig 3. solo un caso en veinte

**REPRODUCIBILIDAD.** La diferencia entre dos resultados, sencillos e independientes obtenidos por diferentes operadores trabajando en diferentes laboratorios sobre idéntico material de prueba, deberá, en la mayoría de los casos, exceder los valores en la Fig 3. solo un caso en veinte:

**FIGURA 18 CURVAS DE PRECISIÓN PARA EL MÉTODO DE BSW POR CENTRIFUGA**



**REPORTE DE TRABAJO.** En el formato establecido se deben consignar los datos obtenidos de la prueba, el conocimiento de los datos es importante para evaluar el desempeño del tratamiento.

### **5.3.2 MÉTODO PARA AGUA Y SEDIMENTOS EN CRUDOS EN MUESTRAS CON AGUA LIBRE**

**ALCANCE.** Este método cubre la determinación por centrifuga de la cantidad de sedimentos y agua en muestras de crudo con presencia de agua libre. Este valor expresado siempre en porcentaje por volumen se conoce más frecuentemente como BS&W del crudo y varía dentro de límites muy grandes; desde fracciones de unidad hasta más del 90 %.

#### **PROCEDIMIENTO.**

- Tome aproximadamente 1000 ml de muestra del pozo de acuerdo al procedimiento de muestreo, adicione rompedor de emulsión de laboratorio y agite.
- En una probeta aforada de vidrio de 1000 ml vierta la totalidad de la muestra y déjela en reposo por 15 minutos. El agua debe ir al fondo.

- Tome la lectura en centímetros cúbicos de agua separada (**VA** ) y el volumen total de muestra(**Vt**).
- Tome dos muestras del crudo separado en la probeta y efectúe el siguiente procedimiento:
- Mida correctamente 50 ml de solvente (tolueno o varsol) en dos tubos de centrifuga limpios y secos.
- Agregue 50 ml del crudo separado en la probeta a cada tubo hasta alcanzar la raya de 100 ml.
- Agregue dos o tres gotas de agente desemulsificante (rompedor de emulsión).
- Con el dedo pulgar tape la boca del tubo, agítelo fuertemente hasta que la mezcla sea homogénea.
- Tape los tubos con corchos y sumérgalos en el baño de María hasta cerca de los 100 ml durante 10 minutos, manteniendo la temperatura constante (120 – 140 °C).
- Saque los tubos del baño María y agítelos nuevamente y colóquelos en el cabezal de la centrifuga en puntos opuestos con el fin de balancear los pesos.
- Centrifugue durante diez minutos a una velocidad de 1400 a 1500 r.p.m..
- Retire los tubos y lea el porcentaje de agua y sedimento en el fondo de cada tubo (**%BSWc**).
- Centrifugue nuevamente los tubos a la misma velocidad durante otros diez minutos.
- Determine la lectura y compárela con las que se hicieron anteriormente. Si son iguales, se da por terminada la prueba, en caso contrario se debe centrifugar hasta obtener lecturas iguales.
- Realice los cálculos de acuerdo a la fórmula anexa:

### CÁLCULOS Y REPORTE.

$$\%BSWt = \frac{(VT-VA)*(BSWc)+(VA*100)}{VT}$$

### REACTIVOS

- Cuando sea necesario, un desemulsificante debe ser usado para mejorar la separación de agua de la muestra, para prevenir que entre agua a la muestra, y para prevenir que se pegue a las paredes del tubo y para la distinción de la interfase agua-aceite. El desemulsificante en solución debe ser almacenado en un recipiente oscuro con cierre ajustado.

- Tolueno (Especificación ASTM D 362).- Las características típicas del tolueno son un peso molecular de 92, un color de 10 según American Public Health Association (APHA) (por ASTM D 1209), un rango de ebullición (inicial al punto seco) de 2.0 °C (3.6 °F) [punto de ebullición registrado de 110.6 °C (231.1 °F)], y un residuo después de la evaporación de 0.001 %. El tolueno pasa la prueba de la American Chemical Society (ACS) para sustancias oscurecidas por H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (componentes de azufre como S, 0.003 %).
- También puede ser utilizado Xileno (Especificación ASTM D 846) o varsol. Las características típicas del xileno son un peso molecular de 106, un color de no más de 10 (en concordancia con el Método de Prueba D 1209), un rango de punto de ebullición de 7 °C (12°F) (inicial al punto seco) [punto de ebullición registrado 137 °C (279 °F)], y 0.002 % de residuo luego de la evaporación. El xileno pasa la prueba de la ACS para sustancias oscurecidas por ácido sulfúrico.

**NOTA:** Advertencia.- Tanto el xileno, el tolueno y el varsol son inflamables.

### 5.3.3 Gravedad API

**Referencia.** Método estándar para determinar gravedad API del crudo y productos del petróleo por el método del hidrómetro. Designación ASTM D-1298 y ASTM D-287.

**Objetivos.** Determinar la gravedad API del petróleo o productos líquidos de petróleo y sus mezclas, utilizando un hidrómetro de vidrio a una temperatura determinada.

**RESUMEN DEL METODO.** El método está basado en el principio de relación directa entre la gravedad de los líquidos y la profundidad de inmersión de un cuerpo que flota en ellos.

La Gravedad API es leída en el hidrómetro API que flota libremente, observando y anotando la graduación más próxima a la intersección aparente de la superficie horizontal del líquido con la escala vertical del hidrómetro. Una vez alcanzado el equilibrio de temperatura, y estabilizado el hidrómetro, se toma la lectura.

### RECURSOS NECESARIOS

- Equipos:**
- . Hidrómetro o termohidrómetro.
  - . Termómetro
  - . Probeta
  - . Papel filtro
  - . Baño de temperatura constante (opcional).

**Personal responsable de la operación:** Operador "A" de turno

**Personal asignado para realizar la operación:** Operadores de producción "B" y Auxiliares de laboratorio.

**PERMISO DE TRABAJO.** Es una actividad rutinaria y no requiere permiso de trabajo.

**TIEMPO EMPLEADO.** 15 Minutos.

#### **FRECUENCIA.**

Todos los días, puesto que es uno de los procedimientos necesarios en la fiscalización de los tanques de almacenamiento de la producción y en la caracterización del fluido.

#### **PRECAUCIONES**

- Utilizar los EPP necesarios para realizar la actividad.
- Revisar que la probeta y el hidrómetro estén limpios y secos.
- Asegurar que la muestra sea representativa del crudo que se va a analizar.
- Es importante verter lenta y cuidadosamente el petróleo en la probeta, para evitar la formación de burbujas de aire (espuma) y la evaporación de los elementos livianos del líquido.
- La temperatura del laboratorio no debe diferir en más de 5 °F con la temperatura de la muestra.
- Es necesario verificar la exactitud del hidrómetro por medio de un instrumento maestro.
- Evitar el contacto de la muestra con los ojos y la piel.
- Evitar inhalar los gases de la muestra.
- Colocar la probeta en un sitio donde no corra brisa.

- No se debe llenar la probeta completamente.
- La lectura se debe hacer rápido para evitar que cambie por influencia del medio ambiente.

### **ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.**

El encargado del laboratorio debe hacer uso de los siguientes elementos de protección personal: casco, mascarilla, botas de seguridad, guantes y gafas protectoras.

### **PROCEDIMIENTO**

- Vertir el crudo cuya gravedad se va a determinar en una probeta plástica o de vidrio de 1000ml.
- Llenar la probeta lentamente sin formar burbujas de aire. La espuma que se forme en la superficie del petróleo deberá removerse con un papel filtro limpio, antes de sumergir el hidrómetro en el crudo.
- Escoger el hidrómetro más apropiado de acuerdo a la gravedad API que se espera medir.
- Sumergir el hidrómetro en el líquido cuidadosamente procurando que no se recueste a las paredes, hasta que esté a aproximadamente 0.2 °API por encima de la línea de flotación que se espera encontrar.
- Dejarlo flotar, si se hunde demasiado y comienza a subir de nuevo, levante un poco y limpie el aceite de la parte calibrada y déjelo flotar de nuevo. El instrumento debe llegar al punto de lectura bajando, no subiendo.
- Cuando el elemento esté en equilibrio, es decir, esté sin moverse más, lea la escala observando perpendicularmente el vástago en el punto donde el líquido aparentemente cruza la escala.
- Inmediatamente limpie el hidrómetro y lea la temperatura.
- Después de anotar la información adquirida, limpiar con solvente el hidrómetro y la probeta y dejarlos en su aparador.
- Con la gravedad API y la temperatura observada, corregir la gravedad API a 60 °F utilizando las tablas.

- La temperatura leída se localiza en la columna vertical, o sea, en la de *temperatura observada*, luego se localiza la gravedad API en la columna horizontal.
- Deslizado horizontal y verticalmente hasta encontrar estos dos puntos, se encuentra la gravedad API estándar a 60 °F.
- En caso que no se encuentre exactamente la gravedad API en la tabla, se interpola.

## REPETIBILIDAD

**TABLA 11 REPETIBILIDAD PRUEBA GRAVEDAD API**

<b>PRODUCTO</b>	<b>RANGO DE T</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>REPETIBILIDAD</b>
Transparente	-2 hasta 24.5 °C	Densidad	0.0005
No viscoso	29 hasta 76 °F	Densidad relativa	0.0005
	42 hasta 78 °F	Gravedad API	0.1000
Opaco	-2 hasta 24.5 °C	Densidad	0.0006
	29 hasta 76 °F	Densidad relativa	0.0006
	42 hasta 78 °F	Gravedad API	0.2000

## REPRODUCIBILIDAD

**TABLA 12 REPRODUCTIBILIDAD PRUEBA GRAVADED API**

<b>PRODUCTO</b>	<b>RANGO DE T</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>REPETIBILIDAD</b>
Transparente	-2 hasta 24.5 °C	Densidad	0.0012
No viscoso	29 hasta 76 °F	Densidad relativa	0.0012
	42 hasta 78 °F	Gravedad API	0.3000
Opaco	-2 hasta 24.5 °C	Densidad	0.0015
	29 hasta 76 °F	Densidad relativa	0.0015
	42 hasta 78 °F	Gravedad API	0.5000

**REPORTE DE TRABAJO.** Registrar los datos anteriores en los formatos de análisis de gravedad API.

## 6 INTRODUCCIÓN A LAS NORMAS Y LINEAMIENTOS

Con la elaboración de este capítulo se ha querido crear un documento que recoja de forma general, lo relacionado con el tema de Seguridad Industrial, sin embargo, en la compañía existen una serie de documentos especializados relacionados con **HSEQ** (Health, Safety, Environment & Quality: Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad).

Toda actividad humana organizada se orienta hacia la obtención de unos propósitos muy concretos. Alcanzar esos propósitos con el mínimo de esfuerzos, en el menor tiempo posible y con un mínimo de pérdidas, puede considerarse como una realización exitosa de tal actividad.

La Industria Petrolera y cualquier Empresa Industrial tiene como objetivo básico la obtención de beneficios económicos fundamentándose en una óptima productividad, o sea, en el logro de una máxima producción (en lo referente a cantidad y calidad), con el menor costo posible. En otras palabras: la producción industrial debe ser una operación rentable y esto se consigue mediante:

1. El aprovechamiento completo de todos los elementos de la producción.
2. La reducción de todos los gastos innecesarios.
3. El control de pérdidas de todo orden.

### **Elementos de la Producción**

1. Potencial humano: personal directivo, personal técnico, trabajadores de producción, etc.
2. Instalaciones y equipos: containers, vehículos y demás elementos físicos diferentes de la maquinaria.
3. Maquinaria: máquinas - herramienta, maquinaria auxiliar, herramientas de mano y otros elementos de trabajo.
4. Materiales: materias primas y productos intermedios.
5. Tiempo: aprovechamiento satisfactorio de todo el tiempo remunerado.

Dentro de estos elementos de la producción, el más importante, no solo desde el punto de vista ético, es el potencial humano, al cual debe prestarse una atención preferencial.

**Del personal de trabajo se obtendrá el máximo de retribución productiva cuando:**

- a. Se ha efectuado una buena planeación de sus labores.
- b. Se ha hecho una selección personal adecuada y se le ha ubicado convenientemente
- c. Se le mantiene en el mejor estado de salud física y de salud mental.

## **6.1 GENERALIDADES CONCEPTUALES**

**6.1.1 Salud Ocupacional.** De acuerdo con la OMS, la Salud Ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Además procura generar y promover el trabajo seguro y sano, así como buenos ambientes y organizaciones de trabajo realizando el bienestar físico, mental y social de los trabajadores y respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo. A la vez que busca habilitar a los trabajadores para que lleven vidas social y económicamente productivas y contribuyan efectivamente al desarrollo sostenible, la salud ocupacional permite su enriquecimiento humano y profesional en el trabajo.

**6.1.2 Higiene Y Seguridad Industrial.** Comprende el conjunto de actividades dirigidas a la identificación, reconocimiento, evaluación y control de los factores y condiciones ambientales que se originen en el sitio de trabajo y que puedan afectar la salud y bienestar de los trabajadores o de los demás ciudadanos de la comunidad. Dentro de sus objetivos se tiene:

- Estudiar e implementar los sistemas de control requeridos para los riesgos ocupacionales existentes en el medio a partir de su identificación y evaluación cuali-cuantitativa.
- Conceptuar sobre los proyectos de obra, instalaciones industriales, productos y equipos en general para determinar los riesgos que puedan generarse por su causa.
- Contribuir en el diseño e implementación de programas de mantenimiento preventivo de máquinas, equipos, herramientas, instalaciones locativas, alumbrado y redes eléctricas.

- Establecer procedimientos de selección, dotación, uso, mantenimiento y reposición de los elementos de protección personal, con base en el análisis de las características técnicas de diseño y calidad, según las necesidades identificadas.
- Establecer y ejecutar modificaciones en los procesos de trabajo y en las máquinas y herramientas, con el objeto de controlar en la fuente de origen y/o en el medio, los agentes de riesgo.
- Elaborar las estadísticas de los accidentes e incidentes de trabajo y de enfermedad profesional, y analizar sus causas, a efectos de aplicar las medidas correctivas.
- Demarcar y señalar áreas de trabajo, salidas de emergencia, zonas peligrosas, etc., según las disposiciones vigentes y contribuir en la organización y desarrollo del plan de emergencias de Emerald Energy Plc. Sucursal Colombia.
- Estudiar y controlar la recolección, tratamiento y disposición de residuos y desechos, aplicando y cumpliendo las medidas de saneamiento básico ambiental.
- Promover, elaborar, desarrollar y evaluar programas de inducción y entrenamiento encaminados a la prevención de accidentes y conocimiento de los riesgos en el trabajo.

**6.1.3 Ergonomía.** Es la aplicación de las ciencias de la biología humana, en conjunto con las ciencias de la ingeniería, para lograr el ajuste mutuo óptimo del hombre y su trabajo, cuyos beneficios podrán medirse en términos de eficiencia y de bienestar humanos.

Expresándolo de otra manera, la ergonomía se propone: asegurar la máxima eficiencia de operación, minimizar la posibilidad de error humano, reducir la fatiga y eliminar, en cuanto sea posible, el riesgo para el trabajador.

**6.1.4 Medicina Preventiva.** Comprende el conjunto de actividades dirigidas a la prevención de las enfermedades y al cuidado de la salud del trabajador. Los objetivos de la medicina preventiva son:

- Propender por el mejoramiento y mantenimiento de la calidad de vida de los trabajadores, mediante la elaboración y ejecución de programas educativos para la promoción de la salud y prevención de las enfermedades.

- Desarrollar actividades encaminadas a la detección y control de patologías comunes y/o agravadas por el trabajo en alianza con las entidades de salud a las que se encuentran afiliados los trabajadores.
- Propender por el mantenimiento y mejoramiento de la salud mental del trabajador mediante el establecimiento y fortalecimiento de actividades deportivas, recreativas, de crecimiento personal y de identidad corporativa.
- Diseñar e implementar un servicio de primeros auxilios en el lugar de trabajo.

**6.1.5 Medicina Del Trabajo.** Comprende el conjunto de actividades destinadas a la prevención y control de las alteraciones de la salud de los trabajadores generados por los factores de riesgo ocupacional existentes en el medio laboral. La medicina del trabajo tiene como objetivos:

- Proteger a los trabajadores de los factores de riesgo a los que estén potencialmente expuestos por razón de sus oficios, mediante la realización de programas educativos, colectivos y/o individuales.
- Contribuir en la ubicación laboral acorde a las aptitudes físicas y psicológicas del trabajador, mediante la determinación de los requisitos de salud necesarios previos al empleo, a partir de la valoración ocupacional.
- Desarrollar programas de vigilancia epidemiológica conjuntamente con el subprograma de Higiene y Seguridad Industrial para la identificación, prevención, control y asesoría de las enfermedades y accidentes de trabajo generados por los riesgos ocupacionales presentes en el entorno.
- Coordinar y facilitar la rehabilitación y reubicación de las personas con incapacidad temporal y permanente parcial.
- Estudiar y conceptuar sobre la toxicidad de las materias primas y sustancias empleadas en los procedimientos que se llevan a cabo en campo, indicando las medidas para evitar sus efectos nocivos en los trabajadores.

**6.1.6 Análisis y Control de Riesgos.** El departamento de HSEQ es el encargado del análisis, evaluación, reconocimiento y control de todos los factores de riesgo que por razón del trabajo, tienen la potencialidad de manifestarse causando lesiones, accidentes,

enfermedades, contaminaciones, disminución de la capacidad laboral, afectando la salud, el ambiente laboral o el entorno en general.

De lo anterior se deduce que nuestro programa se basa en tres elementos básicos como son:

- El reconocimiento del riesgo y de la exposición a él.
- El análisis de su origen y su cuantificación.
- Su control y /o eliminación.

#### **6.1.6.1 Clasificación General**

- **Físicos**, entre los que se considera el medio ambiente de trabajo en términos físicos como ruido, temperatura, humedad, radiaciones, presión, vibraciones, ventilación e iluminación.
- **Ergonómicos**, los cuales se relacionan con el sobreesfuerzo físico originado por pesos, dimensiones y posiciones, entre otros; las superficies en las cuales se desarrolla el trabajo que pueden originar resbaladas y caídas a nivel y a desnivel; la distribución de planta; las sillas y la ubicación de los equipos requeridos.
- **Seguridad**, donde se incluyen los mecánicos, aplastamiento y mutilaciones, generados por el manejo de maquinaria y equipos; de almacenamiento de carga; de movilización de personal y carga, vial; orden y aseo; y el de explosión y/o fuego.
- **Eléctrico**, el que está presente en redes energizadas de alta, media y baja tensión, y varía además de la cantidad de voltaje, con el menor uso de elementos aislantes y protectores personales.
- **Biológico**, en el cual intervienen agentes orgánicos que causan enfermedades a las personas, como virus, bacterias, parásitos, hongos, agentes inanimados, vegetales y animales.
- **Químicos**, hacen referencia a la presencia de todo tipo de productos en forma de gases, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, vapores, partículas sólidas y líquidas; las cuales por transformación en productos son diferentes a su estado normal.

- **Psicosociales**, se refieren a la relación entre el ambiente de trabajo y las condiciones de organización del mismo con las expectativas y formas de ser del trabajador, el factor salarial, la sobrecarga laboral y los conflictos de autoridad.

**6.1.6.2 Valoración.** Corresponde a la evaluación matemática de determinadas variables, las cuales miden la periodicidad de la exposición (**E**), la magnitud de la posibilidad que el riesgo se materialice (**P**) y la gravedad de sus consecuencias (**C**) en caso total; así como el factor de su interacción (**G.P**).

**Grado de Peligrosidad.** Es la medida matemática del nivel de probabilidad que el riesgo se materialice en accidente y/o enfermedad laboral y/o contaminación, no es uniforme o general, sino que se matiza para cada riesgo, para cada caso, para cada sitio, en resumen es totalmente individual.

**G.P. = P x E x C** en donde:

<b>P = Probabilidad del suceso:</b>	10	Ocurre frecuentemente,
	6	muy posible que ocurra,
	3	poco usual que ocurra,
	1	de rara ocurrencia.
<b>E = Frecuencia de Exposición</b>	10	Continua, 30 o más horas/semana.
	6	Frecuente (diaria), 12 a 30 horas/semana
	3	Ocasional, 6 a 12 horas/semana
	1	Esporádica, menos de 6 horas/semana
<b>C = Consecuencias</b>	10	Catastróficas Muertes y heridos graves, daños mayores a US\$500.000
	6	Desastrosas Incapacidad mayor de 120 días, daños de US\$100.000 a US\$500.000
	3	Serias Incapacidad entre 60 y 120 días, daños de US\$10.000 a US\$100.00
	2	Importante Incapacidad hasta 60 días, daños de

		US\$2.000 a US\$10.000
1	Leve	Trabajo restringido, primer auxilio, daños de US\$200 a US\$2.000

### Interpretación

<b>G.P.</b>	mayor 800	<b>Muy Alto</b> , suspender el proceso hasta su corrección.
	entre 600 y 800	<b>Alto</b> , corrección inmediata
	entre 300 y 600	<b>Importante</b> , requiere corrección
	entre 100 y 300	<b>Posible</b> , estar alerta
	menor 100	<b>Aceptable</b>

**6.1.6.3 Control.** Se conocen tres métodos aceptados para controlar los riesgos detectados con relación a una actividad laboral, estos son:

- **En la fuente:** Esto es, controlarlos desde el diseño mismo de la operación, el equipo, la maquinaria y/o herramienta; haciéndolo teniendo en cuenta las características físicas de los posibles operarios (medidas antropomórficas), como aislarlos de las partes móviles de las máquinas (guardas), como dar mantenimiento sin que se pueda operar el equipo (seguros), la distribución de áreas de trabajo y tráfico (planificación locativa), el programa de descansos y recreación (factores psicosociales), etc.
- **En el medio:** aplicable a operaciones, equipo, maquinaria y/o herramienta ya instalada que no ha sido diseñada bajo los conceptos de seguridad estricta, mediante su aislamiento del contacto con los operadores, trabajadores y/o vecinos al área de trabajo (barreras - biombos - mamparas), avisos de los riesgos presentes (señalización), impedimento del tráfico en áreas restringidas (balizamiento), etc.
- **En el individuo:** constituido por los Elementos de Protección Personal, los cuales al aislar la anatomía del trabajador de los riesgos, procura minimizar las consecuencias de su manifestación, de ahí que hayan sido diseñados protectores para cabeza, vías respiratorias, cara, ojos y desgaste visual, tronco, brazos, manos, piernas, pies, etc. Nuestro convencimiento

es que el mejor control y la mejor protección para el individuo es el conocimiento y concientización *de sus riesgos y de su propia responsabilidad mediante la capacitación.*

Cuando el riesgo proviene de una condición insegura, aplicando las mismas consideraciones anteriores, se puede corregir con políticas adecuadas de Personal, Ingeniería y Compras, y se identifican buscando y localizando las siguientes condiciones:

- Fuentes de movimiento, ya sean en maquinaria o procesos, que por o debido al uso de herramientas, elementos mecánicos o partículas pudieran existir, o también de personas que pudieran resultar en colisiones con objetos fijos.
- Fuentes de alta temperatura que puedan dar como resultado quemaduras, daños a los ojos o el incendio del equipo protector.
- Tipos de exposición a sustancias químicas y manejo de las mismas durante el proceso de producción, o exposición debido a posibles fugas o derrames.
- Fuentes de polvo dañino en espacios donde cortan metal, concreto u en otras operaciones.
- Fuentes de radiación ligera en soldadura, soldadura fuerte, cortes tratamientos de calor, lámparas de alta intensidad, etc.
- Fuentes y sitios de objetos que caen o posibilidad de dejarlos caer, levantamientos en los almacenes, objetos apilados, el uso de montacargas, áreas de envío.
- Fuentes de objetos puntiagudos que puedan agujerear el pie o cortar las manos; trabajo con maquinaria, manejo y almacenamiento de comida, aserradura y cortadura.
- Fuentes de objetos rodantes que puedan convertirse en aplastantes.
- Cualquier riesgo eléctrico.
- Personas que trabajan lado a lado y que por su sola presencia pueden presentar riesgos en razón de las operaciones que realizan.

Pero cuando provienen de Actos Inseguros no es tan simple, pues estos ya obedecen a factores humanos y personales, resumibles, junto con los problemas generados y sus correctivos en el cuadro de Panorama de Riesgos contenido en el Manual de HSEQ.

### **6.1.7 Consideraciones Cuando Ocurren Accidentes de Trabajo**

1. Todo accidente tiene que ser investigado, sin que interese cual haya sido la gravedad de las consecuencias.
2. Se debe adelantar la investigación a la mayor brevedad. Las demoras aunque sean cortas, permiten que las pruebas se destruyan, se retiren o se olviden los detalles por parte de los testigos.
3. La investigación será conducida por el superior inmediato del lesionado y el encargado del área de Seguridad Industrial.
4. Los investigadores tendrán como guía estos principios:
  - a. Objetividad y orden (usar un formato)
  - b. No desprecias a priori ninguna pista
  - c. Comprobar la existencia de condiciones y/o actos inseguros
  - d. Preparar un informe escrito, el cual contendrá las sugerencias sobre medidas correctivas.
5. Obtener la mayor cantidad de información posible de:
  - a. El sitio concreto en donde sucedió el accidente
  - b. Datos sobre el o los implicados
  - c. Todos los datos sobre ubicación en el tiempo (hora, turno, día de la semana, etc.)
  - d. Lo que estaba haciendo el trabajador inmediatamente antes del accidente (es el oficio habitual?)
  - e. Los elementos físicos que intervinieron (máquinas, herramientas, materiales, otros objetos)
  - f. Las razones por las cuales existía una condición insegura o se realiza un acto inseguro.

### **6.1.8 Accidentalidad y Estadísticas**

**Accidente de Trabajo.** Es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. También, es aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

Es necesario establecer una diferencia entre "accidente" y "lesión" debido a que no todo accidente produce lesión y a que la acción preventiva se orienta hacia las causas de los accidentes. El accidente es el suceso que puede prevenirse. La lesión es la consecuencia última de algunos accidentes.

Estos aspectos contribuyen directamente en la reducción de los costos de producción. De ahí que pueda expresarse que un trabajo seguro es un trabajo eficiente y que la manera más sencilla de realizar una tarea, generalmente es la más segura.

### **Apreciación Cuantitativa de la Accidentalidad**

Cuando se dispone de una medida de la accidentalidad será posible:

- a. Establecer comparaciones con otras empresas similares
- b. Comprobar si el programa de seguridad se mantiene acorde con los cambios introducidos (procesos, condiciones ambientales, etc.)
- c. Apreciar la efectividad de los métodos correctivos que se han adoptado.

**6.1.9 Sobre los Factores Humanos.** Podrá prevenirse un comportamiento inseguro de los trabajadores, al organizar actividades en los campos de:

- a. Selección y ubicación del personal
- b. Educación y capacitación

- c. Motivación y promoción del programa
- d. Control de factores originados fuera del ambiente de trabajo.

**a. Selección y ubicación del personal.** La selección considerada en un sentido positivo tiene por objeto poner en evidencia las capacidades y las habilidades de un aspirante para ubicarlo correctamente (si hay varios cargos disponibles) o para comprobar que esos atributos concuerdan con los requisitos o exigencias para una determinada tarea.

Si se descubriesen deficiencias físicas o mentales, no se intentará descalificar a la persona para todo tipo de labor sino que se evitará localizarla en donde pueda agravarse su condición o en donde pueda llegar a constituirse en un riesgo para si misma o para los compañeros de trabajo. Se hace uso de gran variedad de pruebas y de exámenes físicos y psicotécnicos con el propósito de obtener la información deseada.

**b. Educación y capacitación.** Exceptuando las acciones reflejas y las instintivas, puede expresarse que los actos humanos son aprendidos. Por tanto, la manera segura de actuar puede aprenderse. El hecho es muy significativo y constituye el pilar de cualquier programa de educación y de capacitación.

La educación persigue crear una mentalidad receptiva hacia la prevención de los diversos riesgos del trabajo.

Mediante la selección se llegará a escoger individuos aptos y con ciertas habilidades, pero es probable que no posean una preparación suficiente. Por esta razón se requiere someterlos a un programa de capacitación en el cual se suministran conocimientos técnicos y se desarrollan habilidades adicionales como parte de plan de ajuste mutuo entre los elementos del sistema hombre- máquina, haciendo énfasis en el postulado de que producción y seguridad constituyen una unidad indivisible.

**Varios principios deberán tenerse en mente cuando se programe la capacitación:**

1. Tiene que existir algún interés por parte del trabajador. No es posible aprender cuando faltan motivos para hacerlo.

2. La enseñanza debe ser metódica y gradual, teniendo en cuenta que hay individuos que asimilan los conocimientos de manera más lenta que otros.
3. El personal será más receptivo cuando ha comprendido perfectamente las razones por las cuales una tarea deberá realizarse en determinada forma.
4. Habrá una completa concordancia entre los aspectos teóricos y los prácticos. Además de enunciar claramente las etapas del procedimiento seguro, se demostrará como hacerlo, para desarrollar así hábitos seguros.  
El mejor entrenamiento práctico será el desempeño real del trabajo, con una supervisión muy estrecha inicialmente, para corregir de inmediato los errores que puedan cometerse.
5. Parte de la capacitación consistirá en dar a conocer al trabajador el Reglamento de Higiene y Seguridad de la empresa a fin de que se familiarice con él desde el comienzo de su vinculación laboral a la entidad.
6. Para no perder los esfuerzos realizados en la fase de capacitación del personal, habrá una supervisión continuada.

**c. Motivación de los trabajadores.** Sin la cooperación de los trabajadores será muy difícil la marcha satisfactoria de las actividades. El grado de cooperación está en relación directa con la motivación del personal.

Por medio de la coacción o la amenaza con sanciones es posible conseguir una cooperación más aparente que efectiva. Se requerirá una vigilancia policiva, con todas las limitaciones que ello representa, para que se cumplan las normas.

Lo ideal sería lograr la cooperación voluntaria, por convencimiento, que tiene un carácter de firmeza y de perdurabilidad. Sus pilares estarán en:

1. Los conceptos que se tengan acerca del trabajo.
2. El conocimiento de que las directivas de la empresa se encuentran interesadas en la defensa de la integridad física y mental de sus trabajadores.
3. El reconocimiento de que hay ventajas para todos con la realización segura de las labores diarias

4. La existencia de incentivos (de diversa índole) para retribuir el desempeño seguro en las tareas.

**d. Control de factores originados fuera del ambiente de trabajo.** La corrección de aquellos factores perturbadores, originados fuera del sitio de trabajo, pero que impiden el buen desempeño del personal en sus tareas diarias, son motivo de atención por parte de las directivas de la empresa.

**6.1.10 Sobre Los Factores Ambientales.** Resulta relativamente mas sencillo corregir las fallas ambientales o físicas que las relacionadas con el factor humano. Pero esto no significa que la adopción de las medidas requiere poco esfuerzo o pocas inversiones.

En general, el control ambiental puede resumirse en estos puntos:

1. El diseño ergonómico del ambiente y de las tareas. Se tendrán en cuenta las relaciones mutuas de los componentes del sistema hombre - máquina. Se aprovecharán las capacidades y habilidades del elemento humano, sin olvidar sus limitaciones físicas y psicológicas.
2. La adecuación del sitio de trabajo para proporcionar un ambiente seguro y cómodo, de manera que constituya un lugar deseable, en donde se encuentren satisfacciones personales. La adopción de mecanismos para cumplir satisfactoriamente un programa de mantenimiento rutinario y de mantenimiento preventivo.
3. La selección de los elementos de protección personal más adecuados, cómodos y confiables, cuando lleguen a ser necesarios para la defensa de la integridad física del personal.
4. Como complemento, deberá prestarse mucha atención a la supervisión de los trabajadores mediante la realización de frecuentes visitas de inspección a los sitios de trabajo para descubrir y corregir las condiciones y las prácticas inseguras.

## **6.2 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LOS PROCESOS**

**6.2.1 Objetivos de la seguridad industrial:** Los objetivos principales que persigue la seguridad industrial son:

- Identificar las condiciones de trabajo.
- Evaluar los factores de riesgo.
- Implantar planes correctivos.

**6.2.2 Factores de estudio de la seguridad industrial:** Los factores de estudio de la seguridad industrial, son todos aquellos factores que hacen parte del proceso productivo de una empresa y que de una u otra forma presentan un riesgo al desarrollarlos. Ellos son:

- Mecánicos.
- Eléctricos.
- Locativos.
- Físicos.
- Químicos.

**6.2.3 Actividades realizadas por la seguridad industrial:**

Entre las actividades más relevantes que realiza la seguridad industrial tenemos:

- Establecimientos de normas y procedimientos.
- Ejecución de programas de inspección.
- Investigación de accidentes de trabajo.
- Utilización de métodos adecuados de almacenamiento.
- Preparación para casos de emergencias.
- Dotación de equipos para protección personal.
- Capacitación sobre factores de riesgo.
- Programa de mantenimiento.
- Demarcación y señalización de áreas de riesgo.

Una vez aclarados estos conceptos básicos sobre seguridad industrial podemos comenzar con las recomendaciones generales.

## **6.3 RECOMENDACIONES GENERALES**

### **6.3.1 Recomendaciones en seguridad industrial:**

- No debe permitirse que personal sin experiencia o no autorizado opere válvulas, prenda o apague motores, ajuste instrumentos o actividades similares, sin la supervisión directa y el permiso de quienes tienen a cargo las operaciones.
- Los operadores deberán tener un conocimiento completo de las operaciones, procedimientos, normas de seguridad, programas de mantenimiento, producción, pruebas de equipos, trabajos en pozos, sistemas y tomas de muestras con el fin de permitir estos trabajos en cualquier sección o equipos de las instalaciones a su cargo.
- La observación estricta y cumplimiento de las reglas de seguridad hacen posible la prevención de accidentes.
- Los equipos y tuberías deben garantizar la operación segura del proceso, esto se logra manteniéndolos en perfecto estado y en normal funcionamiento todos los mecanismos de control.
- Los operadores deben realizar recorridos y monitores frecuentes, en caso de identificar alguna anomalía deberá reportarla al supervisor y de no tener claro el procedimiento correctivo igualmente pedir asesoría.
- El área debe tener una correcta señalización, todas las señales de seguridad que sean necesarias; debe estar dotado de un sistema de control de incendios o en su defecto de dispositivos que reemplacen este sistema con gran eficiencia.

- El supervisor deberá conocer perfectamente el programa de salud ocupacional de la empresa, divulgarlo y hacerlo cumplir estrictamente al personal encargado de la operación.
- El supervisor deberá tener un cronograma de actividades referentes a la salud ocupacional y medio ambiente.
- Deben existir manuales de operación y procedimientos para garantizar operaciones seguras y capacitación al nuevo personal.
- El plan de evacuación para casos de emergencia, debe estar colocado en varias partes visibles de la estación y actualizarlo conforme crezcan las instalaciones.
- Realizar simulacros de evacuación periódicamente.
- Revisar los sistemas de alarma y establecer correctamente el código a emplear.
- Realizar y dar a conocer las hojas de seguridad de los productos químicos; tener siempre a mano duchas, duchas lava ojos y todos los elementos necesarios para dar solución a un caso de emergencia según la ficha técnica del químico que se este usando. (quemadura, intoxicación, incendio, etc.).
- Hacer estricto uso del equipo de protección personal, aunque solamente sé este de visita dentro del área; en caso de realizar una operación especial, usar el equipo específico para la operación según lo especificado en los capítulos anteriores sobre procedimientos.
- Utilizar y acatar las normas presentadas en las tarjetas de control preventivas que se requieran en los equipos de operación.
- Está prohibido realizar trabajos eléctricos siempre que la situación climatiza lo amerite.
- Solicitar permiso de trabajo al supervisor del área para realizar trabajos riesgosos.

**6.3.2 Elementos de protección personal.** Es un objetivo primordial de la empresa reducir el número de accidentes laborales, puesto que estas son situaciones que no solo afectan a la persona lesionada y a la empresa responsable si no a un conjunto de personas en general.

Por tanto, para lograr este objetivo, el grado de concientización de todos los que hacen parte de la operación es muy importante, puesto que en la medida que estén bien protegidos, la probabilidad de que ocurran accidentes disminuirá drásticamente.

Los elementos de protección personal se dividen en dos grupos:

1. El grupo formado por aquellos equipos que deben llevarse todo el tiempo en todas las áreas de trabajo.
2. Grupo formado por el equipo requerido para ciertas tareas especiales.

**Para el primer grupo se tienen los siguientes elementos:**

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera metálica.
- Camisa y pantalón de trabajo.

**Para el grupo dos se incluyen los elementos anteriores mas los siguientes:**

- **Guantes:** si son para manipular o tratar productos químicos, estos deben ser de nitrilo; si se va a manipular tubería, herramientas o cables de acero, los guantes deben ser de cuero.
- **Gafas de seguridad:** deben usarse cuando se operen herramientas que produzcan chispa, esquirlas, polvo, viruta, como por ejemplo taladros, martillos o pulidoras.

- **Careta protectora:** se usan para el manejo de productos químicos o en procesos de soldadura.
- **Mascara antigases:** se usan para realizar trabajos en zonas cerradas donde se pueda almacenar vapores tóxicos y para tratar productos químicos.
- **Tapa oídos:** deben usarse en áreas de alto nivel de ruido, tal como cerca de generadores.
- **Capas impermeables:** se usa principalmente para trabajar bajo lluvia.  
A continuación se muestra el cuadro general de Elementos de Protección Personal, los cuales deben ser utilizados de manera obligatoria por el personal que labore en el pozo y/o se encuentre dentro de las instalaciones.

### 6.3.3 Normas Generales de Seguridad

- Utilizar los elementos de protección personal en la diferente área de trabajo.
- Por ningún motivo está permitido el consumo de drogas alucinógenas y la ingestión de bebidas alcohólicas en los lugares de trabajo.
- Seguir correctamente los procedimientos para el manejo adecuado de cargas:
  1. Estimar el peso de la carga. No intentar hacerlo solo si se considera que es demasiado pesada. No sentirse apenado por solicitar ayuda.
  2. Asegurarse de tener un buen apoyo en el piso. El cuerpo debe estar bien balanceado.
  3. Colocarse lo más cerca posible del objeto. Los pies pueden apartarse unos 30 - 40 centímetros entre si. También podrá tenerse un pie adelante y al lado del objeto.
  4. Doblar las rodillas y agacharse como si fuese a sentarse, manteniendo la espalda recta. Si es necesario, bajar más una de las rodillas para estar aún más cerca del objeto.

5. Agarre correcto. Debe hacerse un agarre palmar para mayor seguridad. Así no se emplean músculos débiles y permite mantener los brazos rectos.
6. Comenzar a levantarse haciendo uso de los músculos de las piernas y de los brazos (que son poderosos) y no los de la espalda (que son débiles). Así se vence la inercia del objeto. Empleando el movimiento se permite: que el peso del cuerpo se use ventajosamente, que tenga que realizarse un esfuerzo mínimo y que haya poca posibilidad de lesión.
7. Izar el objeto hasta la posición de transporte, procurando siempre que la espalda permanezca recta y llevando la carga cerca del cuerpo. Mantener los brazos tan cerca del tronco como sea posible.
8. Si es necesario cambiar de dirección, no se torcerá ni se rotará el tronco sino todo el cuerpo, variando la posición de los pies.
9. El mentón atrás. Las lesiones de los discos intervertebrales no se limitan a la región lumbar sino que también se presentan en la región cervical. Al retraer el mentón se alinea la cabeza con el cuerpo y se reduce la posibilidad de lesión. Esta posición facilita la respiración durante el esfuerzo.
10. Mantener una buena visibilidad por encima del objeto que esta siendo movilizado. Es necesario ver por donde se camina para no tropezar ni caer.

Como contraste, en la figura se muestra una de las formas no recomendables para levantar objetos, así sean bastante livianos.

- Seguir los procedimientos para trabajos en alturas:
  - Utilice el cinturón de seguridad.
  - Asegure la escalera y verifique que este en buen estado.
  - Asegure el arnés.
  - Si va a realizar cambio de turno, realícelo siempre en tierra.
  - Utilice botas antideslizantes.
  - No se confíe.

### **6.3.4 Manejo de Productos Químicos**

**6.3.4.1 Toxicología.** En la estación por el momento solo se está realizando tratamiento químico al crudo, con el objetivo de romper la emulsión que se presente y para el tratamiento del agua de formación.

Muchos de estos químicos usados en el tratamiento y otros usados para la realización de ciertas pruebas de laboratorio necesitan cuidados especiales al manejarlos. Unos causan quemaduras en la piel y ojos, otros disminuyen la visión, otros pueden ser fatales solo con olerlos, o inflamables.

**Entre las precauciones a tener en cuenta se destacan las siguientes:**

- Utilizar gafas, caretas de protección y guantes de caucho cuando se manejen productos químicos.
- Evitar salpicaduras en los ojos y la piel.
- Prevenir inhalaciones repetidas o prolongadas. En caso de inhalación trasladar la persona al aire fresco; si no respira dar respiración artificial o dar oxígeno.
- Tener los laboratorios correctamente ventilados.
- No usar productos químicos, almacenarlos, regarlos cerca o en sitios calientes, ni cerca de chispa o llama abierta. Mantener los recipientes cerrados mientras no se estén usando.
- En caso de contacto, inmediatamente lavar con grandes cantidades de agua, por lo menos durante quince minutos y solicitar atención médica.
- Remover y lavar con detergente la ropa y herramientas contaminadas antes de usarlas de nuevo.
- En caso químicos ácidos, aumentar la degradación neutralizando con solución alcalina de soda ash o similar. Mantener el PH en 8.1 o mayor por lo menos durante 18 horas antes de desechar la soda.
- Evitar ingerir alcohol cuando se presuma inhalación.
- La apertura de tramos, líneas con bridas ciegas y tapas de boca de inspección, deben efectuarse con extremo cuidado y únicamente después de que el operador a cargo haya dado su aprobación.

- Las válvulas y tapas deben abrirse lentamente y soltar pernos con cuidado.

**6.3.4.2 Guía para la Identificación de Materiales Peligrosos.** Cuando se trabaja con químicos, materiales combustibles y radioactivos en general, es de suma importancia saber de ante mano con que se va a tratar o con que se esta tratando, para de esta manera tomar las medidas correspondientes. Por tal razón es de suma importancia marcar las cajas o recipientes donde se almacenen productos químicos, inflamables o radioactivos e identificar y conocer esta nomenclatura para trabajar con seguridad.

En una batería de producción lo más común es tratar con sustancias inflamable, por tal razón a continuación se hará énfasis en la clasificación de estos materiales y las repercusiones que pueden tener en el organismo. Es responsabilidad del supervisor exigir una identificación precisa de los compuestos con que se va a trabajar si no se tiene la información suficiente.

**Cuando se almacenan este tipo de compuestos en cajas, es indispensable marcarlas indicando los siguientes aspectos:**

- **Ruta de entrada:** aquí se debe especificar claramente por donde es más factible que el compuesto entre a nuestro organismo; es decir si entrara por absorción, inhalación, al contacto, etc.
- **Peligro a la salud:** se especificara si el compuesto es tóxico, muy tóxico, si es una toxina reproductiva, irritante, corrosiva, sensibilizadora o cancerígena.
- **Peligros físicos:** si el compuesto es un liquido inflamable, gas comprimido, oxidante, gas inflamable, explosivo, pirofórico, reactivo con el agua, inestable.
- **Órgano afectado y los efectos:** en caso de contacto directo que órganos afectaría y que efectos produciría.

Se debe indicar el grado de peligro según la clasificación existente:

#### **SALUD:**

- **Extremo:** El compuesto es muy tóxico y con poco tiempo de exposición puede causar la muerte y daño residual aunque se le de atención medica oportuna.  
Puede ser un agente cancerígeno o mutágeno de animales, reconocido o sospechado.
- **Grave:** Es tóxico y puede generar daños temporales o residuales con poco tiempo de exposición aunque se de atención medica oportuna.  
Puede ser un agente cancerígeno o mutágeno de animales, reconocido o sospechado.
- **Moderado:** Es moderadamente tóxico y si se somete a exposición intensa, causaría incapacidades o daños temporales a menos que se de atención medica inmediata.
- **Ligero:** Si es ligeramente tóxico y puede causar irritación daño temporal menor si no se le aplica tratamiento, son materiales inofensivos si se tratan con cuidado.
- **Mínimo:** todos los químicos tienen cierto grado de peligro.

#### **FLAMABILIDAD:**

- **Extrema:** Cuando presentan un punto de encendido debajo de 73 °F .
- **Grave:** Cuando son flamables y presentan características como: vaporizan muy rápido, pueden estar encendidos por debajo de la mayoría de las condiciones, forman mezclas explosivas, prenden espontáneamente y su punto de ignición esta entre 73 y 100 °F.
- **Moderado:** Cuando son combustibles y se encienden a altas temperaturas, su punto de ignición esta entre 100 y 200 °F.
- **Ligero:** Cuando son ligeramente combustibles y se les debe precalentar para que exista ignición; pueden encender al aire libre si se someten a una temperatura de 1500°F por 5 minutos, su punto de ignición esta por encima de 200 °F.
- **Mínimo:** No queman, no exhiben punto de encendido y no encienden si se someten a una temperatura de 1500 °F por cinco minutos.

**6.3.4.3 Hoja de Seguridad para Productos en la Operación (MSDS: Material Safety Data Sheet).** La hoja de datos de seguridad es un importante documento que permite comunicar, en forma muy completa, los peligros que ofrecen los productos químicos tanto para el ser humano como para la infraestructura y los ecosistemas. También informa acerca de las precauciones requeridas y las medidas a tomar en casos de emergencia.

Comúnmente se le conoce con el nombre MSDS, sigla que proviene del idioma inglés y se traduce "Hoja de Datos de Seguridad de Materiales"; una MSDS es diferente de una ficha técnica ya que ésta posee mayor información acerca de las especificaciones y del uso del producto.

Cada producto químico o mezcla de ellos, debe tener su hoja de seguridad; por ello quien la elabora es quien conoce a la perfección sus propiedades, es decir, el fabricante del producto. Para construir este documento es necesario enviar muestras de los productos a entidades especializadas y serias donde realizan las respectivas pruebas toxicológicas, propiedades fisicoquímicas, etc., o realizar una revisión bibliográfica responsable. Es muy importante entonces observar la fuente de la información para mayor confiabilidad. Los fabricantes que emiten sus hojas de seguridad confían la administración y suministro de las mismas a centros de información, que existen en diferentes países y en los cuales se acopia la información en bancos de datos. Dichos centros tienen la ventaja de prestar un servicio 24 horas, muy útiles en caso de emergencia o para consultas permanentes; de lo contrario, cada empresa fabricante requeriría contar con servicios similares únicamente para dar respuesta sobre sus productos.

Aunque por ley no existe un formato de elaboración para MSDS específico, en Estados Unidos y muchos países latinoamericanos se sigue el formato sugerido por la norma técnica ANSI Z 400.1, el cual consta de 16 secciones organizadas en los siguientes bloques de información:

1. Bloque de identificación (secciones 1-3)
2. Bloque de Emergencias (secciones 4-6)
3. Bloque de Manejo y precauciones (secciones 7-10)
4. Bloque Complementario (secciones 11-16)

En Colombia el uso de las MSDS está reglamentado por la ley 55 de 1993; de otro lado, el contenido sugerido se encuentra en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435.

Por lo general, son los trabajadores de las empresas quienes utilizan las hojas de seguridad para consultar acerca de la peligrosidad de las sustancias químicas que manejan; el personal de las brigadas al presentarse una emergencia, o a nivel directivo para tomar medidas de prevención y control a partir de los datos que aparecen en la MSDS.

Existen en el mundo, varios Centros de Información, que almacenan estas MSDS y administran su emisión a los usuarios. Es decir, los fabricantes de sustancias químicas, confían a cualquiera de estos centros, la divulgación responsable de esta información, que de ninguna manera debe ser confidencial, pero sí bien interpretada.

### **Contenido de una MSDS**

**Sección 1.** Identificación de la sustancia. Nombre, sinónimos, la dirección y número de teléfono de la empresa que fabrica el producto y la fecha en la que fue preparada la MSDS. En esta sección puede ser más útil la forma de comunicarse con el Centro de Información que maneja las hojas de seguridad y puede brindar apoyo en caso de emergencia.

**Sección 2.** Composición/Información de ingredientes. Componentes peligrosos del producto, incluyendo composición porcentual de las mezclas, por sus nombres científicos y comunes y sus números de identificación internacionales (como el número CAS). El fabricante puede elegir no publicar algunos ingredientes que son secreto de fórmula.

**Sección 3.** Identificación del peligro. Peligros de fuego, explosión, entre otros. Las posibles consecuencias de un contacto con el producto, vías de ingreso al organismo, la duración de contacto que podría afectar la salud, y cuáles son los órganos que podrían verse afectados por el producto.

**Sección 4.** Medidas de primeros auxilios. Medidas básicas de estabilización a emplear ante inhalación, absorción, ingestión o contacto con el producto hasta que se tenga acceso a la atención médica. Sección a utilizar sólo por personal capacitado.

**Sección 5.** Medidas en caso de incendio. Informa acerca de las posibilidades de que la sustancia se incendie y bajo qué circunstancias; hace alusión a puntos de inflamación (temperatura a la cual la sustancia desprende vapores creando atmósferas inflamables), límites de inflamabilidad,

reacciones que podrían causar incendio o explosión, sistemas adecuados de extinción de incendios. Sólo para personal capacitado.

**Sección 6.** Medidas para actuar ante vertidos accidentales. Procedimientos guía de limpieza y absorción de derrames. Sólo para personal capacitado.

**Sección 7.** Almacenamiento y manejo. Tipo de envase. Condiciones seguras de almacenamiento y manejo.

**Sección 8.** Controles de exposición y protección personal. Prácticas de trabajo e higiene tales como lavarse las manos después de trabajar con el producto. Controles de ingeniería. Indica la necesidad o no de usar equipo de protección; Incluye los límites de exposición permisibles (TLV, STEEL, IDLH).

**Sección 9.** Propiedades físicas y químicas. Aspecto y olor, estado físico, presión de vapor, punto de ebullición, punto de fusión, punto de congelación, punto de inflamación, densidad del vapor, solubilidad, valor de pH, gravedad específica o densidad, etc. La interpretación adecuada de ellas puede aportar información fundamental para planes preventivos.

**Sección 10.** Estabilidad y reactividad. Condiciones a evitar, incompatibilidades y reacciones peligrosas. Incluye productos de descomposición. Conocer este aspecto, es muy útil para almacenar correctamente varios productos eliminando riesgos.

**Sección 11.** Información toxicológica. Explica cuales son los efectos a corto o largo plazo que pueden esperarse si la sustancia ingresa al organismo.

**Sección 12.** Información ecológica. Degradación biológica, y WKG (grado de contaminación sobre el agua). Efectos del producto sobre peces y plantas o por cuanto tiempo el producto sigue siendo peligroso una vez en contacto con el medio ambiente.

**Sección 13.** Información sobre desechos. Cada país, ciudad y localidad, debe tener una reglamentación acerca del manejo adecuado de su medio ambiente. Por tanto, esta sección se refiere generalmente a la necesidad de consultar la legislación antes de realizar cualquier procedimiento de tratamiento o disposición final.

**Sección 14.** Información sobre transporte. Regulación Internacional sobre el transporte del producto. Describe cómo debe empacarse y rotularse. Informa acerca del número de identificación designado por la Organización de las Naciones Unidas, el cual incluso puede reemplazar al nombre de la sustancia; indica las vías de transporte permitido (aérea, terrestre y marítima).

**Sección 15.** Información reglamentaria. Normas Internacionales para etiquetado de contenedores e información que debe acompañar a cada producto químico al momento de ser despachado.

**Sección 16.** Información adicional. Cualquier otro tipo de información sobre el producto que podría ser útil, información sobre cambios en la MSDS. Aspectos importantes específicos.

**Campo Rico cuentan con ficha de seguridad los siguientes materiales:**

- **QUÍMICOS LABORATORIO:**

- HYDRANAL SOLVENT
- HYDRANAL TITRANT-5
- HYDRA-POINT TITRANT-5 J.T. BAKER
- HYDRA-POINT SOLVENT G J.T. BAKER
- XYLENO J.T.BAKER
- MEZCLA SOLVENTE PARA SALES EN CRUDO QUIMEZLAB
- DICROMATO DE POTASIO MOL LABS
- ALCOHOL INDUSTRIAL
- ALCOHOL METILICO
- TAMIZ MOLECULAR
- SILICA GEL
- GRASA DE SILICONA BAYER

- **QUIMICA PARA TRATAMIENTO DE CRUDO**

- ROMPEDOR EMBREAK CDM2872
- INHIBIDOR SPEDAID CDC 9632

- **COMBUSTIBLES**

- **GASOLINA**
- ACPM

- VARSOL
- ACEITE TÉRMICO 22
- ACEITE SAE 40 TERPEL
- ACEITE TRANSTER 80W90
- ACEITE HIDRÁULICO ISO 68 TERPEL
- ACEITE CAT. EC-1 CATERPILLAR
- REFRIGERANTE CATERPILLAR 101-2845
- ACEITE 15W40 RIMULA

- **OTROS**

- PINTURAS A BASE DE ACEITE
- PINTURAS A BASE DE AGUA
- ANTICORROSIVO
- THINER
- CAL HIDRATADA
- HIPOCLORITO
- BOXER

**6.3.5 Señalización.** Es el conjunto de informaciones e indicaciones que mediante una serie de estímulos, condicionan la actuación del individuo que las recibe, frente a unas circunstancias (RIESGOS) que se pretenden resaltar; para que sea efectiva y cumpla la finalidad en la prevención de accidentes debe de:

- Atraer la atención de quien la recibe.
- Dar a conocer el mensaje con suficiente antelación.
- Ser clara y fácil de interpretar.
- Existir posibilidad real en la práctica de cumplir con lo indicado.

**6.3.5.1 Utilización.** Se debe emplear con mesura para que se convierta en una verdadera técnica de prevención, ya su uso indiscriminado puede convertirse en factor negativo al neutralizar o eliminar su eficiencia y como la señalización nunca elimina el riesgo, es conveniente que sea utilizada cuando:

- No sea posible eliminar el riesgo en el proyecto y diseño, o mediante resguardos.
- No se puede controlar el riesgo en el medio y resulte necesario proteger al operario.
- Como complemento a la protección de resguardos, dispositivos de seguridad y protección personal.

#### **6.3.5.2 Clasificación**

- **Óptica.** Está basada en la utilización y apreciación del color y diferentes formas, teniendo en cuenta:
- **Colores.** Se utilizan con el fin de dar una idea sobre el grado de **obligación** del aviso o señal.

#### **Colores de Seguridad**

De uso especial a los que se atribuye un significado específico en relación con la seguridad, los cuales están perfectamente definidos, unificados y estandarizados por las normas en distintos países (Normas UNE, CE, ICONTEC,)

**TABLA 13 COLORES UTILIZADOS EN SEGURIDAD**

<b>COLOR</b>	<b>SIGNIFICADO</b>	<b>APLICACIÓN</b>
<b>ROJO</b>	Parada Prohibición Para designar los equipos de lucha contra incendio	Señales de parada Señales de prohibición
<b>AMARILLO</b>	Atención, Advertencia Zona de riesgo	Señalización de riesgos, pasillos peligrosos, obstáculos
<b>VERDE</b>	Situación de seguridad, salvamento Primeros Auxilios	Señalización vías de evacuación. Duchas de emergencia, lavajos, Puestos de primeros auxilios
<b>AZUL</b>	Señales de obligación Señales de indicación	De uso de elementos de Protección Personal - EPP –Localización de teléfonos, taller, restaurante, etc.

**TABLA 14 COLOR CONTRASTE**

<b>COLOR DE SEGURIDAD</b>	<b>COLOR DE CONTRASTE</b>	<b>COLOR DE SIMBOLO</b>
<b>ROJO</b>	Blanco	Negro
<b>AMARILLO</b>	Negro	Negro
<b>VERDE</b>	Blanco	Blanco
<b>AZUL</b>	Blanco	Blanco

**Colores de identificación:** claves para identificar elementos en forma rápida y segura, para ello resulta fundamental contar con una normatividad clara y concreta, con el fin de usarlos en tubería, pulsadores, conductores eléctricos para resaltar las diferentes unidades con respecto del conjunto, ejemplo: Mandos, elementos agresivos, tuberías, etc.

Las bandas de colores deben colocarse en los extremos y el centro de los tubos y las de pintura deben aplicarse en la unión de los ojos de las eslingas, de acuerdo a los siguientes códigos:

**En Eslingas** Bandas de pintura Blancas entre 1 y 3 años de colocada, no sometida a altas presiones.  
Bandas de pintura Amarillas entre 3 y 5 años de colocada o sometida a altas presiones.  
Bandas de pintura Roja marcada por cambio inmediato después de 5 años de colocada

**En Tuberías** Bandas Azules para tuberías conductoras de agua tratada.  
Bandas Negras para tuberías conductoras de aguas negras.  
Bandas Grises para tuberías conductoras de aguas grises.  
Bandas Verdes para tuberías conductoras de aguas captadas.  
Bandas rojas para tuberías conductoras de Diesel o combustibles.

**Señales de Seguridad.** La aplicación de los colores de seguridad sobre superficies, con formas o símbolos adecuados, dan lugar a las señales de seguridad que denotan **prohibición** de acuerdo a la combinación de formas, colores y significado.

Para *Dimensiones y Tamaños* no existen normas que los rijan, sin embargo hay una fórmula general, validada para distancias inferiores a 50m, que permite calcular la superficie total de la señal en función de la distancia con el observador:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Donde: S: Superficie o área de la señal.  
L: Distancia entre el observador y la señal.

**Avisos de Seguridad.** Se entiende como la comunicación aplicada sobre una superficie cualquiera, en la que se colocan marcas o palabras de **advertencias**, o recordatorios de seguridad.

No hay normas, por lo que cada diseñador utiliza su criterio propio de acuerdo a la siguiente orientación:

- La composición se realizará en forma que resulte breve, concreta, completa y de factible cumplimiento.
- El diseño utilizará colores de seguridad y su redacción estará en función del sentido del aviso

**Balizamiento.** Las señales de seguridad pueden resultar de escaso valor por diversos motivos (distancia, perfil de terreno, etc.) y como no es aconsejable colocar gran cantidad de señales o avisos a lo largo de una zona en la cual si es necesaria la **información** del peligro existente, se utiliza para ello el balizamiento.

Balizar es delimitar una zona de trabajo con el fin de evitar el paso, para que no se rebasen los límites de tráfico o movilización establecidos, evitando caídas o golpes, mediante la utilización de los siguientes elementos:

- Banderolas, estandartes o colgaduras de tela o plástico.
  - Barandillas de madera o de metal.
  - Barreras, pueden ser fijas, móviles o extensibles.
  - Cintas de delimitación de unos 50mm de ancho por el largo deseable.
  - Indicadores luminosos como lámparas, pilotos comandos, faros, luces intermitentes, etc.
- 
- **Acústica.** Se basa en la emisión de comunicaciones que son recibidas de forma instantánea, tales como alarmas, timbres, altavoces, etc., cuya codificación hace parte del componente operativo del Plan General de Emergencia (Documento HSEQ)
  
  - **Olfativa.** Utiliza las propiedades odorantes que poseen ciertos productos para estimular las neuronas olfativas, a fin de combinarlos con aquellos que se desean o se precisan detectar, así al gas natural inodoro se le agrega un producto odorizante con el fin de poder detectarlo en caso de fuga.

## 6.4 MEDIO AMBIENTE

### INTRODUCCIÓN

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, de unos correctos y seguros procedimientos operacionales depende en gran parte la preservación y protección de los recursos naturales que rodean el área de trabajo. Tomar medidas de protección para casos de emergencia reduce sensiblemente el riesgo implícito de contaminación asociado con la industria petrolera.

A continuación se proporcionan ciertas pautas que ayudarán a crear una conciencia ecológica y facilitarán una convivencia armónica con el medio ambiente.

**6.4.1 Efectos Ambientales de las Aguas Aceitosas.** La contaminación de las aguas o del suelo por hidrocarburos puede causar graves impactos económicos sobre las actividades que se desarrollan en las áreas afectadas, y efectos nocivos importantes sobre el medio ambiente.

**6.4.1.1 Impacto Sobre las Actividades Económicas.** A continuación se describen los impactos más comunes causados por los hidrocarburos a las aguas y a los suelos:

- Impactos visuales: puede afectar actividades como el turismo y la recreación, lo cual implica la necesidad de realizar costosas campañas de limpieza y de propaganda para restituir la confianza de los usuarios.
- Contaminación de aguas de uso industrial: las industrias que se abastecen de aguas de los cuerpos receptores de los vertimientos, se afectan cuando se incrementa la contaminación de hidrocarburos. Entre los riesgos posibles están la obstrucción de los sistemas de enfriamiento, la reducción de la eficiencia de algunos procesos y el incremento de la posibilidad de incendio.

- Contaminación de aguas por uso humano: la contaminación de acueductos puede significar mayores exigencias de tratamiento del consabido incremento de costos, e incluso en el cierre temporal o definitivo de una instalación de potabilización de aguas, con un costo muy alto para la industria petrolera.
- Efectos sobre le suelo: Destrucción de cultivos, empobrecimiento de los suelos (casi siempre por salinización de las aguas subterráneas por lixiviación).

**6.4.1.2 Efectos Biológicos de los Hidrocarburos.** Estos efectos se derivan de las propiedades físicas de los hidrocarburos (contaminación física y sofocación) y de los componentes químicos (efectos tóxicos e impregnación).

La contaminación de las aguas deteriora el plancton, el cual ha demostrado experimentalmente ser muy susceptible a los hidrocarburos. El daño es mayor en cuerpos de agua relativamente quietos por la dilución lenta de los contaminantes.

Sobre las plantas y animales que habitan el lecho de los cuerpos de agua los efectos son muy persistentes, ya que la incorporación de hidrocarburos a los sedimentos hace que estos últimos permanezcan incluso por años causando efectos sub letales por impregnación de los organismos vivos, con incidencia en las cadenas alimenticias.

Las aguas aceitosas deterioran la vegetación, especialmente la de los pantanos, ciénagas y manglares ya sea por obstrucción de las raíces o por cambios en el equilibrio de sales.

Las aves igualmente son afectadas por la contaminación, pues al impregnarse con el hidrocarburo pueden llegar a morir por intoxicación, al limpiar sus plumas por ahogo, hambre o aumento de calor por daños en el plumaje, ya que este pierde sus propiedades impermeables y aislantes.

**6.4.2 Plan de Manejo Ambiental.** Cada una de las actividades inherentes a la etapa de explotación y desarrollo que iniciará en Campo Rico, se sujetará a las acciones y medidas establecidas en el **Plan de Manejo Ambiental (PMA)**, considerado como el instrumento básico orientado a mejorar las condiciones de trabajo observadas durante el periodo de pruebas extensas de producción del pozo Campo Rico y a la preservación del entorno dentro del área de influencia del campo, en la medida en que “efectivamente” se logre su aplicación.

Lo anterior, debe entenderse y constituirse en un interés y compromiso común de Emerald Energy Plc Sucursal Colombia y las firmas a cargo de la operación del campo, como del personal que labore en las instalaciones de producción del mismo. Dicho compromiso comprenderá una labor de seguimiento y concientización diaria, que permita un resultado real y progresivo en el corto o mediano plazo y que a su vez acoja evaluar la eficiencia de la gestión adelantada.

Este marco se constituye en el objetivo primario adoptado por Emerald Energy Plc Sucursal Colombia en su política de HSEQ, para lograr un óptimo desarrollo integral del proyecto desde el punto de vista técnico y ambiental y el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio del Medio Ambiente para la explotación y desarrollo de Campo Rico, mediante la Resolución Número 0850 del 06 de Agosto de 2003.

El PMA está conformado entonces por fichas que presentan los programas y medidas de manejo ambiental a instaurar para la explotación y desarrollo del campo, a fin de efectuar un control y debido manejo de los residuos a producir que en síntesis corresponderán a los mismos generados durante las pruebas extensas de producción del pozo Campo Rico, optimizar el panorama actual de la operación de las instalaciones existentes y garantizar la prevención, control y mitigación de procesos que pudieren ocasionar el deterioro o desequilibrio del entorno ambiental o sus recursos.

En general, dentro de las instalaciones de superficie descritas en el capítulo 2, se tienen la plataforma y equipos de proceso (sistema de bombeo hidráulico, separador, tanques de tratamiento y almacenamiento, entre otros), sistemas de tratamientos de aguas industriales (canales de captación, skimmer, y piscinas), sistema de manejo de aguas domésticas (canales y ductos de recolección, trampas de grasas y pozo séptico), sistema de manejo de aguas lluvias (cunetas, sedimentadores y trampas de grasas), instalaciones de apoyo, helipuerto, línea de transferencia y cargadero. Estas instalaciones serán las que se van a utilizar en la etapa de

explotación y desarrollo del campo, sobre las cuales se deberán realizar una serie de ajustes conforme se indica en el presente PMA.

La elaboración del presente PMA consideró como referencia los ítems relacionados en los HTER 300 ajustados a la etapa de explotación y desarrollo del campo.

**Cada una de las fichas que componen el PMA contienen:**

**TABLA. 15 FORMATO BÁSICO DE LAS FICHAS DEL PMA**

PROGRAMA	FICHA
----------	-------

Objetivo						
<b>Momento de Ejecución</b>						
<b>Etapa de Explotación y Desarrollo</b>				<b>Etapa de Desmantelamiento</b>		
Impacto Ambiental						
<b>Tipo</b>	<b>Prevenc</b>	<b>Protección</b>	<b>Control</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Restauración</b>	<b>Compensació</b>
de						

<b>Acciones a Desarrollar. Nombre del Programa. Ficha</b>	
<b>Generales</b>	
<b>Específicos</b>	
<b>Tecnologías utilizadas</b>	
<b>Personal requerido</b>	
<b>Lugar de aplicación</b>	
<b>Responsable de la ejecución</b>	
<b>Seguimiento y monitoreo</b>	<b>INDICADORES:</b>

**Objetivo:** Relaciona el propósito de las medidas de manejo indicadas en cada ficha.

- **Etapa de Ejecución:** Hace referencia a cada etapa subsiguiente en este periodo, sintetizadas en la explotación y desarrollo del campo (adecuación de las facilidades existentes y producción comercial) y el desmantelamiento.
- **Impacto Ambiental:** Reseña de impactos producidos por cada actividad inherente al momento de la ejecución, fundamentada en la evaluación de impactos presentada en el Estudio de Impacto Ambiental.
- **Tipo de Medida:** Especifica si la medida formulada es de prevención, protección, control, mitigación, restauración o compensación.
- **Acciones a Desarrollar:** Instrucciones concretas a realizar para el manejo de los impactos identificados.
- **Lugar de Aplicación:** Relaciona los sitios donde deben aplicarse las medidas establecidas.
- **Responsable de la Ejecución:** Indica la entidad responsable de la ejecución y verificación del cumplimiento de las medidas ambientales señaladas, la cual puede ser asumida ya sea por la Unidad Ambiental del Contratista a cargo de la producción comercial del pozo, la Interventoría Ambiental permanente o Auditoría Ambiental periódica (cada 6 meses) o de manera directa por Emerald Energy Plc Sucursal Colombia.
- **Seguimiento y Monitoreo:** Mecanismos de seguimiento y monitoreo de las actividades y medidas consignadas en cada ficha.

**El Plan de Manejo Ambiental comprende entonces los siguientes capítulos, programas y subprogramas:**

## **PROGRAMA 1 – P1: PROGRAMAS Y PROYECTOS DE MANEJO DE ACTIVIDADES DE ADECUACIÓN**

### **SUBPROGRAMA 1 – SP1: CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE ACCESOS**

No se prevén obras o actividades de construcción de accesos por cuanto ya existe una infraestructura vial en óptimas condiciones que permite la llegada a los sitios de interés en Campo Rico (plataforma de los pozos, sitio de captación de agua, y cargadero). Por consiguiente, no aplicarán los siguientes ítems de los HTER 300, dadas las condiciones actuales del proyecto:

- Especificaciones de obras de rectificación.
- Remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos.

- Manejo de botaderos (disposición y manejo de cortes)
- Revegetalización.

Ahora bien, dentro de las acciones a desarrollar aplicables a este subprograma se **considerarán** los siguientes temas, encaminados a la descripción de los accesos como a la definición de las labores menores y muy puntuales de mantenimiento sobre algunos tramos de estos accesos:

- Ficha 1:** Especificaciones de la calzada de los accesos existentes (vía al pozo y carretable al sitio de captación).  
 Manejo de drenajes (cunetas , alcantarillas, cruces de corrientes).  
 Conformación y estabilización de taludes: se limitará a definir obras de estabilización menores para recuperación de algunos taludes de los accesos en mención.
- Ficha 2:** Control de contaminación: Dirigido a la prevención de accidentes o contingencias por el transporte de hidrocarburos en carro tanques y de personal, considerando el paso por asentamientos nucleados y escuelas
- Ficha 3:** Señalización: Indicará de forma global las normas para tránsito y transporte seguro de personal, materiales y crudo.

## **SUBPROGRAMA 2 – SP2: CAMPAMENTOS TRANSITORIOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

Actualmente entre las facilidades dispuestas en la localización de Campo Rico, existen instalaciones acondicionadas para cubrir las necesidades básicas del personal que laborará en la explotación y desarrollo del campo (pernoctante y en jornada laboral diaria), referidas a contenedores adaptados para oficinas, casino y baños entre otros. Por lo tanto, la ficha que corresponde a este subprograma hará relación expresa a la descripción sucinta de estas instalaciones y a los siguientes ítems de los HTER 300:

- Ficha 1:** **Descripción de infraestructura existente.**  
**Ficha 2:** **Utilización de recursos naturales.**

En razón de lo anterior, **no se hará referencia** en esta ficha a los siguientes temas indicados dentro de este aparte en los HTER 300:

- Especificaciones constructivas de los campamentos.
- Criterios de localización.
- Manejo de residuos (tratamiento y disposición): Incluidos dentro del Programa de Manejo de Residuos.

### **SUBPROGRAMA 3: ADECUACIÓN DEL SITIO DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN**

Dado que los temas contemplados en este aparte de los HTER 300 están dirigidos explícitamente a la etapa de construcción de las instalaciones, se tratarán únicamente los puntos que se ajusten a la fase actual del campo abarcando medidas o acciones dirigidas al mejoramiento de la infraestructura ya existente en la plataforma, la línea de transferencia y el cargadero, según las necesidades y deficiencias observadas en la última vista de reconocimiento. Por tal motivo **no se considerarán** los siguientes puntos del HTER 300:

- Criterios y acondicionamientos de la localización.
- Criterios de distribución de las instalaciones.
- Remoción de cobertura vegetal y descapote.
- Manejo de áreas de corte, relleno y botaderos.
- Construcción de Piscinas.
- Criterios de localización de sistemas de tratamiento y disposición de residuos.

Bajo este panorama, **sólo se desarrollarán** los siguientes temas de este subprograma:

**Ficha 1:** Descripción de las instalaciones existentes: localización, cargadero y línea de flujo. Sugiere una serie de obras tendientes al mejoramiento de las condiciones técnicas y ambientales actuales.

**Ficha 2:** Distribución y manejo de drenajes naturales y sistemas de aguas (lluvias y residuales) instaurado en las facilidades.

Conformación y estabilización de taludes: referido a labores de estabilización de taludes existentes en Campo Rico esencialmente.

**Revegetalización de áreas intervenidas:** Dirigido principalmente a proteger drenajes y fuentes hídricas dentro del área de influencia directa y hacia la etapa de desmantelamiento.

## **PROGRAMA 2 – P2: MANEJO DE RESIDUOS**

### **SUBPROGRAMA 1 – SP1: AGUAS RESIDUALES**

**Esta ficha cubrirá:**

- Aguas residuales domésticas.
- Aguas residuales industriales.
- Aguas lluvias.

### **SUBPROGRAMA 2 – SP2: RESIDUOS SÓLIDOS**

**Este programa cobijará:**

- Residuos peligrosos
- Residuos domésticos
- Otros residuos: enfocado a residuos de carácter industrial no peligrosos.

### **SUBPROGRAMA 3 –SP3: AIRE Y RUIDO**

Se encaminará a las emisiones que se presentan en la fase de ejecución actual, comunes para la etapa de explotación y desarrollo del campo.

## **PROGRAMA DE MANEJO DE MATERIALES RADIATIVOS**

No aplica, dado que en la fase actual del pozo no se manejan este tipo de residuos.

## **PROGRAMA 3 – P3: PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

No considerará el punto relacionado a seguimiento en áreas de interés arqueológico, debido a que no se tiene previsto la realización de nuevas obras que eventualmente puedan afectar hallazgos de esta naturaleza. Por otra parte y de acuerdo con los estudios realizados es nula la posibilidad de encontrar vestigios de este tipo. En conclusión, se tratarán los siguientes temas:

**Ficha 1:** Seguimiento a la Gestión Social

**Ficha 2:** Monitoreo de Recursos Naturales: relativos a monitoreos periódicos de calidad de aguas, control y verificación de los condicionamientos en el manejo de cobertura vegetal y seguimiento y control a los procesos erosivos ocasionados o dinamizados por el proyecto.

**Ficha 3:** Monitoreo de Sistemas de Tratamiento y Disposición de Residuos: contempla aguas residuales y residuos sólidos domésticos e industriales.

#### **PROGRAMA 4 – P4: INFORMES DE AVANCE Y CUMPLIMIENTO**

Hace referencia a los informes anuales que se deberán presentar durante la etapa de explotación y desarrollo del campo.

#### **COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Se incluye una tabla donde se relacionan los costos que tendrá la implementación de cada proyecto.

**CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.** Se presentará un cronograma que asocie la ejecución de labores de mantenimiento y de seguimiento y monitoreo durante la explotación y desarrollo del campo.

**6.4.3 Lineamientos Generales Plan De Contingencia.** En este aparte, se tratarán de forma genérica los lineamientos y aspectos organizacionales y operativos a considerar en el evento de una emergencia durante la etapa de explotación y desarrollo de Campo Rico, complementados con los procedimientos incluidos dentro de los Planes de

Contingencia (incluye estación, línea de transferencia y cargadero) y para el transporte por carro tanque del crudo producido por este pozo desde el cargadero hasta Araguaney ECOPETROL y Campo Santiago PETROBRAS

**6.4.3.1 Procedimientos Operativos.** Para operar el Plan de Contingencia de las instalaciones en mención, Emerald Energy Plc Sucursal Colombia cuenta con una estructura organizacional constituida por:

- Director del Plan en escena.
- Jefe de cuentas de gastos.
- Asesor legal y de asuntos externos.
- Jefe de acción
- Jefe de acción inmediata.
- Jefe de seguridad industrial.
- Jefe de bodega.
- Cuadrillas de apoyo:
  - Cuadrilla de Contención y Recuperación.
  - Cuadrilla de Transporte de Crudo Recuperado.
  - Cuadrilla de Comunicaciones.
  - Cuadrilla de Equipos.
  - Cuadrilla de Limpieza.
  - Cuadrilla de Contra incendio.
  - Cuadrilla de Rescate y Primeros Auxilios.

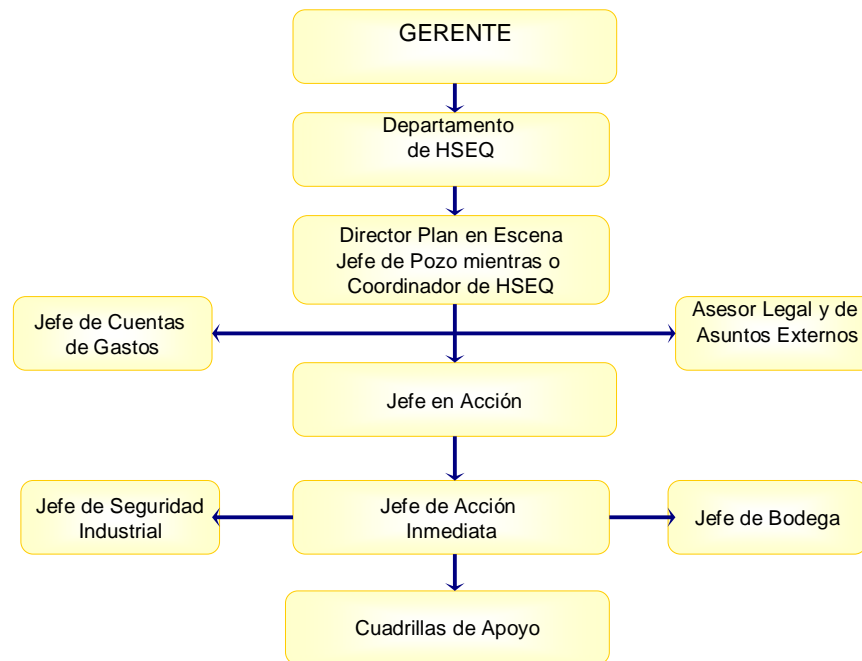
**6.4.3.2 Funciones y Responsabilidad dentro del Plan de Contingencia.** Las funciones y actividades que debe desempeñar el personal encargado para activar el plan de contingencia y atender cualquier tipo de emergencia se presentan a continuación.

- **Director General del Plan.** La dirección del Plan está a cargo del Jefe de Pozo, responsable por ejercer un control integral de la contingencia, garantizar el cumplimiento del programa de preparación para contingencias asegurando los medios administrativos necesarios para su

implantación, mantenimiento y puesta en práctica en fases de entrenamiento y situaciones de emergencia. Para lo anterior desarrollará las siguientes funciones:

- Mantener en todo momento comunicación directa con el Jefe de Acción para evaluar la magnitud del evento, coordinar el manejo integral de la contingencia, determinar el avance de las acciones de control, la efectividad de las operaciones y las necesidades de apoyo del personal.
- Tomar la decisión de suspender las acciones de control y abandonar el área si fuese necesario.

**FIGURA 19. ORGANIGRAMA Y FUNCIONES DEL PERSONAL INVOLUCRADO**



- Mantener informado a la Gerencia y Departamento de HSE sobre el desarrollo de la situación.
- Manejar las relaciones con las autoridades locales: Alcaldía, Policía, Ejército, Corporación Autónoma Regional y Ministerio del Medio Ambiente.

- Decidir, comunicar y manejar la información a suministrar a los medios de comunicación pública.
- Definir la necesidad de apoyo de entidades externas (otras empresas particulares o estatales)

- **Asesor Legal y de Asuntos Externos**

Sus funciones son:

- Apoyar al Director del Plan en la notificación a las autoridades sobre la contingencia.
- Asesorar al Jefe de Acción en la notificación a los propietarios de predios potencialmente afectados ya sea por la contingencia o por las actividades de control.
- Asesorar al Director del Plan en la evaluación y pago de los daños ocasionados.
- Presentar las demandas correspondientes cuando la contingencia ocurre por sabotaje.
- Evaluar los daños causados por la contingencia y aportar todas las pruebas necesarias para defenderse en caso de demandas a la Compañía.

- **Jefe de Cuentas de Gastos.** Mantener el registro de los gastos que ocasione la contingencia ordenados por el Jefe de Acción, y además mantener la siguiente información:

- Personal de la Compañía.
- Personal a destajo.
- Equipo alquilado.
- Vehículos utilizados.
- Implementos de apoyo comprados.
- Alimentos suministrados.
- Daños causados.
- Otros costos facturados.

- **Jefe de Acción.** El jefe de acción conoce las estrategias y directrices corporativas de la Empresa en planeación de emergencias; es el encargado de integrar todos los grupos de apoyo desarrollando las siguientes acciones:

- Mantener la comunicación con el Director del Plan, presentando informes escritos internos que indiquen el avance sobre la contingencia y eficiencia de las acciones adelantadas.
- Definir las estrategias técnicas para el control de la contingencia y el punto o puntos de control a operar.
- Coordinar con el Asesor Legal el manejo de la información a los propietarios de los predios, inmediata o potencialmente afectados por la emergencia.
- Recomendar y/o solicitar al Director del Plan la asesoría de especialistas o la necesidad de colaboración de otras empresas o entidades locales.
- Establecer contacto y coordinar el apoyo externo de entidades especializadas en emergencias (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, Hospitales, Servicios de Salud).
- Tomar las decisiones que impliquen la contratación de personas o compra de materiales requeridos directa o indirectamente para el control de la contingencia a través del Jefe de Cuentas de Gastos.
  
- Velar por la protección de las personas y equipos que intervienen cuando se presenta una contingencia, manteniendo comunicación con la autoridad militar o de policía que se encuentre apoyando su control, asegurando el cumplimiento de las funciones de Protección y Vigilancia por parte de algún funcionario de la Empresa.

Una vez concluida la contingencia, realizar la evaluación del Plan junto con el Director, el Jefe de Acción Inmediata y el Coordinador de "Oil SIP" para Colombia (esta labor se efectuará basándose en la experiencia obtenida en la contingencia y a los informes internos del personal que halla participado).

- **Jefe de Acción Inmediata.**

- Manejar y coordinar las actividades de contención del derrame y recuperación del crudo.
- Desplazarse al sitio del accidente y evaluar las características específicas del incidente y de su origen (determina localización – magnitud – área afectada).
- Dirigir y establecer las operaciones de contención de la fuente, escogiendo los métodos y equipos para contención y recuperación que se utilizarán según los puntos

de control escogidos y las características del sitio de la emergencia en coordinación con el Jefe de Acción.

- Manejo del suministro de equipos y personal de apoyo para el manejo de la contingencia.
  - Manejar las circunstancias de variaciones a las condiciones planteadas por el plan ocasionadas por condiciones climáticas o variaciones topográficas debido a problemas erosivos a causas de la misma contingencia.
  - Anticipar los cambios potenciales de la contingencia e identificar los recursos requeridos.
  - Definir la necesidad del uso de maquinaria pesada y de personal a destajo adicional y solicitarlos al Jefe de Acción.
  - Manejar y coordinar las actividades de dispersión y eliminación de las manchas y residuos generados por la emergencia.
  - Coordinar la operación del transporte de crudo con la cuadrilla establecida para el efecto.
  - Programar las actividades de limpieza y recuperación.
  - Evaluar y optimizar la eficiencia de las respuestas.
  - Vigilar la protección de las áreas críticas.
  - Preparar informes internos sobre las circunstancias y desenvolvimiento de la contingencia.
  - Manejar y coordinar las actividades de monitoreo y control posterior a la contingencia.
- **Coordinador de HSE.** Es la persona que conoce los sistemas de seguridad y control de las instalaciones, cuenta con experiencia y entrenamiento en consecución de ayuda logística para el manejo de un derrame. Sus funciones son:
    - Establecer la concentración de hidrocarburo o crudo volátil y la presencia de gases tóxicos o asfixiantes en el área del incidente y valorar los riesgos existentes.
    - Evaluar las medidas especiales de protección que se han de tomar y autorizar el ingreso del personal al área de las operaciones.
    - Organizar el área de trabajo, señalizando adecuadamente las áreas peligrosas con equipos pesados, las áreas de circulación y las restricciones que se han de mantener.
    - Establecer si los equipos disponibles para el Plan de Contingencia se encuentran en buen estado y cumplen con las normas de seguridad.

- Comunicar al Jefe De Acción Inmediata las precauciones que se deben observar en el sitio de trabajo, referentes a equipos, manejo y movilización.
  - Asegurar que siempre haya condiciones fáciles y despejadas del sitio de trabajo, para ser utilizadas en caso de emergencia durante las acciones de control.
  - Establecer y reportar las causas de los accidentes ocurridos durante las maniobras, con el fin de tomar las medidas correctivas del caso.
  - Dar instrucciones sobre la disposición de residuos y materiales peligrosos.
  - Asesorar a los equipos de acción de control de derrames en los procedimientos para evitar mayores contaminaciones en las actividades de recolección.
- **Jefe de Bodega.** Sus funciones son:
    - Conseguir y suministrar el apoyo de los contratistas de equipo pesado solicitados por el Director del Plan.
    - Conseguir el apoyo del personal contratista necesario para las labores de recolección y limpieza requeridas en la contingencia.
    - Conseguir y suministrar el apoyo para transporte de crudo recolectado en la contingencia.
    - Coordinación del programa de mantenimiento preventivo y reactivo de los equipos de contingencia.
- **Cuadrillas de Apoyo.** Conformadas con el personal auxiliar del campo y habitantes de la región (dirigidos por el Jefe de Acción), teniendo a su cargo la operación de equipos y herramientas para atender la emergencia, recuperación de los sectores afectados y comunicaciones, entre otros aspectos.

**6.4.3.3 Procedimiento de Notificación y Alerta: Respuesta y Definición de Prioridades de Acción, Protección y Limpieza.** El procedimiento de notificación define los canales de comunicación por medio del cual el Director del Plan de Contingencias y el Jefe de Acción Inmediata se enteran de la emergencia y ponen en marcha el Plan.

Una emergencia puede ocurrir por un accidente, fallas operacionales o por acción de un sabotaje. Los procedimientos iniciales para el control de contingencias son:

- Identificar el lugar y tipo de emergencia.
- Avisar al Jefe de Acción del Plan.
- Si hay lesionados trasladarlos para prestación de primeros auxilios.

Todos los empleados o contratistas que eventualmente se encuentren en la zona y que detecten alguna contingencia en la línea de transferencia, plataforma, cargadero o accesos del Campo Rico deben notificarse inmediatamente al Director del Plan, Jefe de Acción, al Jefe de Acción Inmediata o al personal de operaciones.

**6.4.3.4 Plan de Acción y Toma de Decisiones.** El Plan de Acción y Toma de Decisiones es la herramienta mediante la cual se asigna al personal su posición y función durante la emergencia. En caso de una contingencia, ante todo debe considerarse si el derrame se produce en tierra o en agua, y si se produjo incendio o explosión, ya que en cada una de estas situaciones se deben tomar las respectivas medidas de control, recuperación y limpieza.

Cuanto menor sea el tiempo de respuesta a una contingencia, menor será la magnitud de los daños originados por la misma. Aunque las acciones a tomar dependen del tipo de accidente, como regla general, si este ocurre, se deben efectuar las siguientes acciones, las cuales son una guía en la toma de decisiones por parte del personal encargado de dirigir y coordinar el plan:

Los procedimientos generales para el plan de acción y toma de decisiones son:

- La persona que tenga conocimiento directo de un derrame de crudo, incendio o explosión a lo largo de la línea de transferencia, accesos o plataforma de Campo Rico lo reporta inmediatamente a las autoridades de la población más cercana, en la inspección de policía, en la Alcaldía, en oficinas de Telecom., o a autoridades militares, quienes a su vez informarán directamente al operador a cargo de Campo Rico.

- El operador del campo, o la persona encargada de comunicaciones informarán al Jefe de Acción Inmediata, quien identificará el lugar, tipo de emergencia, evaluará la situación, si hay lesionados organizará su traslado para prestación de primeros auxilios.

Si la emergencia es limitada (connato de incendio, derrame o fuga de gas pequeña), basta con tomar las medidas básicas de control interno para neutralizarla o eliminarla, sin que se afecte la continuidad de las operaciones.

- Procede a ordenar la ejecución de las medidas pertinentes (de acuerdo con los procedimientos necesarios según el tipo de emergencia) por parte de los operadores y demás personal a su cargo en el campo.
- Consulta y aplica los procedimientos y estrategias incluidos en el Plan de Contingencia (Campo Rico o al de transporte de crudo por carro tanque).
- Inmediatamente aplicadas las medidas de control de la situación, informará por radio o telefónicamente, al Director o Jefe de Acción del Plan de Contingencia.

Si la emergencia reviste gravedad moderada, limitándose a un área o equipo específico, requiriendo medidas especiales de control internas y posible necesidad de apoyo externo para neutralizarla o eliminarla:

- Procede a ordenar la ejecución de las medidas básicas de control interno, neutralización de los equipos necesarios, operaciones de extinción o de contención, recolección y limpieza.
- Consulta y aplica los procedimientos y estrategias mostrados en el Plan de Contingencia que corresponde ya sea a la plataforma del Pozo Campo Rico o al de transporte de crudo por carro tanque.
- Preparará su personal para la llegada del equipo de contingencia.

Si la emergencia reviste gravedad elevada ya sea porque ha afectado equipos importantes, pone en peligro la seguridad del personal que labora en el campo, amenaza con salirse y ocupar predios

vecinos o afecta componentes naturales activos (cuerpos de agua, manchas boscosas, poblaciones animales).

- Procede a ordenar la ejecución de las medidas básicas de control interno, neutralización de los equipos necesarios, operaciones de extinción o de contención, recolección y limpieza.
- Consulta y aplica los procedimientos y estrategias mostrados en el Plan de Manejo Ambiental respectivo.
- Inmediatamente aplicadas las medidas de control de la situación, informará por radio o telefónicamente, al Director del Plan o Jefe de Acción, quien pondrá en marcha el plan.
- Evalúa y decide la necesidad de evacuación de su personal, grupos poblacionales humanos o animales.
- Preparar a su personal para la llegada del equipo de contingencia.

Cuando se requiera la actuación del equipo de control de contingencias, todo el personal (excluyendo el irremovible por consideraciones de operación) en el sitio afectado y en el resto del área, quedará a disposición de formar parte del equipo de emergencia de acuerdo al organigrama descrito y bajo la dirección del Jefe de Acción y del Jefe de Acción Inmediata, quienes actuarán como sigue:

- Procederán a impartir las órdenes necesarias de traslado de personal y equipo desde el punto de almacenamiento hasta el lugar del hecho, de acuerdo con el tipo de contingencia.
- Supervisará la ejecución del procedimiento de control de contingencias, decidirá sobre imprevistos y modificará el plan de acción de acuerdo con ellos.
- Se mantendrá en contacto con el Director del Plan a quien informará y solicitará ayudas externas.
- Preparar a su personal para la llegada de la ayuda externa, si esta se requiere, y coordinará las acciones que dentro de este contexto deban realizarse.

En general, en cualquiera de las posibles contingencias, se realizará la evaluación preliminar y obtenida la autorización del Director del Plan para iniciar actividades, el Jefe de Acción o Jefe de Acción Inmediata se traslada al sitio de la emergencia e inicia la coordinación de sus cuadrillas.

En el caso de la línea de transferencia, se procederá de la siguiente forma:

- Si no es significativo el cambio de presión en el bombeo, sin suspenderlo se procede a evaluar la contingencia, identificando sitio y magnitud del derrame, elaborando el informe inicial y actuando de acuerdo al procedimiento de notificación.
- Si el cambio de presión es significativo, este se debe suspender de inmediato y proceder a evaluar la contingencia, de acuerdo a procedimiento general del Plan de Acción y Toma de Decisiones, informando al Director del Plan.
- Si se trata de un derrame proveniente de la línea de flujo o acceso, no se suspenderán las labores normales de campo a excepción de una orden expresa del Director del Plan, para proceder a evaluar la contingencia, elaborando el informe inicial en apoyo del Jefe de Acción y actuando de acuerdo al procedimiento general del Plan de Acción y Toma de Decisiones.
- Si la emergencia se debe al derrame de uno o varios de los tanques de almacenamiento de crudo, se deberán suspender inmediatamente todas las labores y evacuar inmediatamente al personal que se encuentre dentro de la zona de riesgo.
- Se evalúan las condiciones de seguridad existentes para establecer si se autoriza la entrada del personal al área y se establece la magnitud de la contingencia, actuando de acuerdo al procedimiento del Plan de Acción y Toma de Decisiones.
- En caso de que el crudo haya superado los muros de protección inicial, se identifica la posible ruta del derrame, las zonas sensibles y los puntos de control a utilizar.
- Establecer si se necesita apoyo y recursos adicionales para la limpieza.
- Limpiar y restaurar las áreas afectadas.

- Subsanan daños a terceros.
- Iniciar monitoreo del área afectada.

**6.4.3.5 Reporte Inicial de Contingencia.** Con el fin de tener una documentación adecuada sobre el evento, deben llenarse formularios para su descripción, lo mismo que para la evaluación de los daños y la funcionalidad del Plan de Contingencia respectivo.

Así dentro de sus funciones, el Jefe de Acción Inmediata tendrá a su cargo registrar la detallada documentación del accidente, incluyendo un informe evaluativo de la emergencia que contenga todas las observaciones sobre los problemas encontrados, la efectividad en los tiempos de respuesta y la utilidad de los puntos de control y de las técnicas de recuperación; también considerará las fallas en el sistema de comunicación y los vacíos existentes en el Plan de Contingencia, para que con base en estas evaluaciones, este se ajuste posteriormente. Debe registrarse además de la fecha y hora del suceso, los datos de quien la reportó, las condiciones climáticas, su distancia al sitio poblado más cercano y la causa probable. Igualmente es de mucho interés el volumen derramado y la apreciación sobre los esfuerzos para recuperarlo. Finalmente, es importante anotar si hubo personas o propiedades privadas afectadas.

**6.4.3.6 Informe Final de Contingencia.** Se debe enviar un informe general sobre la contingencia a las entidades encargadas del manejo del recurso, indicando las labores que se realizaron y/o están realizando para su contención, limpieza y acondicionamiento para evitar la recurrencia. También se debe enviar un informe final al coordinador del Oil Spill y casa matriz.

Igualmente se evaluarán las repercusiones de la contingencia sobre el entorno circundante y sus implicaciones sobre cuerpos de agua, vegetación, cultivos y demás actividades vecinas: dicha información se enviará en copia a las autoridades ambientales y al Instituto Colombiano del Petróleo (I.C.P).

**6.4.3.7 Comunicaciones.** Habrá una cuadrilla del operador a cargo de tal labor, cubriendo las siguientes funciones:

- Operar el centro de comunicaciones en Campo Rico.
- Manejo de las comunicaciones internas de la empresa, con el fin de conseguir de una manera rápida la ayuda logística.
- Avisar al Jefe de Acción Inmediata y Jefe de Acción.
- Recibir y transmitir a quien corresponda, todas las comunicaciones que se generen a partir del momento en que se active el Plan de Contingencia, hasta que se hayan ejecutado todas las labores de control.

**En caso de una llamada de emergencia, registrar por escrito:**

- Lugar y tipo de emergencia.
- Descripción de la emergencia.
- Servicio solicitado.
- Atención médica y/o ambulancia.
- Bomberos.
- Equipos de contención de derrames.
- Identificación de la persona que informa.

**6.4.3.8 Eficacia y Eficiencia del Plan de Contingencia.** Una vez se hayan terminado las labores de contención, recolección y limpieza, se debe adelantar con la responsabilidad del Director del Plan, un análisis de los métodos y equipos de seguridad y atención de la emergencia utilizados, así como de los accidentes que se hayan podido ocasionar por la activación del Plan de Contingencia, con el fin de hacer los correctivos necesarios y así evaluar la eficacia y eficiencia de este plan.

**6.4.3.9 Capacidad Operativa de los Equipos Existentes.** Los equipos de atención de contingencias con que contará el Campo Rico serán sometidos a inventario e inspección periódicas para mantener recursos suficientes y adecuados para una eventual

emergencia, ya sea que ésta ocurra en Campo Rico, en las líneas de transferencia, en el cargadero o accesos utilizados para el transporte de crudo hacia los sitios de tratamiento final. La bodega de materiales con que cuenta el campo está ubicada en un sitio estratégico y de fácil acceso; con el fin de que la salida con equipos y materiales sea rápida y lo menos traumática hacia el área de afectación.

#### **6.4.4 Recomendaciones Ambientales**

- No deben existir afluentes contaminando los cuerpos de agua.
- Minimizar las contaminaciones atmosféricas y realizar correctamente todos los procedimientos operacionales que colaboren con este propósito.
- Buscar la arborización y preservación de las zonas verdes del área.
- Mantener siempre limpia todas las áreas de trabajo.
- Los reboses, desnatadotes y tanques de residuos, deben ser supervisados continuamente, mantenidos en buenas condiciones operacionales y limpias.
- Disponer toda la chatarra generada en el campo, en un sitio especial
- Cuando un equipo o tubería este fuera de servicio, señalar correctamente el área.
- Disponer los residuos, en cada uno de los recipientes existentes para este propósito dependiendo del tipo de desecho.
- Buscar siempre que las ampliaciones y diseños futuros sean acordes con las políticas ambientales de la empresa.

- No utilizar inapropiadamente y sin control alguno el agua que puedan proporcionar los sistemas hídricos cercanos.
- No verter agua salada a los campos ni cultivos por que los cloruros presentes en este tipo de agua reducen la fertilidad de los suelos.
- Cumplir el programa de reciclaje.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se logro desarrollar una herramienta única, que además de cumplir con los objetivos planteados al comienzo del proyecto, llenó las expectativas tanto del equipo de producción como de Emerald Energy, empresa que financió el proyecto, y demás inversionistas, Logrando la implementación de esta herramienta no solo en “campo Rico” sino en todos los campos propiedad de Emerald.Energy.
- Se creó una herramienta flexible, siendo capaz de adaptarse a las variaciones en los requerimientos diarios del campo, pues, la actualización del presente manual, se puede hacer de una forma muy sencilla.
- Con la implementación de ésta herramienta se logró dar a conocer a todo el personal que labora en campo la existencia del manual de procedimientos de “Campo Rico” y fomentar entre los trabajadores el uso del computador y de la intranet de la compañía eliminando temores y demostrando la facilidad del uso de la herramienta.
- Se proporcionó al personal que labora en el campo “Campo Rico”, una herramienta de fácil acceso para la solución de los problemas que se presentan a diario. Además, éste manual interactivo sirve como medio de entrenamiento para el personal nuevo de la empresa, pues, la falta de conocimiento del correcto funcionamiento del campo por parte de los operadores, puede ocasionar distintos problemas operacionales, que conllevan a la pérdida de las especificaciones del crudo, paradas de la producción o en el peor de los casos pérdidas de vidas humanas.
- Con la implementación de ésta herramienta, podemos concluir la importancia que tiene un manual de procedimientos en un campo petrolero, y además, que se sepa de la existencia de éste, de su uso y consulta frecuente. Ya que se pudo tener la experiencia con empleados que habían pertenecido a otras empresas y que comentaron de la existencia de manuales (libros), que nunca se consultaban; ya que ni sabían dónde estaban y nunca los habían visto.

- Con la elaboración de los manuales operativos de “Campo Rico”, se dio un paso muy importante para lograr la certificación como campo petrolero por parte de Ecopetrol, ya que cumple con parte de las exigencias, como lo son: la estandarización de los procedimientos del operador y la creación de un documento que colabore al operador para tomar decisiones en la realización de tareas críticas.
- El efecto de la implementación del manual de procedimientos, debe traer consigo resultados de gran importancia en el desempeño del grupo, en especial, porque debe lograr cambiar la visión de las personas que trabajan en el campo, hacia una idea futura, entendiendo la necesidad del aprendizaje continuo y la formación adecuada en el momento justo.
- Se puede concluir también, la inoperancia de un manual de procedimientos (libro), ya que en el desarrollo de las actividades diarias de campo, se ponen en evaluación cada uno de los procedimientos realizados, dando como resultado una etapa vital que constituye la oportunidad de analizar los criterios que determinan los procedimientos que se siguen, y así tomar la determinación de cambiar o modificar los establecidos en la etapa previa a la elaboración de los manuales. Esto se puede conseguir fácilmente con la utilización de esta herramienta ya que permite la actualización de la información de una manera rápida y sencilla.

## **ANEXO**

### **A 1 MANUAL DEL USUARIO**

El manual del usuario es una guía práctica, amable e ilustrativa para el óptimo manejo y uso de la herramienta. Que permite conocer cómo acceder a la información contenida en manual interactivo de procedimientos de CAMPO RICO, aunque, éste está diseñado de forma tal que es muy fácil su ejecución y no hay que tener estudios previos de la metodología de manejo para acceder a la información y al software en si.

En este, se puede encontrar la descripción de la presentación, en la cual fue almacenada la información para tener la claridad de saber a qué ítem dirigimos ante un tema determinado y así poder encontrarlo de forma rápida y optimizar el software.

En este manual, podemos encontrar desde una forma fácil para acceder a la información que necesitamos, hasta la forma de cambiar la información y corregir datos erróneos o desactualizados que podamos encontrar en nuestro recorrido por la herramienta software.

A continuación se realiza una descripción detallada de las secciones que componen el software.

#### **A 1.1 PÁGINA PRINCIPAL**

Al iniciar el programa, entramos en lo que se llama un Marco, el cual enlaza todos los pequeños subprogramas que conforman el software, este tiene una presentación amable que invita al usuario a utilizar la herramienta.

Se encuentra una introducción, que contiene los menús principales (botones de color azul), en los cuales, podemos encontrar la información que corresponde a cada uno de los títulos, que es la forma en que se encuentra organizada la información, estos se accionan al hacer click sobre ellos.



En el menú principal, podemos encontrar los primeros cinco títulos que corresponden en su orden a los títulos de cada uno de los capítulos del manual.

- Instalaciones de producción.
- Procesos y equipos.
- Problemas y soluciones.
- Procedimientos.
- HSE.

En los siguientes botones, encontramos un vínculo fácil donde podemos acceder a formatos y guías de uso frecuente en el campo.

Al pulsar en estos botones, aparece la lista de los formatos existentes, que se pueden imprimir haciendo click con el botón derecho del Mouse, el cual muestra un menú interno de HTML que da la opción de imprimir.

**FIGURA 22 OPCIÓN IMPRIMIR**



Los siguientes botones que se encuentran en su orden son:

- Formatos Producción.
- Formatos HSE.
- Guías HSE.

A continuación, se encuentran los botones que contienen gráficas de procesos y características de cada uno de los pozos que conforman el campo.

- Diagramas de procesos.
- CR-1.
- CR-2.
- CR-3.

FIGURA 23 GRÁFICOS



## A 2 CONTENIDO POR CAPÍTULOS

### A 2.1 Instalaciones de producción.

Este botón, da la entrada al primer capítulo en el cual se puede entrar haciendo click.

El capítulo contiene objetivos, generalidades del campo, facilidades de superficie, descripción general del proceso, sistema organizacional, y las funciones de cada una de las personas necesarias en el campo.

FIGURA 24 INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN



Al hacer click en el botón del primer capítulo, se accede a éste por medio de un menú que relaciona el contenido ya mencionado.

FIGURA 25 SUB MENU PRIMER CAPITULO



La nueva pantalla que aparece, contiene la información del subtítulo seleccionado, además, tiene botones de acceso a los demás subtítulos del submenú del primer capítulo, que se activan con sólo hacer click. Dando paso a nuevas pantallas con nueva información.

En este capítulo encontramos los siguientes títulos y subtítulos:

**TABLA 16** Contenido Primer Capítulo

TITULOS	SUBTITULOS
<a href="#"><u>Objetivos</u></a>	
<a href="#"><u>Generalidades</u></a>	
<a href="#"><u>Facilidades de Superficie</u></a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipos</li> <li>➤ Sistemas Operacionales Básicos</li> </ul>
<a href="#"><u>Descripción General del Proceso</u></a>	
<a href="#"><u>Sistema organizacional</u></a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diagrama</li> </ul>
<a href="#"><u>Funciones</u></a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ingeniero de Producción</li> <li>➤ Supervisor</li> <li>➤ Operador A</li> <li>➤ Operador B</li> <li>➤ Auxiliar de Producción</li> <li>➤ Obrero de Patio</li> </ul>

Al entrar a la pantalla de funciones, aparece otro submenú, ya que se cuenta con diferentes cargos en Campo Rico y en ésta se ilustran las diferentes funciones a cargo de cada uno del personal del Campo, y se tiene acceso a la información con un click sobre el subtítulo de interés.

**FIGURA 26 MENU FUNCIONES**



## A 2.2 Procesos y Equipos

Este constituye el segundo capítulo, y podemos encontrar los principales sistemas operacionales del campo y las especificaciones en las que trabaja cada uno de ellos, así como también, los fundamentos teóricos que complementan y ayudan a la comprensión y estudio de cada una de las partes que lo componen.

**FIGURA 27 PROCESOS Y EQUIPOS**



Se ingresa con solo hacer click y aparece otra pantalla con un submenú que conduce a diferentes temas relacionados allí.

Se puede acceder a cualquiera de ellos haciendo click sobre el seleccionado y al hacerlo aparecerá una pantalla con el tema específico.

**FIGURA 28 SUB MENU SEGUNDO CAPITULO**



En esta pantalla, se encuentran también, botones que dan la opción de acceder a otros temas relacionados (botones de color amarillo), como lo son: las bombas centrífugas y reciprocantes, encontrando fundamentación teórica, mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos.

Los temas que comprenden en este capítulo, están relacionados en el siguiente cuadro con los respectivos títulos, subtítulos y contenidos como una guía de los temas que se pueden encontrar:

**TABLA 17 Contenido Segundo Capítulo**

TITULOS	SUBTITULOS
<p style="text-align: center;"><u><a href="#">Levantamiento Artificial por bombeo hidráulico</a></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bombeo Hidráulico                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos</li> <li>• Fundamentación Teórica</li> </ul> </li> <li>➤ Descripción del proceso</li> <li>➤ Bombas Centrífugas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> </ul> </li> <li>➤ Bombas Reciprocantes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> </ul> </li> <li>➤ Normas de seguridad</li> </ul>

<p><u>Proceso de Recepción de Fluidos</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recepción de Fluidos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos</li> <li>• Descripción del Proceso</li> <li>• Operación</li> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> <li>• Normas de Seguridad</li> </ul> </li> <li>➤ Imágenes Fotográficas</li> <li>➤ Diagrama</li> </ul>
<p><u>Proceso de Inyección de Químicos</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción del Proceso</li> <li>➤ Bombas Dosificadoras</li> <li>➤ Operación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> </ul> </li> <li>➤ Normas de Seguridad</li> </ul>
<p><u>Proceso de Calentamiento en El Gun Barrel</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calentamiento en el Gun Barrel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos Teóricos</li> </ul> </li> <li>➤ Equipos Utilizados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caldera</li> <li>• Quemador</li> <li>• Operación</li> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> </ul> </li> <li>➤ Normas de Seguridad</li> <li>➤ Imágenes Fotográficas</li> </ul>
<p><u>Proceso de Almacenamiento</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Almacenamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo</li> <li>• Fundamentación Teórica</li> </ul> </li> <li>➤ Descripción del Proceso</li> <li>➤ Características Técnicas de los Equipos</li> <li>➤ Mantenimiento de los Equipos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de Seguridad</li> </ul> </li> <li>➤ Imágenes Fotográficas</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><u><a href="#">Proceso de Tratamiento Aguas Residuales</a></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aguas Residuales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del Proceso</li> <li>• Fundamentos Teóricos</li> </ul> </li> <li>➤ Equipos Utilizados</li> <li>➤ Skimmer</li> <li>➤ Piscinas</li> <li>➤ Características Técnicas de las Bombas</li> <li>➤ Torres de Enfriamiento</li> <li>➤ Aireadores</li> <li>➤ Aguas Residuales Domesticas</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u><a href="#">Sistema de Recirculación</a></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción del Proceso</li> <li>➤ Características de los Equipos</li> <li>➤ Operación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> <li>• Normas de Seguridad</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u><a href="#">Sistema de Generación Eléctrica</a></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Generación Eléctrica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del Proceso</li> <li>• Características Técnicas</li> </ul> </li> <li>➤ Mantenimiento de los Equipos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de Seguridad</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u><a href="#">Sistema de Cargue Carrotanques</a></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción del Proceso</li> <li>➤ Operación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Tanques</li> <li>• Cargue Carrotanques</li> <li>• Mantenimiento de los Equipos</li> <li>• Normas de Seguridad</li> </ul> </li> <li>➤ Imágenes Fotográficas</li> <li>➤ Diagrama del Proceso</li> </ul>

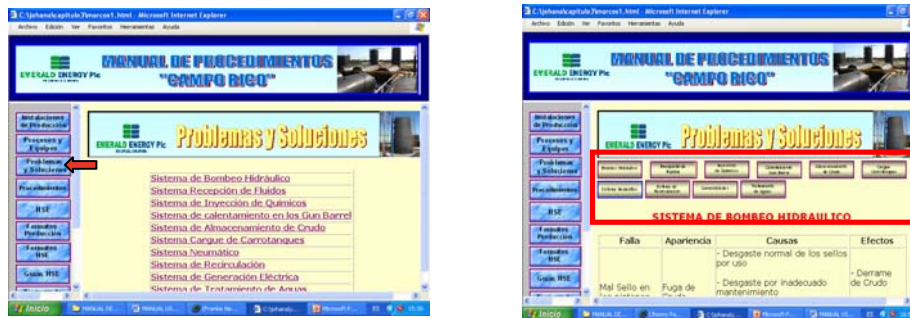
## Suministro Agua potable

- Descripción del Proceso
- Características de los Equipos
- Mantenimiento de los Equipos
- Dosificación Productos Químicos
- Normas de Seguridad

### A 2.3 Problemas y Soluciones

Este es el capítulo número tres, en la primera ventana se accede a un menú, que ilustra los temas involucrados en éste. Se entra al hacer click sobre el tema de interés, como en los capítulos anteriores, al ingresar en un título cualquiera, éste da la entrada a una nueva ventana, que incluye la información del tema que se encuentra organizada en cuadros sinópticos. Para relacionar el contenido que lo compone. Se encuentran, también, botones de acceso a los otros subtítulos del mismo (botones color amarillo), ubicados en la parte superior del recuadro.

FIGURA 29 PROBLEMAS Y SOLUCIONES



Los temas comprendidos en este capítulo, se mencionan en la siguiente tabla, relacionando los temas del menú principal, con los subtemas contenidos en cada uno de ellos.

**TABLA 18** Contenido Tercer Capítulo

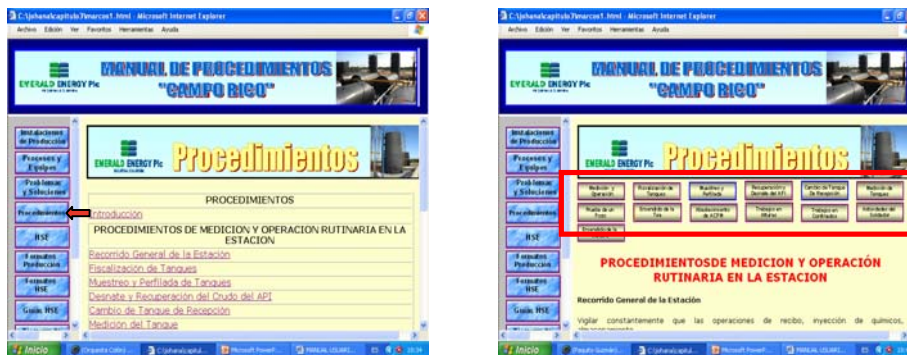
TITULOS	SUBTITULOS
<p><a href="#"><u>Sistema de Bombeo Hidráulico</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mal sello en los pistones</li> <li>➤ Presión elevada en la descarga</li> <li>➤ Elevada temperatura del motor</li> </ul>
<p><a href="#"><u>Sistema Recepción de Fluidos</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rotura en la línea</li> <li>➤ Paso de fluido por la línea con válvulas cerradas.</li> </ul>
<p><a href="#"><u>Sistema de Inyección de Químicos</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alta o baja cantidad de químico inyectado</li> <li>➤ Alta o baja presión en la descarga de la bomba.</li> <li>➤ Baja calidad del químico</li> <li>➤ Cheques de la bomba en mal estado</li> <li>➤ Parada de la bomba de inyección de químicos</li> </ul>
<p><a href="#"><u>Sistema de calentamiento en los Gun Barrel</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No hay señalización en el panel de control de la caldera</li> <li>➤ El soplador arranca el piloto enciende pero no hay llama</li> <li>➤ El soplador arranca pero el piloto no enciende.</li> <li>➤ Drástica caída en la presión de proceso</li> <li>➤ Aumento en la temperatura del proceso</li> <li>➤ Rebose de aceite térmico del tanque de almacenamiento.</li> <li>➤ Disminución de temperatura en los Gun Barrel con tratamiento térmico.</li> <li>➤ Fuga excesiva de aceite en la bomba de recirculación</li> </ul>

<p align="center"><b><u>Sistema de Almacenamiento de Crudo</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alto o bajo nivel de fluidos en los tanques</li> <li>➤ Rotura del tanque.</li> <li>➤ Alto contenido de sedimentos en el fondo</li> </ul>
<p align="center"><b><u>Sistema Cargue de Carrotanques</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alto o bajo nivel de fluidos en los tanques.</li> <li>➤ Rotura del tanque.</li> <li>➤ Alto contenido de sedimentos en el fondo.</li> <li>➤ Baja presión de succión de la bomba.</li> <li>➤ Obstrucción de las líneas de succión y descarga de la bomba.</li> <li>➤ Alta presión de descarga de la bomba.</li> <li>➤ Rotura en la línea de transferencia.</li> </ul>
<p align="center"><b><u>Sistema Neumático</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El compresor no funciona.</li> <li>➤ Línea rota o con fugas.</li> <li>➤ Aire con alta humedad</li> </ul>
<p align="center"><b><u>Sistema de Recirculación</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Obstrucción en algún punto de la línea de drenaje.</li> <li>➤ Obstrucción de la línea de descarga de la bomba de recirculación</li> <li>➤ Baja presión de succión de la bomba de recirculación.</li> <li>➤ Alta presión de descarga de bomba de recirculación</li> <li>➤ Rotura de línea metálica o mangueras en el sistema</li> </ul>
<p align="center"><b><u>Sistema de Generación Eléctrica</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Filtros sucios o tapados.</li> <li>➤ Obstrucción de la línea de suministro de ACPM</li> </ul>
<p align="center"><b><u>Sistema de Tratamiento de Aguas</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alto nivel de crudo en el Skimmer</li> <li>➤ No hay suministro de agua a las torres</li> </ul>

## A 2.4 Procedimientos.

Este capítulo, comprende los temas descritos en el capítulo cuatro y su sistema de funcionamiento, es similar al de los anteriores capítulos, con menú principal y botones de acceso a los submenús.

FIGURA 30 PROCEDIMIENTOS



La siguiente tabla, relaciona los títulos y subtítulos que forman parte del cuarto capítulo y los temas involucrados en el.

TABLA 19 CONTENIDO CUARTO CAPÍTULO

TÍTULOS	SUBTÍTULOS
<b>PROCEDIMIENTOS</b>	
<a href="#">Introducción</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> </ul>
<b>PROCEDIMIENTOS DE MEDICION Y OPERACION RUTINARIA EN LA ESTACION</b>	
<a href="#">Recorrido General de la Estación</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorrido general de la estación</li> <li>• Recursos necesarios</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Reporte de trabajo</li> </ul>
<a href="#">Fiscalización de Tanques</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos necesarios</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de trabajo</li> </ul>
<a href="#">Muestreo y Perfilada de Tanques</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de trabajo</li> </ul>
<a href="#">Desnate y Recuperación del Crudo del API</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> </ul>
<a href="#">Cambio de Tanque de Recepción</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Medición del Tanque</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Drenajes de Tanques</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Entrada a prueba de un pozo</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Encendido De la Tea</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Abastecimiento de ACPM</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Trabajos en Altura</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Procedimiento</li> </ul>
<a href="#">Trabajos en Espacios Confinados</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Contingencias</li> </ul>
<a href="#">Actividades del Soldador</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Condiciones Generales</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Contingencias</li> </ul>
<a href="#">Encendido de la Caldera</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> </ul>
<b>DE OPERACION Y SACADA DE LINEA DE LOS EQUIPOS MAS COMUNES EN EL PROCESO DE PRODUCCION</b>	
<a href="#">Operación y Sacada de Línea del Sistema de Bombeo Hidráulico</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Operación y Sacada de Línea del Sistema de Inyección de Químicos</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Operación y Sacada de Línea de un Tanque de Almacenamiento</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<a href="#">Operación y Sacada de Línea del Sistema de Bombeo y Transferencia</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<b>PRUEBAS DE LABORATORIO</b>	
<a href="#">Pruebas de Laboratorio</a>	➤ Objetivo

<p style="text-align: center;"><a href="#"><u>BSW Por Centrífugas</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Lectura</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><a href="#"><u>Métodos para agua y Sedimentos en Crudos en Muestra con Agua Libre</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento</li> <li>• Calculo de Reportes</li> <li>• Reactivos</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><a href="#"><u>Gravedad API</u></a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Necesarios</li> <li>• Permiso de Trabajo</li> <li>• Precauciones</li> <li>• Elementos de protección personal</li> <li>• Procedimiento</li> <li>• Reporte de Trabajo</li> </ul>

### **A 2.5 Seguridad Y Medio Ambiente.**

Este capítulo, contiene los temas relacionados con HSE divididos en salud, seguridad y medio ambiente.

En la siguiente tabla, se relacionan los temas y subtemas a tratar. Así como también, se muestra la forma en que se encuentra organizada la información, para acceder con facilidad a ella.

**TABLA 20 CONTENIDO QUINTO CAPÍTULO**

TITULOS	SUBTITULOS
<p><u><a href="#">Introducción a las Normas y Lineamientos</a></u></p>	<p>➤ Normas y Lineamientos</p>
<p><u><a href="#">Generalidades Conceptuales</a></u></p>	<p>➤ Generalidades conceptuales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud Ocupacional</li> <li>• Higiene y Seguridad Industrial</li> <li>• Ergonomía</li> <li>• Medicina Preventiva</li> <li>• Medicina del Trabajo</li> <li>• Análisis y Control de Riesgos</li> <li>• Valoración General</li> <li>• Grado de peligrosidad</li> <li>• Control</li> <li>• Consideraciones cuando Ocurren Accidentes de Trabajo</li> <li>• Accidentalidad y estadística</li> <li>• Factores Ambientales</li> </ul>
<p><u><a href="#">Seguridad Industrial en los Procesos</a></u></p>	<p>➤ Seguridad Industrial en los Procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística</li> <li>• Factores Ambientales</li> </ul>
<p><u><a href="#">Recomendaciones Generales</a></u></p>	<p>➤ Recomendaciones Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de Protección Personal</li> <li>• Normas Generales de Seguridad</li> <li>• Manejo de Productos Químicos</li> <li>• Contenido de una MSDS</li> <li>• Ficha de Seguridad Campo Rico</li> <li>• Señalización</li> </ul>

Medio Ambiente

▶ Medio Ambiente

- Plan Manejo Ambiental
- Ficha
- Programas y Subprogramas
- Programa de Manejo de Materiales Reactivos
- Funciones y Responsabilidades del Plan de Contingencia
- Plan de Acción y Toma de Decisiones
- Reporte Inicial de Contingencia

### A 3 ACTUALIZACION

Este Software, fue creado con el fin de hacer que el manual de procedimientos se convirtiera en una herramienta de uso diario en el campo, por esta razón, hay que mantenerla actualizada en datos y procedimientos que estén realizándose en el campo, a fin de saber realmente cómo y con qué se está trabajando, para así analizar resultados y tomar decisiones sobre los mismos.

Siendo así, la manera de actualizar o de cambiar algún dato tiene que hacerse de forma sencilla. A continuación, se explicará de manera breve cómo fue creada la base de datos para así poder comprender la forma de su manejo.

La base de datos, comprende de una base de código, en donde va incluido el texto que forma parte de la segunda sección que es la parte gráfica. El código simplemente está escrito en **Block de Notas** y éste se encarga de enlazarse con la parte gráfica que es un lenguaje **HTML**, que es el lenguaje de las páginas Web. Para así formar la apariencia que se ve al entrar al software.

Para cambiar el texto:

**PASO 1:** Se entra a la página en donde se quiere cambiar el texto y se hace click con el botón secundario del Mouse, haciendo que aparezca un menú interno de HTML, el cual indica **ver código fuente**. Con el cual se accede al código y al texto de la sección.

FIGURA 31 ACTUALIZACIÓN



**PASO 2:** Al acceder al texto y código, tenemos que tener en cuenta, identificar cuál es el código para no alterarlo y no cambiar la forma de la página. Después podemos cambiar el texto que deseamos cambiar.

```
<h1 align="center">PROCEDIMIENTOSDE MEDICION Y OPERACIÓN RUTINARIA EN LA ESTACION</h1><p>
```

```
<h1> Recorrido General de la Estación</h1></p>
```

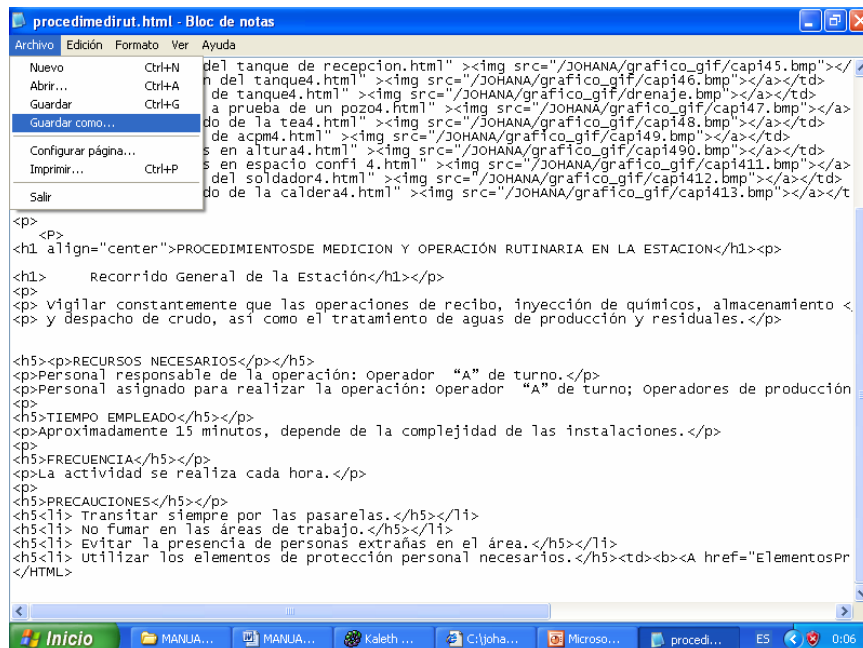
```
<p>
```

```
<p> Vigilar constantemente que las operaciones de recibo, inyección de químicos, almacenamiento </p>
```

```
<p> y despacho de crudo, así como el tratamiento de aguas de producción y residuales.</p>
```

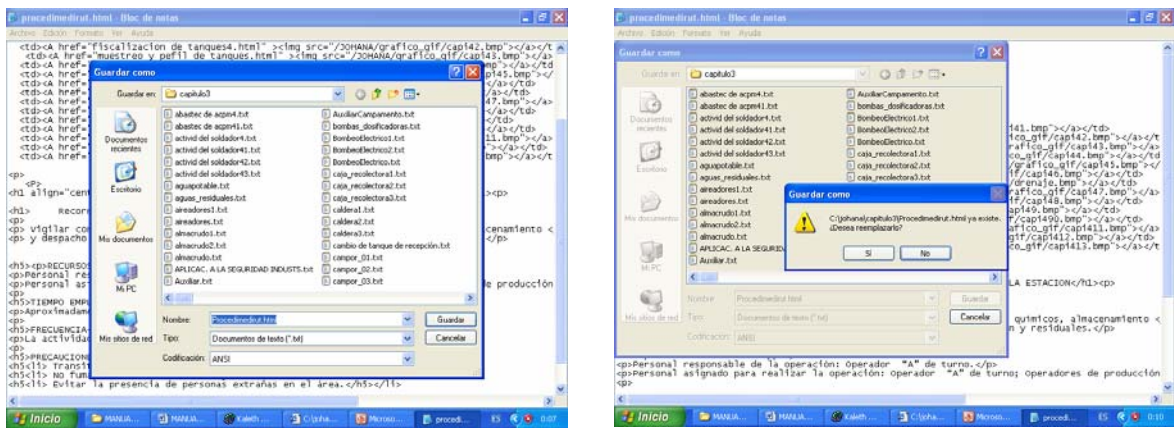
**PASO 3:** Después de cambiar el texto, se va al menú principal de Windows a **Archivo** y se da la opción de **guardar como**, apareciendo la ventana del archivo donde se encuentra el software .

**FIGURA 32 MENU ARCHIVO**



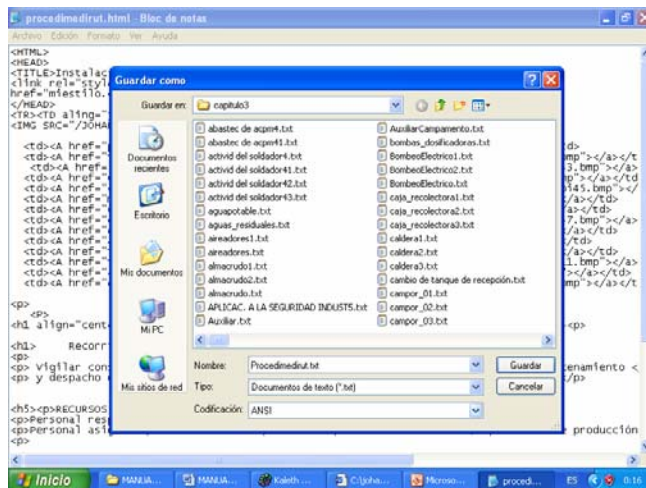
**PASO 4:** La pantalla del archivo, muestra el nombre del archivo, el tipo y la codificación. El nombre del archivo aparece resaltado en azul y se observa que su extensión es HTML así que se le da guardar y reemplazar el archivo existente.

**FIGURA 33 GRABACIÓN DE .HTML**



**PASO 5:** Se repite el punto 3 y se cambia en la ventana del nombre la extensión a **.txt** y se guarda reemplazando el archivo existente.

**FIGURA 34 GRABACIÓN DE .TXT**



Los cambios pueden observarse al abrir de nuevo el título que se varió o utilizando los botones de actualizar del menú HTML.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] KEN ARNOLD: Design of Gas Handling System and Facilities. John Wiley & Sons, 2000 Volumen 2.
  
- [2] GARY CODNELL: Visual Basic 6.0 Manual de referencia. Santafé de Bogotá, D.C.,: Mc Graw Hill Interamericana S.A., 1999
  
- [3] SILDERSCHATZ Abraham: Fundamentos de bases de datos. Mexico : Prentice-Hall, 1991. 2da. Edición
  
- [4] RAMÍREZ Diego: Manual de operaciones de las instalaciones de producción para el campo gigante. Gestión de conocimiento para el Diseño y Construcción de Material Emerald Energy. 1995.
  
- [5] BAEZ Fredy: Práctica empresarial, “elaboración de manuales operativos de la planta de gas, planta de asfaltos y la estación de bombeo de Apiay” Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de petróleo.
  
- [6] NORMAS VIGENTES (API – MPMS), “Manual of Petroleum Measurement Standards”. Cap. 4, 5, y 8. Use Standard. Definitions procedures handbook.
  
- [7] NORMAS VIGENTES ASTM 2005. Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels. S.P.E. Magazine. Febrero 1992.
  
- [8] OROS Juan Carlos: Navegar en internet, diseño de páginas WEB interactivas con java script y CSS. Prentice Hall 1997.
  
- [9] BOBADILLA Jesús: Creación de aplicaciones WEB en Windows NT. Enseñar a Aprender. México: Paidós. 2002.

## **.SITIOS WEB**

- [1] Conceptos básicos usados en ingeniería disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/HTML>
- [2] AREA MOREIRA, Manuel. Los Medios de Enseñanza: Conceptualización y Tipología. Disponible en: <http://html.conclase.net/w3c/html401-es/progreso.html>
- [3] BAHAMON, José Hernando, Aprendizaje individual permanente: ¿cómo lograr el desarrollo de esta capacidad de los estudiantes?. [Documento en línea]. Centro de Recursos para el Aprendizaje CREA, Universidad ICESI. Cali, Colombia. Disponible en <http://www.solocursos.net/html-slckey15790.htm>.