



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y  
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA LAS  
OPERACIONES DE LAS UNIDADES MTU,  
PERTENECIENTES A LA COMPAÑÍA DE SERVICIOS  
PETROLEROS SERTECPET S.A.”**

Realizado por:

María Gabriela Ricaurte Granizo

Director del proyecto:

MSc. Henry Cárdenas

Como requisito para la obtención del título de:

Ingeniería Seguridad y Salud Ocupacional

Quito, 22 de febrero de 2018

**PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA  
LAS OPERACIONES DE LAS UNIDADES MTU, PERTENECIENTES A LA COMPAÑÍA DE SERVICIOS  
PETROLEROS SERTECPET S.A.”**

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, María Gabriela Ricaurte Granizo, con cédula de identidad 0604090050, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

María Gabriela Ricaurte Granizo

C.C.: 0604090050

## DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA LAS  
OPERACIONES DE LAS UNIDADES MTU,  
PERTENECIENTES A LA COMPAÑÍA DE SERVICIOS  
PETROLEROS SERTECPET S.A.”**

Realizado por:

**María Gabriela Ricaurte Granizo**

Como Requisito para la Obtención del Título de:

**Ingeniería en Seguridad y Salud Ocupacional**

Ha Sido dirigido por el profesor

**MSc. Henry Cárdenas**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**MSc. Henry Cárdenas**

**DIRECTOR**

## DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

### LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

**MSC. LUIS FREIRE**

**MSC.MARCELO RUSSO**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador

Msc. Luis Freire

Msc. Marcelo Russo

Quito, 22 de febrero de 2018

## DEDICATORIA

A mi padre y maestro Fernando, quien es mi fuente de sabiduría, humildad y verdadero amor  
que cada día me ha enseñado a ser mejor ser humano con su ejemplo

A mi madre Juanita que ha forjado mis sueños enraizados en su fe y ser su motivo de oración,  
para que mi caminar deje huella y sea un ejemplo de lucha y constancia como lo es ella, mi  
gran guerrera

A mi hermana Maria Fernanda por su protección, por su ayuda, por su inmenso cariño, una  
mujer profesional inigualable que me ha enseñado que los imposibles no existen

A mi hermana Monica por su sencillez y bondad que sus sueños hace que la vida tenga  
respuestas a tiempos perfectos

A mi inmenso regalo de Dios, A Martin Alejandro, que a través de su inocencia y ternura,  
hoy puedo mirar al cielo con mis ojos llenos de lágrimas, con corazón agradecido a Dios,  
porque simplemente los milagros existen

No intentes convertirte en un hombre de éxito. Intenta convertirte en un hombre de valor —  
Albert Einstein

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Internacional SEK, que se convirtió en mi segundo hogar, donde cada docente con alto nivel académico impartieron sus conocimientos y experiencias

laborales, brindándonos como alumnos conocimientos técnicos en Seguridad Industrial y

Salud Ocupacional, siendo motivadores esenciales en nuestra carrera profesional

A la Empresa de Servicios Petroleros Sertecpet, por la apertura a la información y

conocimiento técnico brindado

Al MSc. Francisco Hugo, por su ética profesional, por su apoyo incondicional durante

todos estos años

Al Dr. Jaime Chamorro Hidalgo por la confianza, por su ayuda y su motivación diaria ante retos profesionales y personales

A mis compañeros de aula que se convirtieron en grandes amigos, en donde cada día

fue una aventura universitaria que marco nuestras vidas, hoy somos profesionales con

conocimiento, experiencia laboral y seres más humanos con el único fin de impartir “cultura

en seguridad”

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURAMENTADA .....	iii
DECLARATORIA.....	iv
DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. El problema de investigación .....	1
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.1.2 Objetivo General .....	7
1.1.3 Objetivos Específicos .....	7
1.1.4 Justificación.....	8
1.2. Marco teórico.....	10
1.1.2. Marco Conceptual .....	10
CAPÍTULO II. MÉTODOS .....	28
2.1. Nivel Estudio .....	28
2.2. Modalidad de Investigación.....	28
2.3. Método.....	28
2.4. Población y muestra.....	28
2.5. Selección de instrumentos de investigación .....	29
2.6. Procesamiento de datos .....	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	31
3.1. Prevención de riesgos laborales en las unidades MTU .....	31
3.2. Aplicación práctica .....	34
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	60
4.1. Conclusiones.....	60
4.2. Recomendaciones .....	61
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Primer pozo de petróleo del Ecuador.....	1
Figura 2 EC.GS. SI.PR.05 Procedimiento para la Gestión de Eventos no Deseados .....	9
Figura 3 Pozo Petrolero.....	10
Figura 4 Partes básicas de un bombeo hidráulico .....	12
Figura 5 Ejemplo de Bomba Jet .....	18
Figura 6. MTU.....	20
Figura 7. Motor .....	20
Figura 8. Bomba Booster .....	21
Figura 9. Bomba de inyección de químicos .....	21
Figura 10. Separador trifásico .....	22
Figura 11 Manifold de inyección y producción .....	22
Figura 12 Bota de gas.....	23
Figura 13 Tanque de almacenamiento .....	23
Figura 14 Mechero .....	24
Figura 15 Arrestallamas .....	24
Figura 16 Válvulas .....	25
Figura 17 Unidad MTU.....	27
Figura 18 Encuesta trabajadores MTU.....	32
Figura 19 Elementos Mecánicos .....	32
Figura 20 Elementos Eléctricos.....	33
Figura 21 Seguridad .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Riesgos por actividad y puesto de trabajo.....	35
Tabla 2. Evaluación de riesgos trabajadores MTU .....	38
Tabla 3. Prevención de Riesgos .....	40

Propuesta de un Manual de Procedimientos en Prevención de Riesgos Laborales para las operaciones de las unidades MTU, pertenecientes a la Compañía de Servicios Petroleros SERTECPET S.A.

María Gabriela Ricaurte Granizo

### **RESUMEN**

La empresa SERTECPET, a pesar de contar con un manual de prevención de riesgos laborales para la organización, no dispone de uno dedicado exclusivamente a las operaciones de sus unidades MTU. Provocando que en los diferentes proyectos para los que ha sido contratada la empresa se reporten múltiples accidentes laborales y hasta muertes. Siendo este el principal motivante para diseñar un Manual de Prevención de Riesgos Laborales para las operaciones de las unidades MTU de SERTECPET. Para su realización, el autor partió por realizar un análisis diagnóstico de la situación actual de la prevención de riesgos en el área de estudio, después procedió a definir los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores según las actividades que realizan, para finalmente proponer medidas preventivas a los riesgos que les afectan, a través de un manual de procedimientos diseñado exclusivamente para los trabajadores de las unidades MTU.

Palabras clave: MTU, Prevención de Riesgos Laborales, SERTECPET

Proposal of a Manual of Procedures in Prevention of Labor Risks for the operations of the MTU units, belonging to the Compañía de Servicios Petroleros, SERTECPET S.A.

María Gabriela Ricaurte Granizo

### **ABSTRACT**

SERTECPET, despite having a handbook for the prevention of occupational risks to the organization, does not have one dedicated exclusively to the operations of MTU units. Inducing that in the different projects for which the company has been contracted, multiple occupational accidents and even deaths are reported. Being this the main motivator to design a Handbook of Prevention of Labor Risks for the operations to the MTU units of SERTECPET. To do it, the author first making a diagnostic analysis of the current situation of risk prevention in the study area, then proceeded to define the risks to which workers are exposed according to the activities they perform, to finally propose preventive measures to the risks that affect them, through a handbook of process designed exclusively for the workers of the MTU units

Keywords: MTU, Occupational Risk Prevention, SERTECPET

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. El problema de investigación

#### 1.1.1 Planteamiento del Problema

#### 1.1.2

##### 1.1.2.1 Diagnóstico

En Ecuador se conoció sobre afloramientos naturales de petróleo desde los tiempos prehispánicos. Los indígenas y conquistadores utilizaban el petróleo como fuente iluminante, medicinas o para otras aplicaciones. El inicio de la perforación se originó en el año 1911 cuando se perforó el primer pozo de petróleo del Ecuador perteneciente a la Península de Santa Elena (Fig. 1), por la compañía Anglo. La actividad petrolera en el área se incrementó y trajo nuevos descubrimientos como el Campo Tigre. En 1961, los operadores suspendieron las actividades de perforación para solo concentrarse en la producción de las zonas desarrolladas del Campo. Desde el año 2002 la compañía Pacifpetrol pasó a operar el Campo hasta la actualidad. ."Informe de geología y yacimientos de Ancón, pág 5".



Figura 1 Primer pozo de petróleo del Ecuador  
Fuente: (Naranjo, 2014)

En el Ecuador, el primer pozo petrolero lo descubrió en Ancón, península de Santa Elena, la empresa inglesa Anglo. Sin embargo, la producción a niveles comerciales no se dio sino en 1925 y la exportación en 1928, aunque en cantidades marginales.

Hasta 1971, las exportaciones petroleras no superaban el 6% del total de las exportaciones totales del Ecuador, según datos del Banco Central. Entre 1928 y 1957, el país exportó 42 millones de barriles de crudo, igual al volumen exportado solo en 1972, año en que se considera el ‘boom’ petrolero. Durante casi cuarenta años, desde 1928 hasta 1959, la explotación de crudo se concentró en la península de Santa Elena. Sin embargo, en esos años varias compañías extranjeras como Shell, Standar Oil, California Oil, Tennessee, y la Western Geophysical Co, obtuvieron más de 5 millones de hectáreas en nuevas concesiones para realizar exploraciones petroleras tanto en el litoral ecuatoriano como en la región Amazónica. (“Hitos de la Industria Petrolera 1829 - 2005”, publicado por Petroecuador en 2006)

Las exploraciones, sin embargo, no dieron resultados comerciales y al final de la década de los 50, los campos petroleros del litoral comenzaron a declinar a tal punto que la empresa inglesa Anglo declaró en 1967 que los yacimientos de Santa Elena estaban casi agotados. La declinación de los primeros pozos fue tal que el país dejó de exportar crudo entre 1960 y 1971 y lo único que producía era para el autoconsumo, según datos del libro “El Petróleo en el Ecuador” de Byron Galarza, Es en la década de los 60 cuando los gobiernos de la época otorgaron concesiones por otros 5 millones de hectáreas en el nororiente ecuatoriano a un grupo de empresas internacionales encabezados por la Compañía Minas y Petróleos del Ecuador. Esta última, traspasó parte de sus concesiones al consorcio Texaco – Gulf que en 1967 encontró los primeros pozos comerciales en la Amazonía con la perforación del pozo Lago Agrio 1 de una producción inicial de 2 640 barriles diarios. “El descubrimiento de

hidrocarburos en la Región Amazónica hace que en 1968 se reactive el interés de las compañías extranjeras, otorgando el Estado ecuatoriano más de 4 millones de hectáreas a siete compañías para la exploración y explotación de petróleo en la zona.”, relata Víctor Guevara, en su tesis ‘El sistema de contratación en las actividades del sector petrolero’, de junio del 2001, publicada por el IAEN.

Con las nuevas reservas el gobierno de Velasco Ibarra inicia una política de revisión de las concesiones petroleras la cual deviene en la expedición de la Ley de Hidrocarburos el 27 de septiembre de 1971, bajo su misma administración. En ella se recupera para el país la propiedad del petróleo “al proclamar que la riqueza petrolera pertenece al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado”, indica Guevara. Entre 1969 y 1972, el Estado pasó a recibir regalías del 6% al 16% de la explotación petrolera que aún persistía en el Golfo de Guayaquil y estableció esa normativa para la nueva explotación que vendría del nororiente. La nueva ley y dos modificaciones al contrato de Texaco – Gulf, determinaron además que el Estado podía retener el 20% de la producción de las compañías petroleras para el consumo interno de derivados. Con la creación de la Corporación Petrolera Estatal (CEPE), el 23 de junio de 1972, el gobierno del general Rodríguez Lara adquirió más tarde el 25 % de la participación del Texaco – Gulf, consorcio que puso a producir los primeros campos del Oriente ecuatoriano y construyó el Oleoducto Transecuatoriano. La nueva infraestructura permitió que el 17 de agosto de 1972, el Estado ecuatoriano realizara la primera exportación de 308 283 barriles de petróleo desde el puerto de Balao correspondientes a las regalías de Texaco – Gulf que el Gobierno cobraba en especies. Cada barril se vendió a USD 2,34.

En 1977, CEPE compró a Gulf su participación y llegó a tener el 62,5% del consorcio. El 26 de septiembre de 1989, bajo el amparo de la Ley Especial N.º 45, se creó la Empresa

Estatal Petróleos del Ecuador (Petroecuador)[cita requerida], que fue protagonista histórica al asumir la totalidad de las actividades del consorcio CEPE-Exxon, las refinerías de Anglo y Repetrol, y el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano. Petroecuador amplió la capacidad de operación de las refinerías, el almacenamiento de petróleo y derivados, tanto en las plantas refinadoras como en terminales, e incursionó en la venta de gasolineras al construir la primera gasolinera propia.

El auge de las exportaciones petroleras, a partir de la década de 1970, fue un eje importante en la historia de la economía ecuatoriana, sobre todo porque estuvo acompañado por un aumento de los precios internacionales del crudo. Todo ello condujo a transformar el desarrollo económico ecuatoriano, centrado hasta entonces en un modelo agroexportador. Pero una economía basada en el petróleo también haría sentir sus efectos. En las décadas de 1980 y 1990, la caída de los precios del petróleo significó varios impactos negativos en la economía del país. Luego de 21 años como empresa estatal, Petroecuador se convirtió en Empresa Pública, mediante la expedición del Decreto Ejecutivo N.º 315, en abril de 2010.<sup>3</sup> Con dicho esquema jurídico, la petrolera dejó de ser un holding y pasó a ser una sola empresa, con autonomía administrativa, operativa y patrimonio propio.

Tras cuatro décadas desde que Ecuador se convirtió en un exportador neto de hidrocarburos, el petróleo continúa siendo una de las principales fuentes de ingresos para el Estado y un sector estratégico para la economía del país.

Consideradas como las fases de la industria petrolera como se las describe a continuación:

Exploración.- Consiste en búsqueda de yacimientos de hidrocarburos con métodos geológicos y sísmicos.

Explotación y Producción.- Es la extracción del petróleo y gas del subsuelo, mediante perforación de pozos y construcción de la infraestructura para su transporte y almacenamiento en los campos petroleros.

Refinación.- Fase donde se transforma el crudo en combustibles, dándoles valor agregado y satisfaciendo las necesidades energéticas internas y exportando combustibles.

Almacenamiento y transporte de crudo y derivados.- constituyen los sistemas de oleoductos, tanques y poliductos, que sirven para transporte y almacenamiento de crudo y derivados, desde el lugar de producción hasta otros de consumo exportación o industrialización.

Comercialización.- Proceso de venta externa del petróleo al mercado internacional y la comercialización interna de combustibles.

Para el desarrollo del presente proyecto nos enfocaremos en la Fase de Explotación y Producción

En la producción de petróleo se requiere el consumo de energía para levantar el fluido a la superficie; esta energía en un inicio es suministrada el yacimiento, pero a medida que la presión declina, se hace necesario suministrar energía externa.

En la presente investigación se va determinar la correcta utilización de los diferentes equipos del Bombeo Hidráulico, así como su mantenimiento y los distintos factores que afecten su funcionalidad.

En el bombeo hidráulico la energía es transmitida mediante un fluido a presión, este fluido puede ser agua o petróleo dependiendo de factores ambientales y económicos, a este fluido presurizado se lo conoce con el nombre “Fluido Motriz” de fuerza o de poder.

Para este tipo de actividades en la industria hidrocarburífera existen Empresas de Servicio dedicadas a proveer de equipos y herramientas para la Fase de Explotación y Producción Petrolera

Es el caso de la Empresa SERTECPET, fundada en el año 1990 la cual se dedica a proveer de diferentes servicios suplementarios para la industria hidrocarburífera dentro de ellos ofrece Levantamiento Artificial, Bombeo Electrosumergible, Equipos de Superficie, Plantas de Tratamiento y para el caso del presente proyecto Equipos de Prueba de Producción

Es conocido a nivel mundial que la Industria Hidrocarburífera presenta múltiples factores de riesgos laborales hacia los trabajadores; debido a que en todas sus fases principalmente la de Fase de Explotación y Producción, incorporan equipos, herramientas, que en su mayoría deben ser usados en altas presiones y temperaturas.

SERTECPET, al operar y manejar equipos y herramientas que pueden presentar riesgo a sus trabajadores y por lo tanto estos se pueden derivar en accidentes, incapacidades y enfermedades laborales, es necesario que se elaboren manuales que ayuden a un mejor control para evitar la materialización de los mismos

### **1.1.2.2 Pronóstico**

Desde el año 2009 la empresa SERTECPET implementa su gama de servicios en la industria Hidrocarburífera con unidades de prueba para evaluar y verificar el fluido de producción de un Pozo Petrolero

Este tipo de unidades conocidas a nivel mundial **MTU**. Mobile Testing Unit – Unidad Móvil de Prueba, requiere de personal entrenado y capacitado para poder operar de forma efectiva ya que en los últimos 8 años se ha incrementado la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados.

### **1.1.2.3 Control**

Se plantea desarrollar un Manual de Prevención de Riesgos Laborales, para una empresa de Servicios petroleros en la cual se anteponga la seguridad del trabajador frente a cualquier situación operativa, para lo cual se desarrollará una propuesta de un manual de prevención de riesgos laborales que aborde; recomendaciones técnicas, evaluación de equipos, condiciones seguras de manejo u operación.

### **1.1.3 Objetivo General**

Elaborar un manual de prevención de riesgos laborales en base a los lineamientos establecidos en los estándares y especificaciones API (American Petroleum Institute) para proteger a los trabajadores frente riesgos relacionados con la operación unidades MTU, adoptando los lineamientos establecidos en los estándares y especificaciones API (American Petroleum Institute)

### **1.1.4 Objetivos Específicos**

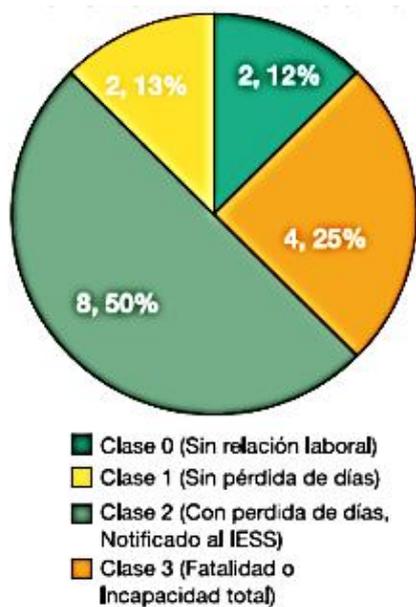
- Realizar un análisis situacional basado en la Matriz de Riesgos de la empresa SERTECPET en cuanto a los factores de riesgo identificados, teniendo en cuenta únicamente los considerados como intolerables, para prevenir la exposición a estos factores de riesgos laborales.
- Realizar un diagnóstico de la situación actual mediante la aplicación de la encuesta a los trabajadores de las unidades MTU de la empresa SERTECPET, a fin de evaluar su nivel de cumplimiento con los estándares y especificaciones de API (American Petroleum Institute), en cuanto a la seguridad industrial.

### **1.1.5 Justificación**

La ausencia de una manual de prevención de riesgos en la operación de unidades MTU de la empresa SERTECPET, ha provocado que los trabajadores se encuentren expuestos a factores de riesgo debido a la ausencia de directrices e información para la operación adecuada de este tipo de unidades

Por tanto, el diseño de un manual de prevención de riesgos para las operaciones de las unidades MTU de la empresa SERTECPET, permitirá ayudar a disminuir los accidentes laborales que afecten a la integridad de sus trabajadores. Además, los trabajadores dispondrán de un medio que los guíe a realizar su trabajo de manera segura. Como lo demuestra la accidentabilidad reportada en el año 2016.

La organización clasifica los accidentes de acuerdo a cuatro niveles según su gravedad; estos se encuentran detallados en el procedimiento interno: EC.GS. SI.PR.05  
PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE EVENTOS NO DESEADOS



*Gráfico 20 Accidentes producidos en 2016*

Figura 2 EC.GS. SI.PR.05 Procedimiento para la Gestión de Eventos no Deseados  
Fuente: (SERTECPET, 2017)

Como hemos mencionado las operaciones en la industria hidrocarburífera generan un alto riesgo de lesiones, incapacidades o incluso la muerte para los trabajadores es por ello que a nivel internacional el Instituto Americano del Petróleo por sus siglas en ingles API; ha desarrollado estándares que ayudan a que las operaciones sean más seguras y generen un menor riesgo para los trabajadores. Es por ello que tomaremos estos estándares internacionales de referencia para el desarrollo del manual de operaciones MTU.

## 1.2. Marco Teórico

### 1.1.2. Marco Conceptual

A continuación se describen los conceptos básicos para la elaboración del presente estudio

#### 1.1.2.1. Pozo petrolero

Para comprobar que existe petróleo en un sitio determinado, se debe realizar una investigación sísmica y geológica, de donde se puede determinar la existencia de petróleo en un yacimiento a cierta profundidad, con este conocimiento previo se puede definir la perforación de un pozo petrolero. Un pozo petrolero “es una obra de ingeniería encaminada a poner en contacto un yacimiento de hidrocarburos con la superficie”, esta obra consiste en realizar una perforación en el suelo, haciendo uso de “barrenas de diferentes diámetros y con revestimiento de tuberías, a diferentes profundidades” (Méndez, 2013, pág. 4).



Figura 3 Pozo Petrolero

Fuente: (Villegas, 2013)

Para la construcción de un pozo petrolero se deben seguir tres pasos, primero la perforación, es decir, hacer un agujero en la superficie hasta el subsuelo, haciendo uso de una maquina rotatoria, luego se procede a introducir la tubería de revestimiento y finalmente, se realiza la cementación de la tubería.

#### **1.1.2.2. Principio y Funcionamiento del Bombeo Hidráulico**

El Bombeo Hidráulico, es uno de los métodos de levantamiento artificial más utilizados, se basa en un simple principio: “La presión ejercida sobre la superficie de un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones” (Ley de Pascal). Aplicando este principio es posible inyectar desde la superficie un fluido a alta presión que va a operar el pistón motor de la unidad de subsuelo en el fondo del pozo. El pistón motor esta mecánicamente ligado a otro pistón que se encarga de bombear el aceite producido por la formación. Los fluidos de potencia más utilizados son agua y crudos livianos, los cuales pueden provenir ambos del mismo pozo.

Para diferentes circunstancias, se tiene dos tipos de bombas: las que dan un gran caudal a pequeña presión y las que dan un pequeño caudal a alta presión.

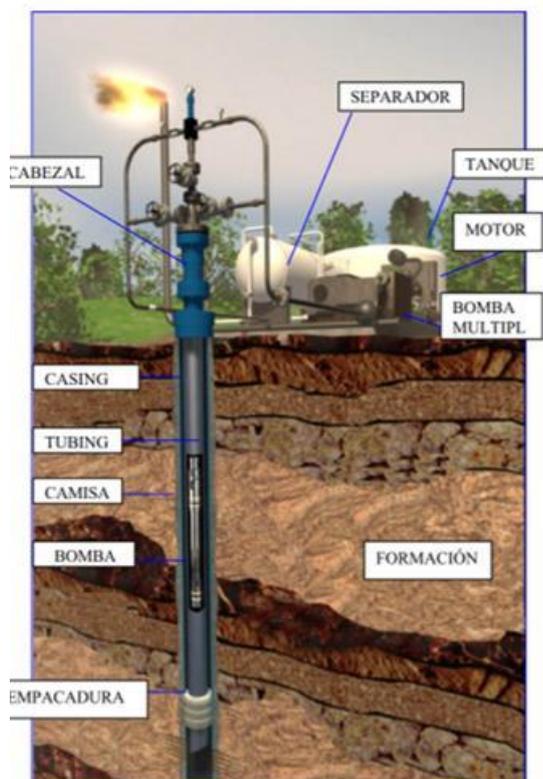


Figura 4 Partes básicas de un bombeo hidráulico

Fuente: (Naranjo, 2014)

### 1.1.2.3. Equipos de Superficie

Entre los equipos de superficie se puede encontrar:

Tanques de almacenamiento, Tanques de Lavado, Separadores y/o Tratadores

Cuando se utiliza petróleo como fluido de potencia en un sistema abierto, dicho fluido se obtiene de tanques de almacenamiento o de oleoductos, de donde se suministran al sistema de bombeo o de distribución.

Si se está en un sistema cerrado, el fluido de potencia, bien sea agua o petróleo es manejado en un circuito cerrado, el cual debe disponer de su propio tanque de almacenamiento y equipos de limpieza de sólidos, estos equipos operan independientemente de las operaciones en las estaciones de producción.

#### **1.1.2.4. Bombas de Superficie**

Las bombas que transfieren el fluido motor en este tipo de levantamiento artificial, pueden ser triples o múltiples, aunque por lo general las más empleadas son las bombas triples.

a) Bombas triples: Sus partes principales son: émbolo, camisa de metal a metal y válvula tipo bola.

b) Bombas múltiples: Se dividen en: terminal de potencia y terminal de fluido. El terminal de potencia comprende: el cigüeñal, la biela y los engranajes.

El terminal de fluido comprende: pistones individuales, cada uno con válvulas de retención y descarga, las mismas que suelen estar provistas de resortes. Las bombas múltiples más comúnmente instaladas en el campo son las de configuración horizontal.

#### **1.1.2.5. Múltiples de Control**

El múltiple e control sirve para dirigir flujos directamente a cada uno de los pozos, desde una batería central. Los pozos pueden tener Medidores de flujo global o individual en los múltiples de control de fluido de potencia.

Para regular y/o distribuir el suministro de fluido de potencia a uno o más pozos, se usan varios tipos de válvulas de control. La válvula común a todos los sistemas de bombeo libre es la de cuatro vías o válvula control del cabezal del pozo.

#### **1.1.2.6. Válvula de Control**

La válvula de control es la encargada de regular la presión en un lado de la línea del fluido de potencia del múltiple, dicha presión normalmente es mayor que la presión más alta requerida por cualquiera de los pozos existentes.

La válvula de control de flujo constante rige la cantidad de fluido de potencia necesaria en cada pozo cuando se emplea una bomba reciprocante.

#### **1.1.2.7. Lubricadores**

Son piezas tubería extendida con una línea lateral, que desvían el fluido cuando se baja o se extrae la bomba del pozo. También se usa en el control de gases corrosivos que pueden obstaculizar la bajada de la bomba o su remoción del pozo.

#### **1.1.2.8. Equipos de Subsuelo**

Entre los componentes del subsuelo podemos enumerar los siguientes:

Sistema de Fluido Motor.- El fluido motor en un sistema de bombeo hidráulico, es aquel que se encarga de transmitir la potencia a la bomba que se encuentra en el subsuelo, así como también lubrica todas las partes móviles de la misma,

El fluido motor y el fluido producido se transporta hacia la superficie a través de un sistema de tuberías, que depende del tipo de fluido motor que haya sido seleccionado, así como también de la potencia, bien sea un sistema de fluido cerrado, o un sistema de fluido abierto.

### **1.1.2.9. Sistema de Fluido Cerrado (Fmc)**

En este sistema el fluido motor se mezcla en el pozo, por lo que son necesarias tres tuberías en el fondo, la primera para inyectar el fluido de potencia, la segunda sirve para el retorno del fluido, y la tercera permite el paso del fluido producido.

#### **Sistema de Fluido Abierto (Fma)**

En este sistema, el fluido motor se mezcla con el fluido producido, por lo cual solo son necesarias dos tuberías, la primera para inyectar el fluido de potencia, y la segunda para el retorno de dicha mezclas

### **1.1.2.10. Bombas Hidráulicas**

Las bombas hidráulicas de subsuelo son el principal componente del sistema en el fondo del pozo.

Las bombas hidráulicas utilizan un pistón accionado por cabillas, junto con dos o más válvulas de retención. Estas pueden ser de acción simple o de acción doble.

La bomba de acción simple desplaza el fluido a la superficie, en un recorrido ascendente o descendente (no en ambos).

La bomba de acción doble tiene válvulas de succión y de descarga en ambos lados del pistón, por lo que la bomba desplaza fluido hasta la superficie en ambos recorridos, ascendente y descendente, con la acción combinada de apertura y cierre de las válvulas de succión y de descarga del pistón.

### **1.1.2.11. Capacidades de Funcionamiento**

Las capacidades de funcionamiento significativas de este sistema de hidráulico de extracción incluyen:

- Caudales de producción desde 100 hasta 15.000 BPD - ajustables en la superficie, del 20 a 100% de capacidad
- Profundidades de operación mayores de 15.000 pies
- Selección de bombas de chorro de pistón de desplazamiento positivo para que funcionen en tubos de 2" a 4 pulgadas
- Las bombas de desplazamiento positivo pueden lograr máximo volumen de desagüe remanente
- Las bombas de chorro manejan altas relaciones de gas/petróleo, y fluidos del pozo que son arenosos, corrosivos o de alta temperatura
- Uso del agua o crudo producido como fluido de potencia
- Sistemas de fluido de potencia cerrados para que las instalaciones de la bomba de pistón aislen el fluido de potencia de la producción
- Las bombas de chorro y de pistón pueden encajar intercambiadas en el mismo conjunto del fondo del pozo de "bomba libre"

#### **1.1.2.12. Funcionamiento**

En el sistema de bombeo hidráulico, el crudo (o agua) se toma del tanque de almacenamiento y se alimenta a la bomba Triple/Múltiple. El fluido de potencia, ahora con la presión aumentada por la bomba triplex o quintuplex, está controlada por las válvulas en la estación de control y distribuida en uno o más pozos. El fluido de potencia pasa a través de las válvulas del cabezal del pozo y es dirigido a la bomba hoyo abajo. En una instalación de bomba de pistón, este fluido de potencia acciona el motor que a su vez acciona la bomba. El fluido de potencia regresa a la superficie con el crudo producido y es enviado por tubería a tanque de almacenamiento.

Todos los sistemas de bombeo hidráulico trabajan con los segmentos funcionales nombrados y descritos brevemente a continuación:

a) Almacenamiento del fluido de potencia, el sistema de tanque depurador, donde el crudo de potencia mezclado y la producción regresan del (los) pozo(s) con el crudo que la bomba triple o quintuple toma de la parte superior del tanque. b) Máquina motriz, este motor puede ser eléctrico, de gas o diesel. c) Bomba superficial, son bombas triple/múltiple de alta presión están diseñadas especialmente para este fin. d) Estación de control, el fluido de potencia se puede dirigir a un múltiple de distribución a cualquier distancia de la planta y de allí se puede controlar la velocidad de la bomba de cada pozo de entre muchos. e) Cabezal del pozo, la ausencia del equipo móvil permite muchas disposiciones de cabezales de pozo; arriba o abajo del suelo, arriba o abajo del agua, etc.

f) Configuraciones subterráneas, son una variedad de sistemas hoyo abajo se pueden utilizar. Dos tipos básicos son el de "tubería de revestimiento libre" y el "libre paralelo".

g) Bomba hoyo abajo, la bomba utilizada en el subsuelo definirá el tipo de bomba hidráulico utilizado. La bomba hidráulica de pistón es un dispositivo de alta eficiencia volumétrica, sus debilidades operacionales en términos de calidad del fluido motriz, no la hace una solución versátil y por el contrario es muy limitada su aplicación, razón por la cual la más utilizada es la bomba tipo jet.

#### **1.1.2.13. Bombeo Hidráulico TIPO JET (CHORRO)**

El bombeo hidráulico tipo Jet actúa mediante la transferencia de potencia a una bomba de subsuelo con un fluido presurizado que es bombeado a través de la tubería de producción. La bomba de subsuelo actúa como un transformador convirtiendo la energía del fluido motriz en energía potencial o presión sobre los fluidos producidos.

La bomba de subsuelo tipo Jet, logra su acción de bombeo mediante la transferencia de energía entre dos corrientes de fluidos. La alta presión del fluido motriz enviado desde la superficie pasa a través de una boquilla donde su energía potencial o presiones convertida en energía cinética en la forma de chorro de fluido a gran velocidad.

El fluido a producir es succionado y mezclado con el fluido motriz en la garganta de la bomba y llevado a superficie. No requiere de varillas o cables eléctricos para la transmisión de potencia a la bomba de subsuelo. Es un sistema con dos bombas una en superficie que proporciona el fluido motriz y una en el fondo que trabaja para producir los fluidos de los pozos.

La bomba de subsuelo puede ser instalada y recuperada hidráulicamente o con unida desde cable. Los fluidos producidos pueden ser utilizados como fluido motriz. Su mantenimiento es de bajo costo y de fácil implementación.



Figura 5 Ejemplo de Bomba Jet

Fuente: (SERTECPET, 2013)

#### **1.1.2.14. Descripción Básica de la Unidad Móvil de Prueba (MTU)**

Uno de los métodos para la evaluación y producción de pozos petroleros es la Unidad Móvil de Prueba por sus siglas en inglés MTU (Mobile Testing Unit), la cual “proporciona el fluido motriz de inyección con la presión necesaria para el adecuado funcionamiento de la bomba jet” (SERTECPET, 2013, pág. 34), y su objetivo es generar la presión necesaria para que la bomba jet pueda hacer producir un pozo. Por medio del MTU, se puede bombear hasta 4000 BDP a 3800 PSI. Además, el MTU es “(...) un sencillo y económico conjunto de equipos para bombeo hidráulico, exclusivamente para pozos individuales” (Guevara & Vallejo, 2014, pág. 24).

Un sistema de bombeo hidráulico, básicamente funciona tomando un líquido de un reservorio de fluido motriz en la superficie, para posteriormente pasarlo a través de una bomba reciprocante Triplex o Quíntuplex de desplazamiento positivo ubicada en la superficie, para incrementar la presión de líquido, e inyecta el líquido a presión dentro de pozo a través de una sarta de tubería a la bomba de sub-suelo (BHA) que permite llevar la producción junto con el fluido motriz a superficie.

El éxito y la economía de cualquier instalación de fluido para el bombeo hidráulico dependen en gran medida del sistema de acondicionamiento en superficie, al suministrar un fluido motriz limpio.



Figura 6. MTU

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 34)

Esta unidad se encuentra compuesta por los siguientes equipos:

Motor.-Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento de la bomba quintuplex y se inicia el proceso de prueba de producción en conjunto con el resto de equipos de la unidad.



Figura 7. Motor

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 36)

Bomba se encarga de elevar la presión del fluido motriz hasta



Figura 8. Bomba Booster

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 37)

Bomba de inyección de químicos: descarga químicos en la bomba quintuplex con el fin de evitar la formación de espuma en el fluido motriz. Además, ayuda en el proceso de separación de los componentes del fluido (agua, gas y el propio petróleo).



Figura 9. Bomba de inyección de químicos

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 38)

Separador Horizontal trifásico de Fluido.-Es un tanque horizontal donde ingresa el fluido del pozo para comenzar el proceso de separación en agua, gas y petróleo.



Figura 10. Separador trifásico

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 40)

Manifold de control de fluidos de inyección y producción.-Este equipo permite controlar el fluido de inyección y producción que viene del separador trifásico y lo direcciona hacia la bota de gas.



Figura 11 Manifold de inyección y producción

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 39)

Bota de gas.-Se encarga de separar el gas remanente en el fluido de producción que viene del separador.



Figura 12 Bota de gas  
Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 42)

Tanque de almacenamiento.-Sirve para almacenar el petróleo procesado en el separador.



Figura 13 Tanque de almacenamiento  
Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 44)

Mechero.-Se encarga de quemar el gas enviado desde la bota.



Figura 14 Mechero

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 45)

Arrestallamas.-Impide que el fuego del mechero combustione el gas dentro de la tubería que comunica con el Scrubber.



Figura 15 Arrestallamas

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 45)

Válvulas.-Impiden el flujo de fluido en las tuberías instaladas en la locación de trabajo. Son de tres tipos: de bola, de ángulo y de mariposa.

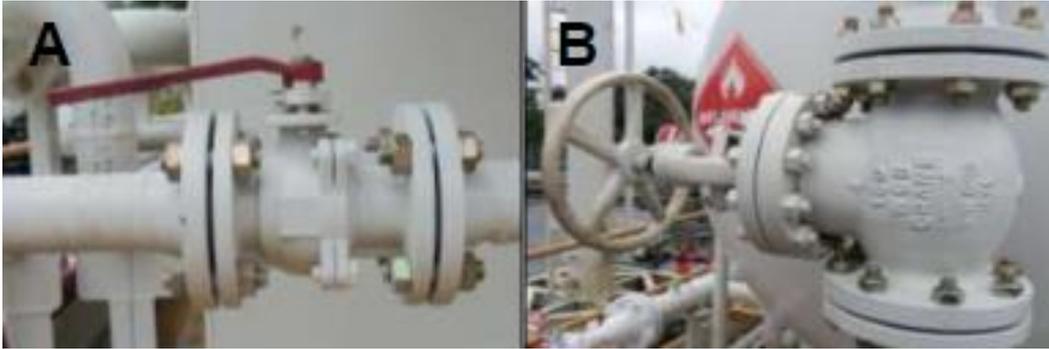


Figura 16 Válvulas

Fuente: (SERTECPET, 2013, pág. 46)

**1.1.2.15. Código de Inspección de Receptáculos Presurizados: En servicio, selección y modificación API 510 (American Petroleum Institute) Pressure Vessel Inspection Code: In Service Inspection, Raiting, Repair and Alteration Inspección (510 & Código de Inspección de Receptáculos Presurizados)**

Este Código de Inspección define principalmente cuatro etapas que deben ser tomadas en cuenta con aquellos equipos que se encuentran operativos y trabajan con algún nivel de fluidos a presión

A continuación, detallamos las etapas que son susceptibles a inspeccionarse

En servicio:

De acuerdo a la API son todos los equipos o receptáculos que se encuentran en operación y trabajan a presiones y no son equipos en diseño, fabricación o en proceso de baja

Inspección en servicio:

Son todas las actividades de inspección asociados con los receptáculos presurizados que se encuentren en operación o servicio

Selección:

Incorpora la adecuada selección de aquellos equipos que son susceptibles a ser inspeccionados, puntualmente se refiere a aquellos equipos que operan en un nivel de presión superior a los 100 PSI

Modificación:

Es un cambio físico en cualquier componente que implica un diseño que afecte la capacidad de su contenido-presurización, sin tener en cuenta la información en los reportes de mantenimiento, existentes, reparación o refuerzo de los escapes

Este Código principalmente regula la organización para que el usuario realice una inspección adecuada de los equipos enfocándose en el cumplimiento de estándares que aseguren una protección de los factores de riesgo laborales asociado a las operaciones

El Responsable dentro de la organización debe desarrollar, implementar, documentar, ejecutar y asesorar en la inspección en todos los sistemas y equipos que requieren de acuerdo a este código de inspección

Estos sistemas y procedimientos deberán contener y mantener un aseguramiento adecuado de calidad, para una gestión en la inspección-reparación de los equipos, los cuales deben incluir al menos los siguientes:

- Estructura, organización para el personal que ejecuta la inspección y el reporte
- Documentar todos los procedimientos de inspección de los equipos
- Documentar y reportar los resultados
- Desarrollar y documentar los planes de inspección
- Desarrollar y documentar la Gestión de Riesgos
- Implementar las acciones correctivas de los resultados de la inspección
- Controles necesarios para todas las reparaciones y modificaciones de acuerdo a este código de inspección y las especificaciones aplicables

Todas las empresas que ofrezcan servicios con unidades MTU deberían realizar y aprobar un estudio de acuerdo a API 510, donde indica los estándares y lineamientos básicos de inspección y verificación previo puesta en marcha de los equipos que componen una unidad móvil de prueba, donde cada unidad MTU debe contar con su layout de clasificación de áreas (planos típicos) donde debe tomarse en cuenta los detalles, cotas y dimensionamiento de instrumentos, accesorios, conexiones (hammer unions), tubería, etc.

A continuación se indica una ilustración de ejemplo para áreas clasificadas:

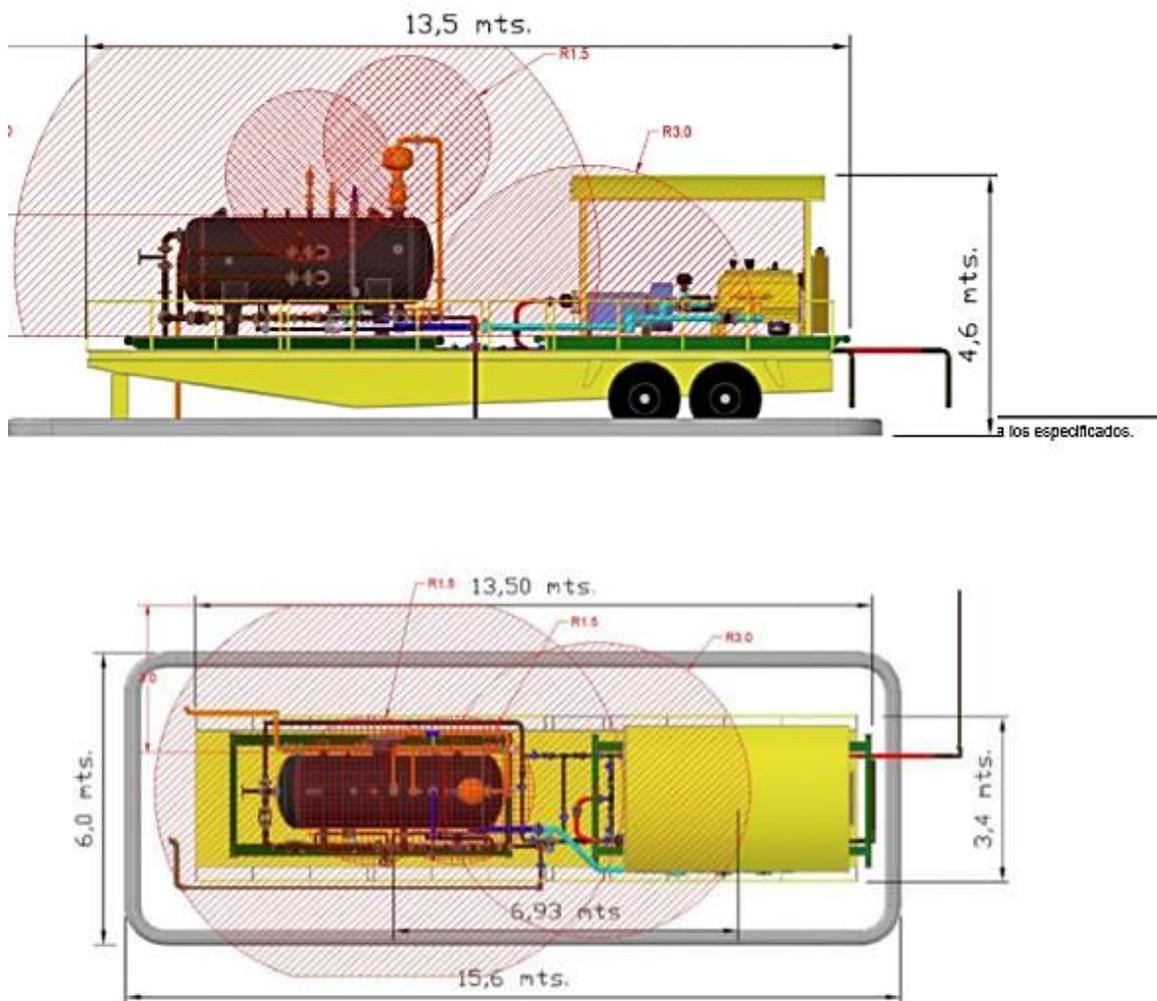


Figura 17 Unidad MTU

Fuente: (Guevara & Vallejo, 2014)

## **CAPÍTULO II. MÉTODOS**

### **2.1. Nivel de Estudio**

El presente estudio es de tipo descriptivo realizado a los trabajadores expuestos a los riesgos intolerables en la operación de las unidades MTU

### **2.2. Modalidad de Investigación**

La modalidad de la investigación para el presente proyecto se encuentra constituida por una fase de Campo, en la que se interioriza en los procesos operativos de Unidades MTU de SERTECPET, para la recogida de datos del objeto del estudio, se identifican los riesgos asociados con el manejo de los componentes de la Unidad MTU.

Como segunda fase es un desarrollo de encuesta en base a estándares internacionales de puesta en marcha y operación de equipos de la industria hidrocarburífera

### **2.3. Método**

El presente estudio estuvo conformado por un método inductivo -deductivo el cual pasa de un conocimiento general a una propuesta de mejora para la empresa SERTECPET

### **2.4. Población y muestra**

La empresa SERTECPET se encuentra ubicada en la ciudad de Quito y su operación es a nivel nacional e internacional, cuenta con un total de 258 trabajadores de los cuales 20 de ellos, son los que directamente trabajan u operan en las unidades MTU, es por esta razón considerando lo descrito en la NTP 283:Encuestas: metodología para su utilización, se ha

determinado que la población a ser encuestada será la totalidad de los trabajadores que directamente están asociados a las Unidades Móviles de Prueba.

## **2.5. Selección de instrumentos de investigación**

En la valoración de las condiciones de trabajo se utilizan dos clases de métodos que son complementarios uno del otro: los métodos subjetivos y los métodos objetivos.

Los métodos objetivos utilizan técnicas, que no tienen en cuenta la opinión del investigado.

Los métodos subjetivos utilizan técnicas que tienen en cuenta la valoración que hacen los trabajadores de sus propias condiciones de trabajo.

A fin de recolectar la información necesaria para alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación, se emplearán como instrumentos de investigación, la encuesta de acuerdo a NTP 283 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Gobierno de España y los estándares y especificaciones de API 510 (American Petroleum Intitute) Pressure Vessel Inspection Code: In Service Inspection, Raiting, Repair and Alteration , de donde se obtendrá la información relacionada, para definir los mejores estándares de manejo y operación segura de las unidades MTU de la empresa SERTECPET.

Dentro de los métodos subjetivos la técnica más habitual es la encuesta, cual nos permite obtener información sobre un problema o un aspecto de éste, a través de una serie de preguntas, previamente establecidas, dirigidas a las personas implicadas en el tema del estudio. Es por ello que haciendo uso de la NTP 283 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Gobierno de España, menciona que la aplicación de esta técnica

presenta una serie de ventajas , que se citan a continuación, en relación a otras que tienen en consideración la opinión del investigado (observación, entrevista, etc).

#### Ventajas

- Planificar previamente qué es lo que se va a preguntar, de tal manera que asegura que no se olvidarán los puntos más importantes, y que se precisará tanto como se desee en las preguntas.
- Desglosar variables complejas, en distintos aspectos de las mismas, de tal manera que a través de diversas preguntas se puede conocer la variable compleja.
- Permitir la comparación con otras investigaciones que sobre ese tema se hayan realizado.

Por estas razones se ha hecho uso de esta metodología para las encuestas realizadas

## **2.6. Procesamiento de datos**

Para el procesamiento de los datos recolectados a través de la encuesta se empleó el programa Microsoft Excel, donde se procedió a tabular la información obtenida de los trabajadores de la empresa, además de realizar gráficas que ayuden con el análisis de los datos.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Prevención de riesgos laborales en las unidades MTU

A fin de conocer el estado actual de la prevención de riesgos laborales en las operaciones de las unidades MTU de SERTECPET, se procedió a realizar una encuesta a 20 empleados de la empresa (Ver Anexo 1), de donde se obtuvo que, en las unidades MTU de la organización, no se da una revisión programada a sus instalaciones, maquinaria y equipo, siendo este un factor de riesgo para sus trabajadores, ya que no se da una evaluación que pudiera prevenir cualquier tipo de eventos no deseados, los cuales no solo atentan a la integridad de los trabajadores, sino que en varias ocasiones han terminado con la vida de un empleado.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de las encuestas realizadas:

Como se puede evidenciar hay un mayor porcentaje de incumplimientos respecto a los estándares y especificaciones del American Petroleum Institute API, por lo tanto es necesario implementar un Manual de Prevención de Riesgos Laborales que ayude a evidenciar en cada actividad operativa, los riesgos asociados a la falta de implementación de estos estándares y especificaciones de API.

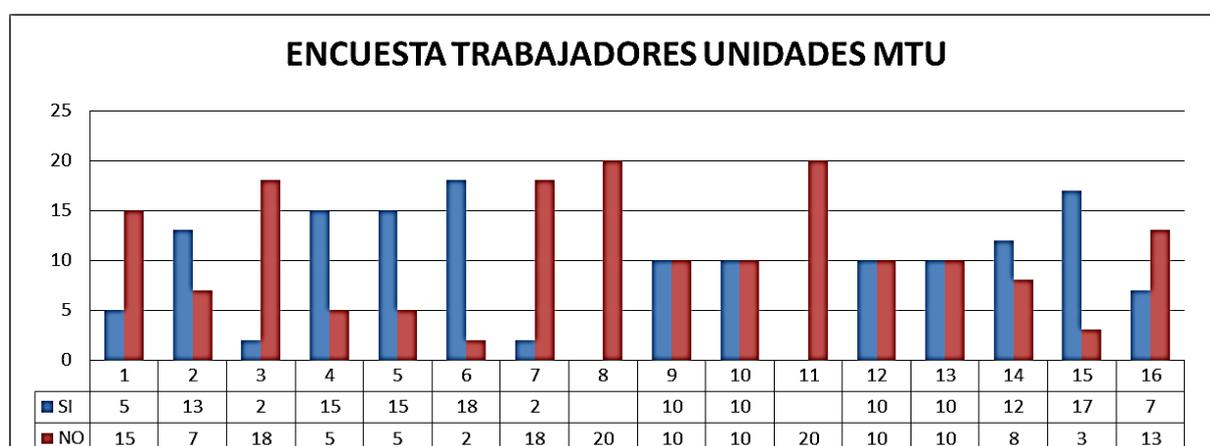


Figura 18 Encuesta trabajadores MTU

Fuente: Encuesta

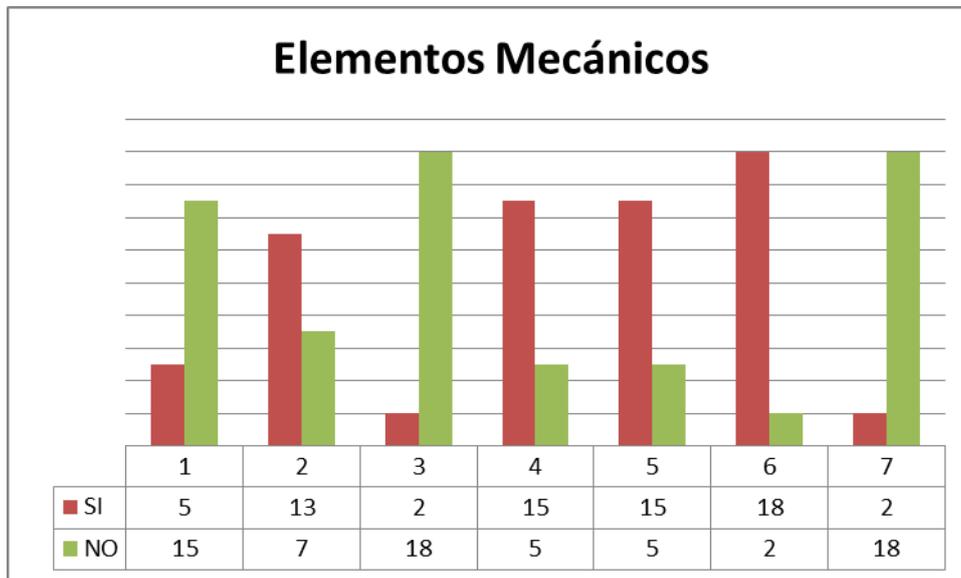
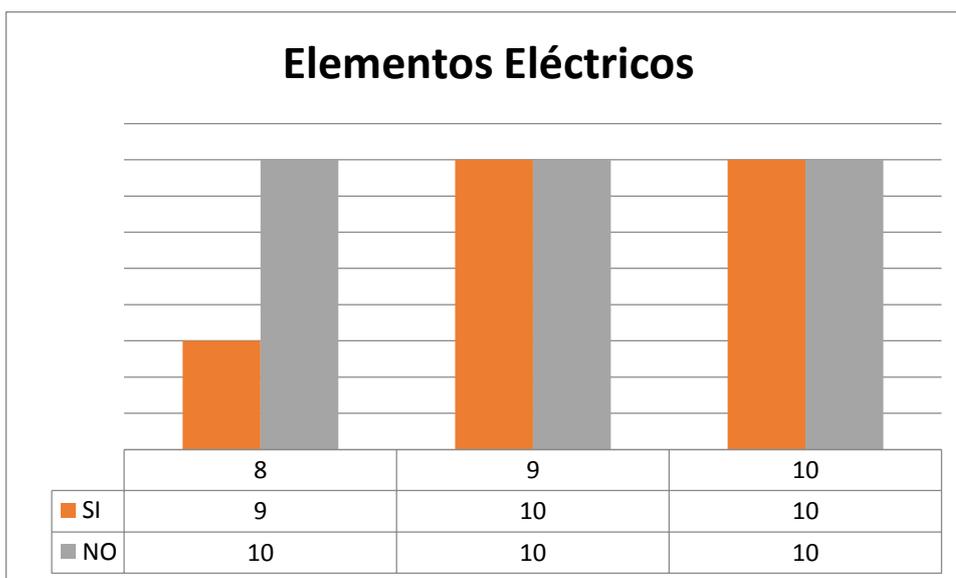


Figura 19 Elementos Mecánicos

Fuente: Encuesta

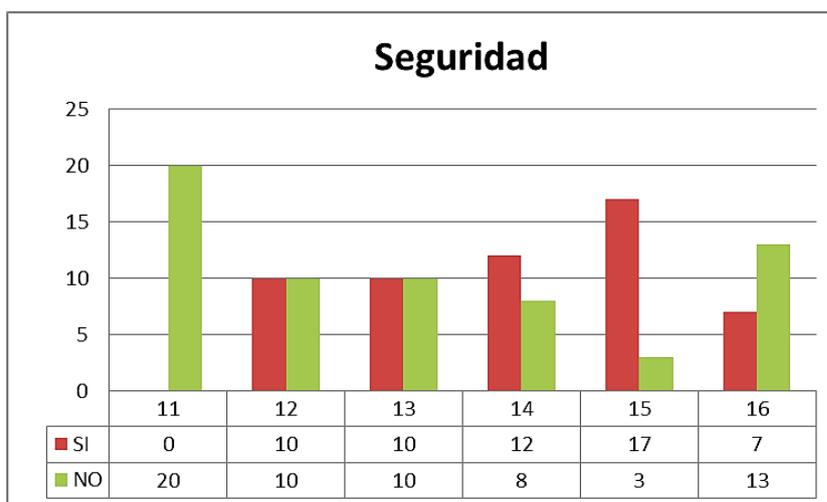
En las Preguntas de la 1-7 de la encuesta se puede evidenciar el estado de los elementos mecánicos que comprenden las unidades MTU, y una vez tabulado los resultados se puede evidenciar que el porcentaje de incumplimientos de acuerdo a los estándares API, son mínimos, debiendo enfocarnos en los elementos eléctricos



### Figura 20 Elementos Eléctricos

Fuente: Encuesta

En las preguntas de la 8-10 de la encuesta se puede evidenciar el estado de los elementos y componentes eléctricos que comprenden las unidades MTU, y una vez tabulado los resultados se puede evidenciar un menor nivel de incumplimiento



### Figura 21 Seguridad

Fuente: Encuesta

En las preguntas de la 11-16 de la encuesta se puede evidenciar el estado de la seguridad de los equipos que comprenden las unidades MTU, y una vez tabulado los resultados se puede evidenciar un nivel de incumplimiento medio

Finalmente, de los documentos puestos a disposición del autor por parte del departamento de Seguridad y Salud Laboral de SERTECPET, se identificó que, durante los últimos años, los trabajadores de las unidades MTU, han sufrido múltiples accidentes debido a la falta de señalización e incorrecta ubicación de los botones de emergencia, equipo,

materiales y maquinaria; al mal mantenimiento de la maquinaria y equipos de trabajo; la falta de comunicación efectiva para atender las emergencias.

### **3.2. Aplicación práctica**

Evidenciando un mayor porcentaje de incumplimiento de los estándares API y haciendo uso de la matriz de riesgos elaborada por la empresa SERTECPET, (Tabla 1), la Evaluación de riesgos (Tabla 2) y el análisis para la Prevención de riesgos (Tabla 3) y los riesgos intolerables por cada actividad de trabajo se ha desarrollado el Manual de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa.

La siguiente Matriz de Identificación de Riesgos (Tabla 1), detalla los Factores de Riesgo elaborado por la empresa SERTECPET, para efectos de estudio se tomarán únicamente los riesgos intolerables

Tabla 1. Riesgos por actividad y puesto de trabajo

FACTOR DE RIESGO		Operador MTU					Evaluador de bomba jet			Personal de mantenimiento		
		Montaje y desmontaje de líneas	Estabilización y control de parámetros	Limpieza de la unidad	Pintado de líneas	Suministro de químicos	Toma de muestras de inyección y retroceso	Análisis de muestras	Reparación de la bomba jet	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Pruebas de presión
FACTORES DE RIESGO MECÁNICO	Caída de personas a distinto nivel		M	M		M	M			M	M	M
	Caída de personas al mismo nivel	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO
	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	I	I	I	I	I			I	I	I	I
	Caída de objetos en manipulación	M				M	M	M	M	M	M	
	Pisada sobre objetos	M	M	M	M	M	M			M	M	M
	Choque contra objetos inmóviles	M	M	M	M	M				M	M	M
	Golpes / cortes por objetos herramientas	M	M			M	M		M	M	M	M
	Proyección de fragmentos o partículas			I	I	I	I			I	I	I
	Atrapamiento por o entre objetos		I	I						I	I	I
	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	M	M							M	M	M
	Atropella o golpes por vehículos	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Contactos Térmicos			M						M	M	M
	Espacio Confinado									M		
	Manejo de recipientes a presión	I	I			I				I	I	I

<b>FACTOR DE RIESGO FÍSICO</b>	Contactos eléctricos directos	TO	TO				TO	TO	TO	TO	TO	TO	
	Contactos eléctricos indirectos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	Exposición a radiaciones ionizantes	TO	TO				TO			TO	TO	TO	
	Exposición a radiaciones no ionizantes	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Ruido	I	I	I	I	I	I		I	I	I	I	
	Vibraciones	T	T										T
	Iluminación	M	M				M		M	M	M	M	M
<b>F.R. QUÍMICO</b>	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			I		I		I		I	I		
	Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas	M		M		M	M	M	M	M	M		
	Exposición a gases y vapores	I		I		I	I	I	I	I	I		
<b>F.R. BIOLÓGICO</b>	Parásitos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	Exposición a hongos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	Exposición a insectos	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Exposición a animales selváticos	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
<b>F.R. ERGONÓMICO</b>	Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión	I		I	I				I	I	I		
	Sobrecargas	I		I	I	I	I		I	I	I	I	
	Posturas forzadas									I	I		
	Disconfort acústico	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Disconfort térmico	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	Disconfort lumínico	M	M				M		M	M	M	M	
	Operadores de PVD	M	M				M	M	M			M	
	Manipulación manual de cargas	I				I			I	I	I		

<b>FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL</b>	Tiempo de Trabajo	TO										
	Variedad y Contenido de Trabajo	TO										
	Participación	TO										
	Supervisión	TO										
	Relaciones y Apoyo Social	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<b>F.R. ACCIDENTE MAYOR</b>	Incendios	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Explosiones	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Terremotos	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Accidentes de Tránsito	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Secuestros - Delincuencia Común	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: SERTECPET

Elaborado por: La Autora

En base a los riesgos intolerables de la Matriz de Identificación de Riesgos (Tabla 1), se desarrolla la identificación de los puestos de trabajo de las Unidades MTU (Tabla 2)

Tabla 2. Evaluación de riesgos trabajadores MTU,

FACTOR DE RIESGO		Operador MTU					Evaluador de bomba jet			Personal de mantenimiento		
		Montaje y desmontaje de líneas	Estabilización y control de parámetros	Limpieza de la unidad	Pintado de líneas	Suministro de químicos	Toma de muestras de inyección y retroceso	Análisis de muestras	Reparación de la bomba jet	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Pruebas de presión
FACTORES DE RIESGO MECÁNICO	Caída de personas a distinto nivel		X	X		X	X			X	X	X
	Caída de personas al mismo nivel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X	X	X	X	X			X	X	X	X
	Caída de objetos en manipulación	X				X	X	X	X	X	X	
	Pisada sobre objetos	X	M	X	X	X	X			X	X	X
	Choque contra objetos inmóviles	X	X	X	X	X				X	X	X
	Golpes / cortes por objetos herramientas	X	X			X	X		X	X	X	X
	Proyección de fragmentos o partículas			X	X	X	X			X	X	X
	Atrapamiento por o entre objetos		X	X						X	X	X
	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	X	X							X	X	X
	Atropella o golpes por vehículos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Contactos Térmicos			X						X	X	X
	Espacio Confinado									X		
	Manejo de recipientes a presión	X	X			X				X	X	X
FACTOR DE RIESGO FÍSICO	Contactos eléctricos directos	X	X				X	X	X	X	X	X
	Contactos eléctricos indirectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exposición a radiaciones ionizantes	X	X				X			X	X	X
	Exposición a radiaciones no ionizantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ruido	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X

	Vibraciones	X	X									X
	Iluminación	X	X				X		X	X	X	X
F.R. QUÍMICO	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas			X		X		X		X	X	
	Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas	X		X		X	X	X	X	X	X	
	Exposición a gases y vapores	X		X		X	X	X	X	X	X	
F.R. BIOLÓGICO	Parásitos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exposición a hongos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exposición a insectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exposición a animales selváticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F.R. ERGONÓMICO	Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión	X		X	X				X	X	X	
	Sobrecargas	X		X	X	X	X		X	X	X	X
	Posturas forzadas									X	X	
	Disconfort acústico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Disconfort térmico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Disconfort lumínico	X	X				X		X	X	X	X
	Operadores de PVD	X	X				X	X	X			X
Manipulación manual de cargas	X				X			X	X	X		
FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL	Tiempo de Trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variedad y Contenido de Trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Participación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Supervisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Relaciones y Apoyo Social	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F.R. ACCIDENTE MAYOR	Incendios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Explosiones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Terremotos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Accidentes de Tránsito	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Secuestros - Delincuencia Común	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: SERTECPET

Elaborado por: La Autora

Para la elaboración Manual de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa SERTECPET, se ha descrito las actividades por cada riesgo intolerable así como las acciones preventivas, como base de análisis para la elaboración del Manual de Prevención de Riesgos Laborales (Tabla 3)

Tabla 3. Prevención de Riesgos

FACTOR DE RIESGO	ACTIVIDAD	ACCIONES PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mantener la plataforma libre de grasas y aceites en el piso</li> <li>*Usar botas adecuadas</li> </ul>
Caída de personas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mantener la plataforma libre de grasas y aceites en el piso</li> <li>*Usar botas adecuadas</li> </ul>
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Usar casco y ropa adecuada</li> <li>*Definir vías de evacuación</li> <li>*Mantener botiquín de primeros auxilios</li> <li>*Localizar y ubicar agua y alimentos</li> </ul>
Caída de objetos en manipulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Usar casco</li> <li>*Usar gafas y ropa adecuada</li> <li>*Usar arnés</li> </ul>
Pisada sobre objetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Usar ropa adecuada</li> <li>*Usar botas</li> </ul>

Choque contra objetos inmóviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Usar casco, gafas, guantes y ropa adecuada</li> <li>*Usar arnés</li> </ul>
Golpes / cortes por objetos herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar bolso o caja de herramientas</li> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Mantener orden y limpieza del área</li> </ul>
Proyección de fragmentos o partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar gafas, guantes y ropa adecuada</li> </ul>
Atrapamiento por o entre objetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Mantener orden y limpieza del área</li> </ul>
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Definir vías alternas de salida del campamento</li> </ul>
Atropella o golpes por vehículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Implementar señales de vías de circulación</li> <li>*Respetar las vías designadas</li> </ul>
Contactos Térmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar ropa adecuada de trabajo, guantes, mascarilla, botas</li> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Hidratación frecuente</li> </ul>
Espacio Confinado	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Ventilación del espacio confinado</li> <li>*Protección respiratoria adecuada</li> <li>*Uso de arnés de seguridad</li> <li>*Realizar pruebas atmosféricas para determinar gases presentes</li> </ul>

Manejo de recipientes a presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Revisión periódica a tanque separador y de combustible</li> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Capacitar al personal en primeros auxilios</li> </ul>
Contactos eléctricos directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Verificar las condiciones electricas</li> <li>*Evitar cargas excesivas en toma corrientes</li> <li>*No realizar ni modificar instalaciones eléctricas sin supervisión</li> </ul>
Contactos eléctricos indirectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Verificar las condiciones electricas</li> <li>*Evitar cargas excesivas en toma corrientes</li> <li>*No realizar ni modificar instalaciones eléctricas sin supervisión</li> </ul>
Exposición a radiaciones ionizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética</li> <li>*Usar ropa adecuada</li> <li>*Vigilar el ambiente de trabajo</li> <li>*Someter al trabajador a un examen medico</li> </ul>
Exposición a radiaciones no ionizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética en las zonas de exposición</li> <li>*Colocar pantallas</li> <li>*Reducir el tiempo de exposición</li> <li>*Usar pantalla fácil, gafas y ropa de trabajo</li> <li>*Evitar exposiciones innecesarias</li> </ul>
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Controlar el funcionamiento óptimo de la unidad, evitar ruidos exagerados</li> <li>*Usar tapones y/o orejeras</li> <li>*Aplicar ingeniería en aislamiento de máquinas</li> </ul>
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Disminuir el tiempo de exposición</li> <li>*Realizar rotación de puestos de trabajo</li> <li>*Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria</li> <li>*Usar equipo de protección</li> <li>* Emplear materiales aislantes o absorbentes</li> <li>*Usar herramientas adecuadas</li> </ul>

Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Adecuar la cantidad de luz</li> <li>*Orientar correctamente la fuente luminosa</li> <li>*Evitar producir deslumbramientos</li> <li>*Dar el contraste suficiente</li> </ul>
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Protección respiratoria adecuada (respiradores de purificación del aire)</li> <li>*Usar guantes de protección contra químicos</li> <li>*Etiquetar los químicos</li> </ul>
Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Protección respiratoria adecuada (respiradores de purificación del aire)</li> <li>*Usar guantes de protección contra químicos</li> <li>*Etiquetar los químicos</li> </ul>
Exposición a gases y vapores	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Revisar de manera periódica la unidad para controlar cualquier tipo de fuga o liqueos</li> <li>*Monitorear el ambiente</li> <li>*Usar protección respiratoria adecuada (mascarilla con filtro)</li> </ul>
Parásitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mantener orden y limpieza en el lugar de trabajo</li> </ul>
Exposición a hongos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Entregar al personal al menos 2 uniformes para su uso diario</li> </ul>

Exposición a insectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar repelente contra insectos</li> <li>*Fumigación periódica del lugar de trabajo</li> <li>*Ropa de trabajo</li> <li>*Usar botas de trabajo</li> <li>*Contar con botiquín</li> <li>*Control de vacunas</li> </ul>
Exposición a animales selváticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar cinturón de seguridad para mantener alejados a animales selváticos</li> </ul>
Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Respetar los límites de peso manipulado</li> <li>*Realizar rotación de puestos de trabajo</li> <li>*Realizar pausas para cambiar de postura</li> <li>*Efectuar reconocimiento médicos periódicos</li> <li>*Supervisar los métodos de manipulación</li> <li>*Usar fajas y guantes</li> </ul>
Sobrecargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Respetar los límites de peso manipulado</li> <li>*Realizar rotación de puestos de trabajo</li> <li>*Realizar pausas para cambiar de postura</li> <li>*Efectuar reconocimiento médicos periódicos</li> <li>*Supervisar los métodos de manipulación</li> <li>*Usar fajas y guantes</li> </ul>
Posturas forzadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Respetar los límites de peso manipulado</li> <li>*Realizar rotación de puestos de trabajo</li> <li>*Realizar pausas para cambiar de postura</li> <li>*Efectuar reconocimiento médicos periódicos</li> <li>*Supervisar los métodos de manipulación</li> <li>*Usar fajas y guantes</li> </ul>
Disconfort acústico	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Controlar el funcionamiento óptimo de la unidad, evitar ruidos exagerados</li> <li>*Usar tapones y/o orejeras</li> <li>*Aplicar ingeniería en aislamiento de máquinas</li> </ul>

Disconfort térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar aire acondicionado en el campamento</li> <li>*Hidratación periódica de los trabajadores</li> <li>*Tomar descansos</li> </ul>
Disconfort lumínico	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar gafas de sol</li> </ul>
Operadores de PVD	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Realizar pausas de descanso cortas y frecuentes</li> <li>*Practicar ejercicios de relajación muscular</li> </ul>
Manipulación manual de cargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Usar faja y guantes</li> <li>*Solicitar ayuda a los compañeros</li> </ul>
Tiempo de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Considerar la carga laboral de cada empleado conforme a la ley</li> </ul>
Variedad y Contenido de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Capacitar al personal</li> </ul>

Participación	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	*Involucrar al personal en la prevención de riesgos
Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Controlar la ejecución adecuada de las actividades a desempeñar por los empleados</li> <li>*Supervisar el manejo adecuado de la maquinaria</li> </ul>
Relaciones y Apoyo Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	*Promover relaciones inclusivas entre el personal
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*El área de almacenamiento debe estar alejada de otros combustibles</li> <li>*Usar envases y tapas que cierren correctamente</li> <li>*Mantener identificados todos los envases</li> </ul>
Explosiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*El área de almacenamiento debe estar alejada de otros combustibles</li> <li>*Usar envases y tapas que cierren correctamente</li> <li>*Mantener identificados todos los envases</li> </ul>

Terremotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Diseñar un plan de evacuación</li> <li>*Realizar simulacros de evacuación</li> <li>*Definir puntos seguros</li> <li>*Determinar señales de alarma</li> <li>*Supervisar la ubicación y localización de extintores, depósitos de agua y alimentos, botiquines de primeros auxilios</li> </ul>
Accidentes de Tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Colocar señalética respectiva</li> <li>*Capacitar a los conductores</li> </ul>
Secuestros - Delincuencia Común	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Montaje y desmontaje de líneas</li> <li>*Estabilización y control de parámetros</li> <li>*Limpieza de la unidad</li> <li>*Pintado de líneas</li> <li>*Suministros de químicos</li> <li>*Toma de muestras</li> <li>*Análisis de muestras</li> <li>*Reparación de la bomba jet</li> <li>*Mantenimiento Preventivo</li> <li>*Mantenimiento Correctivo</li> <li>*Pruebas de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Contratar personal de vigilancia 24 horas al día</li> <li>*Instalar sistema de seguridad</li> <li>*Solicitar vigilancia de la policía Nacional</li> </ul>

Fuente: SERTECPET

Elaborado por: La autora

	<b>MANUAL OPERACIONES MTU</b>	Fecha: 26/01/2018
	<b>INSTALACIÓN DE LA UNIDAD MTU</b>	MAN MTU-PRL-001

## 1. OBJETIVO

Establecer los procedimientos de trabajo a seguir para realizar la instalación de la unidad MTU en las locaciones donde ha sido contratada la empresa

## 2. ALCANCE

Este manual se usará en las operaciones de evaluación de pozos petroleros en que se use la unidad MTU, según las necesidades del cliente, en fiel relación a las normas vigentes para la protección del medio ambiente y para asegurar la seguridad y salud ocupacional

## 3. RESPONSABLES

Los encargados de la instalación de la unidad MTU serán

- Operador MTU
- Evaluador de bomba jet
- Personal de mantenimiento.

## 4. INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO

- El personal encargado debe realizar el trabajo según las condiciones estipuladas con el cliente contratante

- Se debe establecer el área donde se instalará la unidad móvil, considerándose una distancia mínimo de 15 a 25 metros del cabezal del pozo y el resto de equipos que se encuentren en la locación, siempre se deben estimar el fácil uso de las instalaciones y el rápido y seguro desalojo de la locación. Esto dependerá del espacio físico que se disponga.
- Antes de empezar con la instalación de la MTU, el supervisor se debe asegurar que todos los trabajadores cuenten con los permisos de trabajo para operar (Ver Anexo 4) y que usen el equipo de protección personal de acuerdo a las normas establecidas. (Ver Anexo 7)
- Se debe colocar la membrana en el área establecida anteriormente, a fin de evitar todo tipo de contaminación
- Se debe color la unidad en el lugar establecido, con cuidado y lentamente, además de colocar topes en las ruedas de la MTU, es indispensable que se verifique su correcto bloqueo.
- El operario debe asentar los apoyos principales de la unidad en una superficie plana
- Tiene que regular la temperatura de los apoyos, para poder suspender la unidad del vehículo transportador
- A continuación, se arma el cubeto con la membrana, verificando que tenga una capacidad volumétrica mínima de 110% del fluido que se maneja en la MTU. El cubeto debe tener las siguientes medidas: 0.17 m de alto, 2.9 m de ancho y 14.9 m de largo.
- Hay que colocar las escaleras y accesorios que permitan el transito sobre la MTU.
- Coloque el extintor de ruedas de 100 libras con polvo químico ABC, a una distancia máxima de 10 metros de la MTU.

- Se debe ubicar los estabilizadores y obtener la nivelación de la plataforma de la unidad con los soportes regulables, a fin de evitar vibraciones y facilitar el ajuste de los niveles de aceite y sensores.
- Realice entre al menos dos personas la conexión a tierra, a fin de evitar golpes en las manos al introducir la varilla al piso. Además, debe hacer usos de un combo anti chispa, evitando de esta manera crear un punto de ignición, que terminaría generando un incendio a causa de la presencia de gases peligrosos.
- Seleccione y baje los equipos y herramientas que requiere para el ensamblaje y operación. Es indispensable que se verifique que las tuberías y accesorios cuenten con los sellos de caucho y que los mismos estén en buen estado.
- Coloque los manómetros de alta y baja presión siempre cubriendo los hilos de las roscas con teflón, además, ubicar el contador de barriles MC II en la turbina que se encuentra en la línea de inyección junto a la bomba quintuplex
- Revise que las uniones de golpe cuenten con sellos en estado óptimo y que no las roscas no tengan contacto con la arena o sólidos. Para ello es importante revisar la conexión de cada línea de inyección usando estribos de seguridad de cable acerado.
- Realice el tendido de líneas y accesorios para instalar el sistema de bombeo hidráulico en la superficie de la locación, esto debe hacerse desde la unidad de inyección hasta el cabezal del pozo, luego desde este hasta la unidad de retorno y de la unidad de producción al tanque de almacenamiento.
- Las líneas de inyección y retorno deben pasar por el manifold, a fin de que la manipulación y los cambios de circuito en el sistema de superficie sea fácil y segura.

## 5. PERMISOS DE TRABAJO

Los empleados calificados para la instalación de la unidad móvil deben contar con los siguientes permisos de trabajo:

Permiso de Trabajo en Frío

Permiso de Trabajo en Caliente

Permiso de Trabajo Eléctrico

Permiso de Trabajo con Fuentes Radiactivas

## 6. DEFINICIONES

**Cabeza de pozo:** equipo de control instalado en la parte superior del pozo

**Manifold:** conjunto de válvulas que sirve para manipular fluidos y presiones, permite colocar o direccionar fluidos de un punto a otro según la necesidad

**Geomembranas:** laminas geosintéticas que permiten estancar fluidos en superficie

**Extintor de polvo químico ABC:** utilizan una mezcla de polvos químicos como agente extintor para fuegos de clase A, B, C.

	<b>MANUAL OPERACIONES MTU</b>	Fecha: 26/01/2018
	<b>OPERACIÓN DE LA UNIDAD MTU</b>	MAN MTU-PRL-002

## 1. OBJETIVO

Establecer los procedimientos a seguir para operar la MTU y realizar el trabajo solicitado por el cliente contratante.

## 2. ALCANCE

El presente manual se empleará en las operaciones de encendido y puesta en marcha de la MTU, en conformidad con los datos técnicos previos.

## 3. RESPONSABLES

Los encargados de la instalación de la unidad MTU serán

- Operador MTU
- Evaluador de bomba jet
- Personal de mantenimiento.

## 4. INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO

- Antes de operar la MTU, el supervisor se debe asegurar que todos los trabajadores cuenten con los permisos de trabajo para operar (Ver Anexo 4) y que usen el equipo de protección personal de acuerdo a las normas establecidas. (Ver Anexo 7)

- Antes de encender el equipo, verifique el tendido de líneas, nivelación y alineamiento de la unidad, calibración de los sensores, encerado de los contadores, entre otros aspectos relevantes.
- Antes de desplazar la bomba se debe realizar una circulación en superficie, a fin de poder limpiar cualquier suciedad que se hubiere generado por la manipulación de las líneas y accesorios en la superficie.
- Coloque las válvulas según el circuito preestablecido y señalando el recorrido de circulación en el cabezal, en la unidad, en el manifold y en las líneas respectivas.
- Debe revisar el motor, los filtros y válvulas, los niveles de agua de batería, de agua de radiador y que el embrague no se encuentre acoplado.
- Es imprescindible que utilice tapones auditivos y orejeras, previo al encendido del motor.
- Luego encienda el motor de manera progresiva hasta alcanzar entre 1100 y 1200 RPM.
- Realice una prueba de apagado de motor haciendo uso de la parada de emergencia.
- Vuelva a encender el motor progresivamente hasta alcanzar entre 1400 y 1500 RPM.
- Realice el acople del embrague lentamente, a fin de que la bomba empiece a trabajar, es importante que verifique que el recorrido de los plungers tenga la lubricación adecuada y que no existan vibraciones anormales o ruidos extraños. *Nota:* En caso de presenciar algún ruido extraño o vibración anormal, desacople el embrague y revise las causas de los inconvenientes, comuníquelo a la base y solicite asesoría.
- Estabilice las revoluciones del motor entre 1500 y 1750 RPM, siempre controlando el aumento de la presión en las líneas de inyección y retorno.

- Es importante que registre los parámetros con que inicia las operaciones del equipo; además de controlar el caudal recirculado, haciendo uso del MC II, para ello debe restaurarlo a cero antes de empezar con la operación.
- Es imprescindible que revise constantemente los instrumentos que emplea, recalibre los sensores de nivel y los dispositivos de apagado emergente, controle la presión de operación y el nivel de fluido en las mirillas.
- Si va a cambiar o detener el circuito que está bombeando y manipular las válvulas, debe primero despresurizar el sistema.
- Después de asentar la bomba jet, por medio de la regulación del VRP, obtenga de manera paulatina el incremento de presión de operación según la solicitud del cliente.
- Después de obtener la presión de operación deseada, debe encerrar los contadores e iniciar el registro hora a hora de los datos de presión, inyección y producción.
- Realice de manera constante un análisis del porcentaje de agua, a fin de dar seguimiento y alcanzar progresivamente la estabilización.
- Mientras el equipo se encuentre en funcionamiento, el operario y su ayudante son los encargados de realizar los chequeos de los parámetros (caudal de inyección, presión de inyección, presión de casing, presión en el módulo horizontal, RPM del motor, temperatura del motor y bomba triplex, y nivel de fluido en el módulo horizontal) y registrar las pruebas de producción.

## **5. PERMISOS DE TRABAJO**

Los empleados calificados para la instalación de la unidad móvil deben contar con los siguientes permisos de trabajo:

Permiso de Trabajo en Frío

Permiso de Trabajo en Caliente

Permiso de Trabajo para entrada en Espacios Confinados

Permiso de Trabajo Eléctrico

Permiso de Trabajo con Fuentes Radiactivas

## 6. DEFINICIONES

**Geometría:** es la combinación de áreas de nozle y garganta, las cuales son determinadas de acuerdo a las características de producción del pozo y las facilidades de suministrar fluido que tienen las estaciones de bombeo.

**Unidad de vacío (vacum):** equipo móvil de succión y transporte de fluido, cuyo principio de funcionamiento es similar al de una aspiradora

**Wire line:** equipo especial que usa un cable fino de lata resistente para bajar o sacar herramientas del fondo del pozo.

**Tubing:** tubería de acero de alta resistencia utilizada en algunos sistemas de levantamiento artificial para inyectar fluido motriz al pozo

**Casing:** tubería de acero de alta resistencia cuyo diámetro es mayor al del tubing, sirve como barrera para que las paredes del pozo no colapsen. También se usa como tubería de producción.

**RPM del motor:** Revoluciones Por Minuto, cantidad de vueltas que realiza un eje o una rueda en un minuto

**VRP:** Válvula Reguladora de Presión, sirve para controlar la presión de funcionamiento de un sistema hidráulico, dejando circular cierta cantidad de fluido a través de un by-pass en el interior del block de la válvula.

**Manifold:** sistema de válvulas por el cual se recoge fluidos o gases desde distintas partes hasta un colector

	<b>MANUAL OPERACIONES MTU</b>	Fecha: 26/01/2018
	<b>EVALUACIÓN DE POZO CON MTU</b>	MAN MTU-PRL- 003

## 1. OBJETIVO

Describir los procedimientos a seguir para que los operarios calificados realicen la evaluación de pozos petroleros haciendo uso de la MTU.

## 2. ALCANCE

Este manual se empleará para la evaluación de pozos petroleros conforme a la solicitud del cliente contratante.

## 3. RESPONSABLES

Los encargados de la instalación de la unidad MTU serán

- Operador MTU
- Evaluador de bomba jet
- Personal de mantenimiento. .

## 4. INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO

- Antes de iniciar el trabajo el supervisor se debe asegurar que todos los trabajadores cuenten con los permisos de trabajo respectivos (Ver Anexo 4) y que usen el equipo de protección personal de acuerdo a las normas establecidas. (Ver Anexo 7)

- El técnico para realizar la evaluación debe analizar la geometría seleccionada según los rangos y datos de producción estimada.
- Debe analizar el diagrama del pozo para determinar la cantidad de fluido necesario para poder llenar el circuito que le permita estimar el lapso de tiempo en que se podrá empezar a obtener producción del pozo.
- Se debe realizar una exposición de los hallazgos al cliente
- Debe coordinar con el cliente para poder colocar el pozo en el separador de pruebas.
- El técnico deberá registrar la hora inicial y encerrar el contador de barriles, además de registrar cada hora lecturas sobre la producción del pozo.
- Debe a la par tomar muestras del fluido de inyección y retorno para poder realizar el análisis BSW, API y Salinidad.
- Mientras el equipo se encuentre en funcionamiento, el operario y su ayudante son los encargados de realizar los chequeos de los parámetros (caudal de inyección, presión de inyección, presión de casing, presión en el módulo horizontal, RPM del motor, temperatura del motor y bomba triplex, y nivel de fluido en el módulo horizontal) y registrar las pruebas de producción.

## **5. PERMISOS DE TRABAJO**

Los empleados calificados para la instalación de la unidad móvil deben contar con los siguientes permisos de trabajo:

Permiso de Trabajo en Caliente

Permiso de Trabajo Eléctrico

Permiso de Trabajo con Fuentes Radiactivas

## 6. DEFINICIONES

**BFPD:** Barriles de Fluido Producidos por día.

**BSW:** Base de sedimento y agua: cantidad de agua y sedimentos que contiene una muestra de crudo.

**API:** American Petroleum Institute /Instituto Americano del Petróleo.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Conclusiones

La empresa SERTECPET realiza su actividad operacional sin tener en cuenta la aplicación adecuada de las normas y especificaciones API en las operaciones de las unidades MTU

La empresa SERTECPET no ha divulgado de forma efectiva los riesgos asociados con las unidades MTU

El desconocimiento de las normas internacionales API ha hecho que no se apliquen las mismas a las operaciones de la empresa SERTECPET

La aplicación de encuestas a los trabajadores ayudo a tener una retroalimentacion efectiva de los posibles inconvenientes que se puedan presentar en las operaciones

## **4.2 Recomendaciones**

La empresa debe aplicar los estándares y especificaciones de la API para así evitar riesgos asociados a la operación de unidades MTU,

Se recomienda realizar una divulgación efectiva de todos los riesgos asociados a las operaciones de unidades MTU

La empresa deberá mantener algún medio de actualización e información efectiva de los estándares API

La empresa deberá aplicar permanentemente encuestas a los trabajadores con el fin de conocer posibles desviaciones de los estándares API y evaluar permanentemente la aplicación de estándares ya que esto ayuda a reducir los riesgos en las operaciones

## Referencias

- Anco, I. (2013). *Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional según OHSAS 18001*. Quito.
- ARCH. (2016). *Recursos. La revista hidrocarburífera del Ecuador*. Sangolquí: ARCH.
- ARCH. (2017). La importancia de la gestión de riesgos laborales en la industria hidrocarburífera. *Recursos*, 34-35.
- Arteaga, Á., & Castillo, G. (2012). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA EDIPCENTRO CÍA. LTDA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA*. Riobamba: ESPOCH.
- Asamblea Nacional. (2014). *Ley de Hidrocarburos*. Quito: ASAMBLEA NACIONAL.
- Banco Central del Ecuador. (2016). *Análisis de coyuntura*. Quito: BCE.
- Burriel, G. (1999). *Sistema de gestión de riesgos laborales e industriales*. Madrid.
- Chow, S. (1998). *Fondo de Cultura Económica*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.htm)
- CONELEC. (2013). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022*. Quito.
- Guevara, N., & Vallejo, P. (2014). *Diseño e implementación de un plan integral de mantenimiento preventivo, seguridad y salud ocupacional en la unidad de bombeo MTU perteneciente a la compañía FIG OIL CIA. LTDA. Coca-Orellana-Ecuador*. Riobamba: ESPOCH.
- Hurtado. (2000).
- IESS. (2013). *Reglamento del seguro General de Riesgos del Trabajo*. IESS.
- IESS. (2014). *Informe de rendición de cuentas*. Quito: IESS.
- IESS. (2014). *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social*. Obtenido de [https://www.iess.gob.ec/es/sala-de-prensa/-/asset\\_publisher/4DHq/content/nuevo-sistema-de-gestion-de-prevencion-de-riesgos-laborales-es-pionero-en-america-latina/10174?redirect=https%3A%2F%2Fwww.iess.gob.ec%2Fes%2Fsala-de-prensa%3Fp\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_4D](https://www.iess.gob.ec/es/sala-de-prensa/-/asset_publisher/4DHq/content/nuevo-sistema-de-gestion-de-prevencion-de-riesgos-laborales-es-pionero-en-america-latina/10174?redirect=https%3A%2F%2Fwww.iess.gob.ec%2Fes%2Fsala-de-prensa%3Fp_id%3D101_INSTANCE_4D)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). *Manual de procedimiento de prevención de riesgos laborales*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- ISTAS. (2007). *ISTAS*. Obtenido de Salud laboral: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=2390>

- Méndez, A. (Octubre de 2013). *IMP*. Obtenido de <http://www.oilproduction.net/files/Aspectos-de-Produccion.pdf>
- Ministerio de Trabajo. (2002). *Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente*. Quito.
- Ministerio del Trabajo. (2017). *Ministerio del Trabajo*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Naranjo, D. (2014). *Exposición a riesgos mecánicos por el uso de herramientas y equipos y su relación con los accidentes laborales en obreros de equipos de perforación de pozos petroleros*. Quito: UTE.
- Paca, H., & Reinoso, V. (2012). *Análisis de riesgos por puesto de trabajo en la construcción de una plataforma petrolera en la constructora Villacreses Andrade en la ciudad del Coca*. Riobamba: ESPOCH.
- Rojas, M. (2008). *Evaluación de riesgos laborales en una empresa metalmecánica bajo Normas Internacionales OHSAS 18001:2007*. Quito: Universidad de las Américas.
- Rubio, J. (2004). *Metodos de evaluación de riesgos laborales*. Díaz de Santos.
- Sánchez, C. (2015). *Propuesta de un modelo de seguridad y salud ocupacional para una empresa de taladros de perforación*. Quito: PUCE.
- Seguridad y Salud en el Trabajo. (Febrero de 2012). Obtenido de <http://normas-ohsas18001.blogspot.com/2012/02/metodo-de-evaluacion-general-de-riesgos.html>
- SERTECPET. (2013). *Catalogo Servicios Petroleros*.
- SERTECPET. (2017). *Perfil Corporativo*. Obtenido de <http://www.sertecpet.net/pcorporativo.html>
- SERTECPET. (2017). *SERTECPET*. Obtenido de <http://www.sertecpet.net/>
- Terceros, D. (13 de Octubre de 2014). *Normas API*. Obtenido de <https://prezi.com/ibi62z1nad9b/normas-api/>
- Valencia, R. (2011). *Metodología para la implantación de un sistema de Gestión de Riesgos Laborales en el departamento de Tecnología del Grupo TVCable en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca*. Loja: Universidad de Huelva.
- Villegas, G. (2013). *Análisis descriptivo de los equipos de pruebas de pozos mediante bombeo hidráulico de la compañía SERTECPET*. Quito: UTE.

## ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta realizada a los trabajadores Unidades MTU, SERTECPET

No	ELEMENTOS	SI	NO
	<b>Elementos Mecánicos</b>		
1	Los cordones de soldaduras así como la integridad de la tubería y accesorios de las MTU cumplen con los criterios de aceptación de la normativa API		
2	El separador trifásico de la MTU cumple con estampe		
3	Toda MTU tiene el registrador de presión (Barton).		
4	Los discos de ruptura o válvulas de alivio (relief) estan calibrados y/o certificados.		
5	Todos los elementos y sistemas de la MTU poseen un Plan de Mantenimiento, preventivo y correctivo.		
6	La Bomba de químicos operativas se encuentra (sin fugas), y con su instalación eléctrica bajo condición de áreas clasificadas		
7	Las válvulas de alivio cumplen con todos los requisitos de API.		
	<b>Elementos Eléctricos</b>		
8	Se permite realizar empalmes o enmiendas de cable eléctrico en las instalaciones de las MTU		
9	El motor de combustión interna cuenta con arrestallamas		
10	Las mangueras de inyección y retorno de combustible están libres de fisuras		
	<b>Seguridad</b>		
11	Toda MTU dispone de al menos un detector de gas fijo y uno móvil.		
12	Toda MTU lleva instalado alarma visual (baliza), y audible (sirena) para casos de emergencia o falla operativa		
13	Todos los sistemas o elementos que tengan riesgo de atrapamiento están aislados con protecciones mecánicas		
14	Las unidades MTU disponen de un sistema automático de apagado por alta y baja presión (Murphy o su equivalente).		
15	Las MTU lleva instalado 2 botones de PARADA DE EMERGENCIA, uno en el tablero de control y otro a una distancia prudencial de la unidad.		
16	La Contratista establece una frecuencia de monitoreo de gases para las MTU.		











## Anexo 5: Equipo de protección personal

NORMA	TIPO DE PROTECCIÓN	EPP	
ANSI Z89.1-2003	Protección para la cabeza	Casco de seguridad Blanco, Tipo II	
ANSI Z87.1-2003	Protección para los ojos	Gafas de seguridad	
ANSI S3.19-1974	Protección para los oídos	Tapones auditivos Reutilizables, tasa de reducción de 24 db  Orejeras NRR de 27 db	
ANSI Z88.2/NIOSH N95	Protección respiratoria	Mascarilla con filtros Pieza facial de media cara	
Decreto 2393 Art. 176	Protección del cuerpo	Pantalón y camisa jean  Fajas	

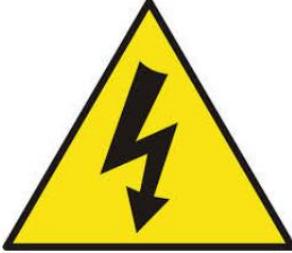
Decreto 2393 Art. 181	Protección extremidades superiores	Guantes de nitrilo	
ASTM F 2412- F2413	Botas industriales	Guantes de cuero Botas industriales de cuero, caña alta y punta de acero. Antideslizante y dieléctrica para evitar la corriente estática	
Decreto 2393 Art. 183	Arnés de seguridad	Arnés de seguridad	

## Anexo 8: Señalización

ROTULO	
Uso de EPP's	 <p>USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL (EPP)</p> <p>The sign features eight circular icons arranged in two rows of four. The top row shows: a helmet, a safety boot, a pair of work gloves, and safety glasses. The bottom row shows: a pair of safety pants, a respirator mask, a full-body protective suit, and a face shield.</p>
Uso de casco	 <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE CASCO</p> <p>The sign consists of a circular icon of a white helmet on a blue background, enclosed in a white border. Below the icon is a blue rectangular box with the text 'ES OBLIGATORIO EL USO DE CASCO' in white capital letters.</p>
Uso de gafas	 <p>USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD</p> <p>The sign features a circular icon of a white safety boot on a blue background, enclosed in a white border. Below the icon is a blue rectangular box with the text 'USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD' in white capital letters.</p>
Uso de guantes	 <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE GUANTES</p> <p>The sign consists of a circular icon of a pair of white work gloves on a blue background, enclosed in a white border. Below the icon is a blue rectangular box with the text 'ES OBLIGATORIO EL USO DE GUANTES' in white capital letters.</p>

Uso de mascarilla	 <b>ES OBLIGATORIO EL USO DE MASCARILLA</b>
Uso de orejeras	 <b>USO OBLIGATORIO DE PROTECTORES AUDITIVOS</b>
Uso de calzado de seguridad	 <b>USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD</b>
Uso de arnés de seguridad	 <b>USO OBLIGATORIO DE ARNÉS DE SEGURIDAD</b>

Protección de cara	 <p>USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL</p>
Prohibido fumar	
Alta presión	 <p>PELIGRO ALTA PRESIÓN</p>
Retorno	
Alta temperatura	
Riesgo de atrapamiento	

Riesgo eléctrico	
Mantener limpio el lugar	
Riesgo de ruido	
Botiquín	
Alarmas	
Área vigilada	

Extintores	
Teléfonos de emergencia	
Vías de evacuación	
Punto de encuentro	
Estacionar en reversa	
Entrada y salida de vehículos	

Radiación		 The radiation warning symbol, consisting of a central black circle with three black blades extending outwards, set against a yellow background.	
-----------	--	---	--