

**PLAN DE ENTRENAMIENTO EN HSE PARA OPERACIONES DE  
PERFORACION DE POZOS BASADOS EN TECNOLOGIAS DE ANIMACION  
VIRTUAL**

**ANDRÉS FELIPE GERENA CORTES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO.MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2015**

**PLAN DE ENTRENAMIENTO EN HSE PARA OPERACIONES DE  
PERFORACION DE POZOS BASADOS EN TECNOLOGIAS DE ANIMACION  
VIRTUAL**

**ANDRÉS FELIPE GERENA CORTES**

**Trabajo de Grado para optar por el título de:  
Ingeniero Industrial**

**Director**

**Edwin Alberto Garavito Hernández  
Ingeniero Industrial**

**Tutor**

**Jorge Enrique Cortes  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO.MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2015**

## DEDICATORIA

*A Dios, por guiarme en un camino de aprendizaje, esfuerzo y triunfos, siempre con las herramientas necesarias para cumplir mis objetivos.*

*A mi madre, por todo el amor y soporte que me ha brindado a través de mi vida, por impulsarme a ser una mejor persona y enseñarme el valor de las cosas. Siendo siempre un ejemplo a seguir, luchadora y con mucha fortaleza para sortear las dificultades.*

*A mi hermano, porque siempre me ha guiado por el camino al éxito, muchas veces sacrificando su bienestar por ayudarme. Siempre exigiéndome y motivarme, dándome invaluable consejos.*

*A mi tía Viviana, por su total y desinteresado apoyo en los momentos más difíciles. A toda mi familia, por su apoyo incondicional en mi vida.*

*Gracias especiales a Dianita por su gran comprensión y soporte en todo este proceso.*

*A mis amigos, de los cuales he aprendido bastante y en general a todas las personas que han contribuido a mi crecimiento personal y profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A todo el personal de trabajo en el campo LaCira-Infactas, por recibirme y tener siempre disposición de compartir sus conocimientos de la mejor manera.*

*Agradecimiento especial al Profesor Edwin Garavito, por todo su apoyo, conocimiento y paciencia en el desarrollo de este proyecto.*

*Al Ingeniero Jorge Cortes por todos sus conocimientos, empeño y buena voluntad para salir adelante con este proyecto.*

*A la escuela de Estudios Industriales y empresariales por todo el apoyo y conocimiento brindado a través de mi formación profesional.*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1 MISIÓN Y VISIÓN DE HELMERICH AND PAYNE (COLOMBIA) DRILLING .	22
1.2 CIFRAS DE 2013 Y METAS DE HELMERICH & PAYNE EN SEGURIDAD PARA EL AÑO 2014 (OPERACIÓN INTERNACIONAL).....	23
1.3 PIRÁMIDE DE SEGURIDAD Y DIAMANTE DE MORTALIDAD 2013.....	24
1.4 DESCRIPCIÓN DE CARGOS EN UN TALADRO DE PERFORACIÓN .....	26
1.5 INCIDENTES EN EL TALADRO .....	27
1.6 HORAS HOMBRE .....	30
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	31
3. OBJETIVOS.....	32
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	32
4. RESULTADOS ESPERADOS .....	34
5. MARCO TEÓRICO .....	36
5.1 ENFERMEDADES PROFESIONALES .....	36
5.2 LAS COMPAÑÍAS CONTRATISTAS EN COLOMBIA .....	37

5.3	CAPACITACIÓN EN HSE .....	42
5.4	CAPACITACIÓN VIRTUAL .....	44
5.5	EL DISEÑO INSTRUCCIONAL .....	45
6.	PROCESO DE PERFORACION CON TALADRO FLEX4M DE HELMERICH & PAYNE .....	47
6.1	PROCESO DE PERFORACION DE UN POZO EN EL CAMPO LACIRA-INFANTAS.....	47
6.1.1	Obras civiles.....	47
6.1.2	Movilización del equipo (Rigmove).....	48
6.1.3	Distribución de cargas del taladro .....	49
6.1.4	Arme de los equipos.....	50
6.1.5	Inicio de la perforación. ....	50
6.1.6	Revestimiento de la primera sección.....	52
6.1.7	Cementación de la primera sección .....	53
6.1.8	Hueco productor (segunda sección).....	54
6.1.9	Registros Eléctricos.....	55
6.2	PROCESO DE CONTRATACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN CAMPO DE OBREROS DE PATIO.....	56
6.3	IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE OBREROS DE PATIO .....	57

6.4	DESARROLLO Y PRESENTACION DE ESTANDARES DE HSE PARA EL MANUAL DE FUNCIONES DE OBREROS DE PATIO .....	60
7.	DESARROLLO DE PLATAFORMA VIRTUAL .....	76
7.1	PARTES .....	76
7.2	USO DE SOFTWARE PARA SIMULACIÓN.....	84
8.	IMPLEMENTACIÓN.....	96
8.1.	IMPLEMENTACIÓN EN CAMPO .....	96
8.2	ANALISIS DE RESULTADOS DE IMPLEMENTACION DE ENTRENAMIENTO VIRTUAL .....	99
9	CONCLUSIONES.....	125
10	RECOMENDACIONES .....	127
	BIBLIOGRAFIA .....	127
	ANEXOS (Se encuentra en carpeta adjunta)	

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características demográficas y económicas de población del área de influencia .....	20
<b>Tabla 2.</b> Registro y clasificación de incidentes obreros de patio de los taladros Flex4M del proyecto la Cira-Infantas.....	28
<b>Tabla 3.</b> – Fuentes de enfermedades en un taladro de perforación Flex4M.....	37
<b>Tabla 4.</b> Total de casos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales 2010-2011 por la actividad económica del contratista.....	38
<b>Tabla 5.</b> Siniestralidad laboral en Colombia de 2005 a 2011 .....	40
<b>Tabla 6.</b> – Promedio de horas hombre trascurridas por cada accidente o enfermedad laboral en Colombia de 2005 a 2011 .....	41

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del corregimiento del Centro .....	22
<b>Figura 2.</b> Pirámide de seguridad .....	26
<b>Figura 3.</b> Horas Hombre trabajadas obrero de patio .....	30
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales por tipo de contratista durante el 2011 .....	37
<b>Figura 5.</b> Horas Hombre trabajadas obrero de patio .....	39
<b>Figura 6.</b> Diagrama de la capacitación virtual.....	43
<b>Figura 7.</b> Trabajadores de obraras civiles adecuando el terreno .....	48
<b>Figura 8.</b> Obrero de patio adaptando los tapetes .....	49
<b>Figura 9.</b> Secciones de perforación de un pozo en LaCiraInfantas.....	51
<b>Figura 10.</b> Corrida de revestimiento (casing).....	52
<b>Figura 11.</b> Proceso de cementación del pozo .....	53
<b>Figura 12.</b> Mallas de las shakers.....	54
<b>Figura 13.</b> Buenas y malas prácticas para levantar bultos de química .....	58
<b>Figura 14.</b> Hoja HMIS III para identificar los peligros de cada producto .....	59
<b>Figura 15.</b> Buenas y malas practicas para maniobrar tubulares .....	59
<b>Figura 16.</b> Bodega Química .....	61
<b>Figura 17.</b> Embudos.....	62
<b>Figura 18.</b> Electricidad .....	65
<b>Figura 19.</b> Bombas de lodo .....	66
<b>Figura 20.</b> Tanques de lodo .....	68
<b>Figura 21.</b> Sitios de no acceso .....	70
<b>Figura 22.</b> Cargador.....	71
<b>Figura 23.</b> Vapórela.....	73
<b>Figura 24.</b> Tuberías.....	74
<b>Figura 25.</b> Subestructura.....	75
<b>Figura 26.</b> Pipe Wrangler .....	77
<b>Figura 27.</b> ST-80 .....	79
<b>Figura 28.</b> Top Drive .....	80

<b>Figura 29.</b> Bombas de lodo .....	81
<b>Figura 30.</b> Zona de embudos .....	82
<b>Figura 31.</b> Recorrido virtual en baja resolucion .....	82
<b>Figura 32.</b> Distribucion del taladro.....	83
<b>Figura 33.</b> Objeto creado en 3dsmax .....	87
<b>Figura 34.</b> Aplicación de materiales .....	88
<b>Figura 35.</b> Luz dentro de la escena.....	89
<b>Figura 36.</b> Cámara dentro de la escena .....	90
<b>Figura 37.</b> Creación de animaciones.....	91
<b>Figura 38.</b> Objeto tipo biped dentro de la escena .....	92
<b>Figura 39.</b> Renderizado de la imagen .....	93
<b>Figura 40.</b> Libro de entrenamiento .....	94
<b>Figura 41.</b> Evaluación de entrenamiento .....	95
<b>Figura 42.</b> Encuesta de satisfacción.....	95
<b>Figura 43.</b> Socialización del proyecto.....	97
<b>Figura 44.</b> Aplicación de evaluaciones por parte del autor .....	98
<b>Figura 45.</b> Evaluaciones de conocimiento en HSE para obreros de patio .....	100
<b>Figura 46</b> Porcentaje de mejora del conocimiento HSE .....	101
<b>Figura 47.</b> Experiencia y conocimiento en riesgos .....	103
<b>Figura 48.</b> Evaluaciones HSE por sistema .....	104
<b>Figura 49.</b> Procentaje de mejora de conocimiento en HSE .....	107
<b>Figura 50.</b> Procentaje de mejora de conocimiento en HSE .....	107
<b>Figura 51.</b> Conocimiento en HSE - Bodega de quimica.....	109
<b>Figura 52.</b> Conocimiento en HSE - Embudos .....	110
<b>Figura 53.</b> Conocimiento en HSE - Electricidad.....	112
<b>Figura 54.</b> Conocimiento en HSE - Bombas de Lodo .....	113
<b>Figura 55.</b> Conocimiento en HSE - Tanques de Lodo .....	115
<b>Figura 56.</b> Conocimiento en HSE - Areas restringidas .....	116
<b>Figura 57.</b> Conocimiento en HSE - Montacarga .....	117
<b>Figura 58.</b> Conocimiento en HSE - Vaporela .....	118
<b>Figura 59.</b> Conocimiento en HSE - Tubulares .....	120
<b>Figura 60.</b> Claridad de las ideas presentadas en el entrenamiento virtual.....	120

<b>Figura 61.</b> Conocimiento después del entrenamiento .....	121
<b>Figura 62.</b> Calificación de la plataforma.....	122
<b>Figura 63.</b> Importancia del entrenamiento para los empleados.....	122
<b>Figura 64.</b> Similitud de los equipos.....	123
<b>Figura 65.</b> Calificación de las cartillas .....	123
<b>Figura 66.</b> Calificación general de la plataforma virtual .....	124

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A.** Organigrama de Helmerich and Payne (Colombia) Drilling Co

**Anexo B.** Incidentes con obreros de patio

**Anexo C.** Diagrama de flujo del proceso de perforación de pozos

**Anexo D.** Diagrama de contratación de obreros de patio

**Anexo E.** Recorrido virtual en baja resolución

**Anexo F.** Evaluación de entrenamiento

**Anexo G.** Encuesta satisfacción

NOTA: ESTOS ANEXOS PUEDEN SER CONSULTADOS EN LA BIBLIOTECA - DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – SALA BASE DE DATOS

## RESUMEN

### TITULO:

PLAN DE ENTRENAMIENTO EN HSE PARA OPERACIONES DE PERFORACIÓN DE POZOS BASADOS EN TECNOLOGÍAS DE ANIMACIÓN VIRTUAL.<sup>1</sup>

### AUTOR:

GERENA CORTES, Andres Felipe<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Obrero de patio, Taladro de perforación, plataforma de entrenamiento, modelado, HSE, casing.

### DESCRIPCION

El presente proyecto está orientado en crear una plataforma de entrenamiento virtual para el cargo de obrero de patio en taladros de perforación la empresa Helmerich and Payne (Colombia) enfocado en el aspecto HSE, basándose en tecnologías de animación virtual. Los obreros de patio son mano de obra no calificada, que en su mayoría no tienen experiencia en el sector de la perforación, son contratados cada tres meses y se les debe capacitar de manera efectiva para evitar cualquier tipo de lesión, a sus compañeros o daño a los equipos. Con la plataforma y ayudas didácticas se pretende que estos nuevos trabajadores conozcan el equipo de perforación y su complejidad, también que entiendan el proceso de perforación y las funciones que ellos van a realizar en campo.

Se realiza recopilación del conocimiento adquirido en prácticas realizadas por el autor del proyecto, en el campo Lacira-Infantas, Santander. Esta plataforma se desarrolló de manera conjunta con el personal de campo, supervisores y trabajadores, de igual manera con el personal de oficina en áreas de Talento humano y de Seguridad Industrial de la empresa Helmerich and Payne (Colombia) Drilling.

Se aplican pruebas a los trabajadores con el cargo de obreros de patio que tienen experiencia en el campo y se mide la eficiencia del proyecto.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández.

## ABSTRACT

### **TITLE:**

HSE TRAINING PLAN FOR WELL DRILLING OPERATIONS BASED ON VIRTUAL ANIMATION TECHNOLOGIES <sup>3</sup>

### **AUTHOR:**

GERENA CORTES, Andres Felipe<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** Patiohand, Drilling Rig, training platform, Modeling, HSE, Casing.

### **DESCRIPTION**

This project is focused on creating a training program for patiohand positions in an active drilling rig for Helmerich and Payne Drilling (Colombia) Company, with an HSE approach, based on virtual animation technologies. Patiohands are nonqualified labors, which mostly do not have any experience in drilling sector; they get hired each three months and must be capacitated on an effective manner to avoid any kind of injury or problem to him/her, his/her fellows or any equipment in the rig. With this platform and its didactic aid is expected that the new workers fully understand how the drilling rig works, the function of each component and equipment, and also learn the drilling process and duties that they will have on the field.

An experience compilation was made throughout an internship performed by the author of this project, in LaCiraInfantas, Santander Field. This platform was developed with people in the field, supervisors and workers, also with the people in the main office in Bogota, with Human Resources and HSE department of Helmerich and Payne (Colombia) Drilling Company.

Some tests were applied to the workers with patiohand position that have some on field expertise, that data was useful to measure the efficiency of the new training platform.

---

<sup>3</sup> Thesis

<sup>4</sup> Faculty of Physical-Mechanic Engineering. Industrial Engineering School. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández.

## INTRODUCCIÓN

Cada vez toma más importancia en las empresas el termino HSE (Health, Safety and Environment) que significa Salud, Seguridad y Medio Ambiente según sus siglas en ingles. La buena gestión que se le debe dar a este término es una tarea crítica en las diferentes industrias del sector de los hidrocarburos, específicamente en las operaciones de perforación de pozos petroleros. En esta industria, los trabajadores están en contacto directo con los equipos mecánicos y eléctricos especializados que componen el taladro de perforación. Las implicaciones en seguridad industrial relacionados con cada equipo de un taladro de perforación componen una fuente constante de riesgos físicos (ruido, temperatura, vibración), riesgos químicos (polvos, vapores, líquidos, disolventes), riesgos ergonómicos y Riesgos psicosociales. Estas fuentes de riesgos se deben identificar de una forma efectiva y se deben minimizar para evitar cualquier tipo de lesión al operario y daño a los equipos. Adicionalmente, todos los trabajadores deben capacitarse de manera efectiva en el manejo adecuado que se le debe dar a todo tipo de residuos producidos en las operaciones de perforación y evitar derrames para no impactar negativamente al medio ambiente.

Las empresas contratistas de perforación, pueden medir su desempeño en seguridad industrial por el número de días en los cuales no se hayan presentado accidentes y por la tasa total de incidentes registrables, la cual es un indicador que depende del número de incidentes y el total número de horas hombre laboradas. Las empresas contratistas de perforación constantemente implementan campañas de capacitación para evitar al máximo la ocurrencia de accidentes ya que las consecuencias directas asociadas con un accidente de trabajo son varias incluyendo las lesiones al personal, el costo del tratamiento médico y los tiempos no productivos del equipo por la inactividad de la operación. Las consecuencias indirectas incluyen incremento de costos a la ARL, incapacidades, traumas

familiares y afectación del prestigio de la compañía de perforación. El entrenamiento en HSE de los nuevos empleados sin experiencia en las operaciones de perforación, puede reducir el riesgo de accidentes de los obreros de patio, que son quienes tienen menos experiencia en las operaciones de perforación y están en constante rotación en los procesos de contratación. En los taladros de perforación tipo Flex 4M de la empresa Helmerich and Payne en Barrancabermeja, se contrata y rota cada empleado en el cargo de obrero de patio cada 3 meses; pero la contratación es frecuente y un empleado sin experiencia en perforación entra a contacto con los equipos de perforación aproximadamente cada 10 días. El entrenamiento virtual que se está desarrollando en este trabajo de grado se puede aplicar a cada trabajador que no posee conocimientos previos en operaciones de perforación. Si la persona que va a ejercer el cargo de obrero de patio ya tiene experiencia en operaciones de perforación, este entrenamiento virtual plataforma reforzaría su conocimiento en HSE explicando los procedimientos en un taladro de perforación de última generación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto particular de la empresa, 16 nuevos obreros de patio considerados como mano de obra no calificada, son contratados cada 3 meses por la empresa de perforación Helmerich And Payne Colombia Drilling en el proyecto de perforación de OXY Andina en el Campo La Cira-Infantas, Santander. La poca o nula experiencia de estos trabajadores<sup>5</sup> hace que el riesgo en el campo de trabajo alrededor de los equipos de perforación sea alto.

Actualmente el entrenamiento en HSE sobre las funciones del empleado se hace a través de una lista de chequeo<sup>6</sup>, con la cual el supervisor del obrero de patio (encuellador) hace una descripción textual de peligros relacionados con el trabajo alrededor de equipos y de los procedimientos para minimizar o eliminar riesgos que puedan resultar en lesión, daño a equipos o al medio ambiente. Si los nuevos trabajadores (que en su mayoría no alcanzan el nivel académico de educación secundaria<sup>7</sup>) no entienden al 100% esta capacitación, ya sea por la rapidez de la operación, porque no están familiarizados con los términos en operaciones de perforación o porque el procedimiento y equipos son complejos; inmediatamente queda expuesto a que se presente un incidente que pueda atentar contra la

---

<sup>5</sup> “La principal actividad económica de los residentes del corregimiento el centro son: la ganadería, locales para navegar en internet, droguerías, misceláneas, almacenes de ropa y calzado, venta de licor y muchos otros de comidas rápidas” ECOPETROL. La aldea global.<[http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev\\_social.htm](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev_social.htm)> (Citado en 20 de Octubre de 2013)

<sup>6</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Manual de funciones para obreros de patio. Bogotá: Área de Talento Humano, 2010. Disponible en los Taladros de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

<sup>7</sup> LOPEZ ARCINIEGAZ, Paula Carmenza. Usos del agua de los caños La Cira y el reposo ubicados en el corregimiento el centro, municipio de Barrancabermeja. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias humanas. Disponible en el catálogo en línea de la UIS <<http://tangara.uis.edu.co/>>. P. 36.

integridad física del empleado, los demás empleados, el pozo y los equipos de perforación.

Es necesario diseñar herramientas modernas y prácticas para el apoyo del entrenamiento en HSE de nuevos empleados de la industria de la perforación. El entrenamiento virtual desarrollado en este proyecto además de hacer el proceso más receptivo, permitirá identificar de forma específica los peligros asociados con el trabajo que se va a realizar antes de entrar en contacto físico con los equipos que componen un taladro de perforación

Con el objetivo de adquirir experiencia en la industria, se realizó una práctica en el campo petrolero de La Cira-Infantas, Santander en el taladro de perforación tipo Flex4M de la empresa Helmerich and Payne, en la cual se identificó el problema durante el entrenamiento en HSE de los nuevos trabajadores del cargo obreros de patio. Estos nuevos trabajadores son personas del corregimiento El Centro en cercanías a Barrancabermeja, con experiencia en agricultura y ganadería pero que en su mayoría nunca ha estado en contacto con equipos de perforación (Tabla 1). La rotación del personal involucrado en las actividades de perforación se establece en los acuerdos pactados con la unión sindical obrera de esta región.

Tabla 1. Características demográficas y económicas de población del área de influencia

Aspecto	El Centro
Sexo	23 hombres por cada 10 mujeres
Edad	62% < 30 Años
Parentesco	Familias de tipo nuclear (Padres e hijos)
Familias por vivienda	91% una familia por vivienda

Tabla 1. (Continuación)

Aspecto	El Centro
Sexo	23 hombres por cada 10 mujeres
Edad	62% < 30 Años
Parentesco	Familias de tipo nuclear (Padres e hijos)
Familias por vivienda	91% una familia por vivienda
Personas por familia	49% 4-5 personas por familia
Escolaridad	52% mínimo primaria - 5% analfabetismo
Ocupación	27% agropecuario 25% Estudiantes 30% ama de casa
Desempleo	2,5% desempleados
Ingreso	30% un SMMLV o menos - 69% No devenga

Fuente: Usos del agua de los caños La Cira y el reposo ubicados en el corregimiento el centro, municipio de Barrancabermeja.

La población en su mayoría es joven y masculina, evidencia baja escolaridad, dado que la mitad de la población no posee estudios de básica primaria.

Para este grupo de personas las oportunidades de emplearse son bajas.



- **Visión.** H&P será el contratista de perforación más respetado por las compañías operadoras, y el líder en campo, en actitud y rendimiento HSE.<sup>9</sup>

## **1.2 CIFRAS DE 2013 Y METAS DE HELMERICH & PAYNE EN SEGURIDAD PARA EL AÑO 2014 (OPERACIÓN INTERNACIONAL)**

La empresa Helmerich and Payne tiene operaciones en los siguientes países: Colombia, Argentina, Ecuador, Bahrein, Túnez, Emiratos Árabes Unidos (Esta es considerada la operación internacional, ya que la casa matriz de Helmerich & Payne se encuentra en Estados Unidos).

El desempeño en general en seguridad en la Operación Internacional se mantuvo estable durante el año 2013. El año acabó con (15) lesiones registrables OSHA y 4.48 Millones de horas hombre trabajadas cercanas al record más alto. La Tasa Total de Incidentes Registrables (TRIR) fue de 0.67 en comparación con 0.73 en el 2012. En general las horas hombre trabajadas se incrementaron en un 17% y hubo un incremento de lesiones registrables de 7% de (14) en el 2012 a (15) en el 2013.<sup>10</sup>

Cuatro de las (15) lesiones registrables OSHA en el 2013 resultaron en lesiones con tiempo perdido o días fuera del trabajo para recuperarse de la lesión sufrida. La Tasa Total de Incidentes Registrables (TRIR) en las Operaciones de Latino América se incrementó 23% de 0.58 en el 2012 a 0.72 en el 2013. Las

---

<sup>9</sup> IBID

<sup>10</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Estadísticas en HSE de la operación internacional. Bogotá: Área de Seguridad Industrial, 2014. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

operaciones en el Hemisferio Este tuvieron una reducción del 53% en su TRIR de 1.12 en el 2012 a 0.52 en el 2013.<sup>11</sup>

Las metas para el 2014 son reducir en un 25% el total de incidentes registrables, reducir en un 50% la tasa de derrames, también reducir la caída de objetos en un 50%. Con este proyecto de capacitación virtual para obreros de patio se busca ayudar a cumplir las metas de reducción de accidentes a través del entrenamiento claro y efectivo de los procedimientos operacionales enfocados en prácticas seguras.<sup>12</sup>

### **1.3 PIRÁMIDE DE SEGURIDAD Y DIAMANTE DE MORTALIDAD 2013**

La mayor causa de accidentes en Helmerich and Payne Drilling ha sido no seguir los procedimientos establecidos para la operación de los taladros de perforación desde las responsabilidades de cada cargo de la cuadrilla (Toolpusher, Tourpusher, Perforador, Encuellador, Cuñero, Operador de Montacargas y OBREROS DE PATIO)<sup>13</sup>.

La operación de perforación de la compañía funciona 24 horas al día y 7 días a la semana. Existen 29 taladros de perforación en la operación internacional (excluyendo Estados Unidos), 300 taladros en la operación domestica que incluye

---

<sup>11</sup> IBID

<sup>12</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Metas en HSE para la operación internacional. Bogotá: Área de Seguridad Industrial, 2014. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

<sup>13</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Incidentes para la operación internacional. Bogotá: Área de Seguridad Industrial, 2014. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

a todos los equipos operando en Estados Unidos y 10 taladros en costa afuera que se reconoce como operación offshore<sup>14</sup>.

Para todo el conjunto de taladros rige el concepto corporativo de la pirámide de seguridad y el diamante de mortalidad. Esta estadística está representada en varios niveles según gravedad de los accidentes, la primera base de la pirámide son los actos inseguros de los trabajadores que no siguen los procedimientos en HSE. La segunda base hacia arriba son los casi incidentes y casos de primeros auxilios donde debido a un acto fuera del procedimiento se termina en una lesión menor que requiere atención de primeros auxilios o simplemente es un evento donde se perdió el control del algún equipo o herramienta pero sin consecuencias. La tercera base representa los accidentes que lesionan al empleado y requieren intervención médica como puntos de sutura e inyecciones con antibióticos. La cuarta base hacia arriba son los accidentes incapacitantes que no le permiten al empleado retornar a sus labores normales del cargo. La cima de la pirámide son las fatalidades que resultaron del accidente. Según las estadísticas de Helmerich and Payne y la experiencia de más de 90 años en la industria de la perforación se ha determinado que la pirámide tiene una relación de 30.000, 3.000, 300, 30 y 1 desde la primera base hasta la cima.

Durante el 2013 la Helmerich and Payne Drilling obtuvo 1 fatalidad, 12 accidentes incapacitantes y 65 accidentes que requirieron intervención médica (figura 2). Siguiendo la relación de la pirámide esto fue producido por 6500 peligrosos actos inseguros creando condiciones inseguras que resultaron en 650 casi-incidentes o lesiones requiriendo primeros auxilios. 6500 actos inseguros es una cifra muy alta y las estrategias para reforzar el conocimiento en los procedimientos de HSE es una prioridad para la compañía. El cumplimiento total de los procedimientos en

---

<sup>14</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Equipos en operación. Bogotá: Área de performance, 2013. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling.

HSE de cada trabajador reduce los peligrosos actos inseguros creando condiciones inseguras que en la cima de la pirámide resultan en una fatalidad<sup>15</sup>.

Figura 2. Piramide de seguridad



Fuente: Helmerich & Payne Drilling

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DE CARGOS EN UN TALADRO DE PERFORACIÓN

- **Tool Pusher (Rig Manager).** Es el encargado del equipo de perforación, del personal, de la perforación del pozo y de la movilización del equipo entre pozos. También es responsable de que se cumplan los procedimientos de HSE para cada operación de equipos y herramientas. Se encarga de hacer los reportes diarios de las actividades de perforación y mantenimiento.

<sup>15</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Metas en HSE para la operación internacional. Bogotá: Área de Seguridad Industrial, 2014. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

- **Tour Pusher (Supervisor).** Es el encargado de coordinar la logística dentro del taladro, también supervisa que todos los procedimientos se ejecuten correctamente por la cuadrilla.  
Es el que se asegura que los parámetros de perforación se estén llevando correctamente para perforar el pozo de acuerdo al plan de la compañía dueña del pozo.
- **Perforador.** Es el de operar el taladro a través de mandos automatizados que se encuentran en pantallas táctiles y un joystick. Es este el que directamente manipula todas las herramientas involucradas en la perforación del pozo.
- **Encuellador.** Es el encargado de capacitar a los obreros de patio y el que se encarga de preparar y mantener el lodo de perforación con el que se mantienen el pozo en buenas condiciones.
- **Cuñero.** Es el encargado de manejar las herramientas manuales del taladro para ayudarle al perforador a realizar el proceso de perforación del pozo.
- **Obrero de patio.** Es el encargado de mezclar los bultos de química para fabricar el lodo de perforación, ayuda a cargar herramientas y repuestos para mantenimiento de equipos del taladro. También ayuda con la limpieza de todos los equipos que componen el taladro de perforación.

## 1.5 INCIDENTES EN EL TALADRO

A continuación (tabla 2) se presenta la clasificación de los incidentes presentados en los 2 taladros Flex4M de Helmerich And Payne en el proyecto La Cira infanta

desde el inicio de la operación en ese campo en Agosto de 2008. En total 13 incidentes en 5 años<sup>16</sup>.

Tabla 2. Registro y clasificación de incidentes obreros de patio de los taladros Flex4M del proyecto la Cira-Infantas

Tipo de operación	Área del taladro	Incidente	Año	Taladro
Operaciones de movilización del equipo	Bombas de lodo	Atrapamiento entre objetos	2009	2
Alistamiento en la línea del quemadero	Quemadero	Contacto con química peligrosa	2009	1
Limpieza en el área de tubulares	Racks de tubería	Caída y golpe	2009	1
Desplazamiento por las escaleras	Tanques de lodo	Caída y golpe	2009	2
Limpieza de embudos	Embudos	Contacto con química peligrosa	2010	2
Lavado de tanques de lodo	Tanques de lodo	Atrapamiento entre objetos	2010	2
Ubicación de manguera de alta presión	Bombas de lodo	Atrapamiento entre objetos	2011	2
Operaciones de movilización de equipo	Bombas de lodo	Riesgo ergonómico	2011	1
Ubicación de plataforma metálica	Quemadero	Atrapamiento entre objetos	2011	1
Lavado de tanques de lodo	Tanques de lodo	Contacto con química peligrosa	2012	1
Limpieza del contrapozo	Contrapozo	Atrapamiento entre objetos	2013	1
mezcla de química	Embudos	Contacto con química peligrosa	2013	2
Ubicación de estaciones lavaojos	Shakers	Caída y golpe	2013	2

<sup>16</sup> Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Incidentes con obreros de patio en la operación de La Cira. Bogotá: Área de Salud Ocupacional, 2013. (Anexo B de este proyecto)

Fuente: Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Incidentes con obreros de patio en la operación de La Cira.

De la tabla 2 se puede inferir que los incidentes con obreros patio se han presentado casi de manera simultánea entre los trabajadores de los dos taladros (6 incidentes para el equipo 1 y 7 incidentes en el equipo 2). Las condiciones inseguras se presentan de igual manera en los dos taladros.

Se puede observar que el incidente más común en que están inmersos los obreros de patio es el atrapamiento entre objetos (5 incidentes) seguido por contacto con química peligrosa (4 incidentes), también caída y golpe (3 incidentes) y el riesgo ergonómico (1 incidente).

También se observa que las áreas del taladro donde más se han presentado incidentes es en el área de las bombas y tanques de lodo con 3 incidentes en cada área, seguido por 2 incidentes en el área de los embudos y en el área del quemadero por último se presentó un incidente en el área del contrapozo, shakers y racks de tubería.

Se hace necesario hacer énfasis en evitar incidentes relacionados con el atrapamiento entre objetos y el manejo adecuado de la química peligrosa, también se debe explicar de una manera más efectiva los riesgos en el área de las bombas y tanques de lodo dado que estos sitios se han presentado más incidentes en el taladro.

Se le debe explicar al trabajador los peligros que existen en el área del quemadero, y el cuidado en sus operaciones, este tema no se trata este tema en la lista de chequeo para inducción de obreros de patio.

## 1.6 HORAS HOMBRE

Las horas hombre cumplidas durante el contrato de los obreros de patio son definidas a partir del turno de trabajo de 8 horas al día, 7 días a la semana, 3 semanas al mes y 3 meses del contrato y se calculan como sigue para dar un total de 8064 horas hombre trabajadas (figura 3).

Figura 3. Horas Hombre trabajadas obrero de patio

$$8 \frac{\text{Horas}}{\text{día}} * 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 3 \frac{\text{semana}}{\text{mes}} * 3 \frac{\text{mes}}{\text{contrato}} = 504 \frac{\text{Horas}}{\text{Contrato}}$$

Fuente: Helmerich & Payne (Colombia) drilling Co.

Se evidencia que un obrero de patio con un contrato de 3 meses está 504 horas en contacto directo con la maquinaria y equipo del taladro, y en cualquier momento se puede presentar un incidente; por esto los trabajadores deben tener un alto nivel de capacitación para saber identificar efectivamente cada riesgo y tener el criterio de detener cualquier condición insegura.

El proceso de capacitación para el personal con cargo obrero de patio tiene una duración aproximada de 12 horas (el 2.4% del tiempo del contrato en capacitación), con la plataforma virtual este proyecto se espera reducir significativamente el tiempo de capacitación.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto pretende maximizar la preparación del nuevo empleado y minimizar riesgos de accidentes, debido a la necesidad de implementar una estrategia de entrenamiento eficiente en HSE para obreros de patio que se contratan constantemente en el taladro de perforación tipo Flex4M. Esta será la primera implementación de programas virtuales de entrenamiento en la empresa Helmerich and Payne, y se espera que la empresa siga implementando este tipo de tecnologías modernas para mejorar el entrenamiento en HSE de todos los cargos que hacen parte de un taladro de perforación.

Dado que cada supervisor puede enseñar el manual de funciones a su manera, se deben estandarizar los procedimientos a realizar por los trabajadores, esta herramienta es útil porque le va a dar la orientación a cada nuevo trabajador con la orientación e información importante.

También se explican los tipos de riesgos que existen en la taladro, que elementos de protección personal se deberán usar y en qué momentos.

Esta plataforma además ayudará a los trabajadores a entender la razón por la que se hace cada procedimiento y la importancia del mismo, dándole su debida importancia a cada trabajador.

La simulación de procesos es fácil de modificar una vez se tenga hecho el modelo, esto en el caso de que la empresa presente algún tipo de modificación en plan de entrenamiento de los obreros de patio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar e implementar plataformas virtuales para el entrenamiento en HSE de las operaciones que realizan los obreros de patio en un taladro de perforación.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el diagnostico general a partir de prácticas y visitas de campo para identificar las buenas y malas prácticas en HSE durante los procedimientos de trabajo de los obreros de patio en un taladro de perforación.
- Generar un recorrido virtual por el taladro en el cual se describan los equipos que lo componen, su funcionamiento y mostrar las áreas de alto riesgo alrededor de los mismos para las inducciones del personal en nuevo en la locación del petróleo de perforación.
- Desarrollar una plataforma virtual usando un software de simulación 3D que contenga todos los procedimientos, uso apropiado y cuidado de los elementos de protección personal del cargo obrero de patio para implementarla en el proceso de entrenamiento en HSE de nuevos empleados en los taladros de perforación que se contratan cada 3 meses.
- Evaluar la eficiencia de la nueva plataforma de entrenamiento, realizando evaluaciones cuantitativas a los trabajadores una vez hayan terminado la capacitación virtual, también realizar esta misma evaluación a los trabajadores

que llevan más de 2 semanas desempeñando labores para realizar una comparación de la eficiencia de la plataforma virtual de entrenamiento.

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS**

Mediante este proyecto se espera que los trabajadores se entrenen y entiendan de una forma más didáctica y amplia el proceso de perforación de pozos. Adicionalmente se espera que el nuevo obrero de patio aprenda cada una de sus funciones en el taladro, la forma correcta para realizar los procedimientos antes de entrar en contacto físico con los equipos y las herramientas del taladro de perforación. El aprendizaje a través de esta plataforma podrá reemplazar las limitaciones existentes en el entrenamiento de HSE durante constante inclusión de nuevos empleados en la perforación de pozos, reduciendo los potenciales accidentes causados por no conocer o entender los procedimientos, o por la complejidad de los equipos y la operación.

Este proceso de capacitación resulta efectivo y práctico para el nuevo empleado porque el entrenamiento en HSE no va a estar limitado a la operación que se esté realizando en el momento de llegar al taladro de perforación, sino que se revisaran todos los procedimientos involucrados en la perforación de un pozo de forma virtual. Se debe aclarar que este entrenamiento virtual no exime la responsabilidad de un mentor que supervise el trabajo seguro y los procedimientos operacionales de los obreros de patio.

El entrenamiento virtual que se está desarrollando en este trabajo de grado se puede aplicar a cada trabajador que no posee conocimientos previos en operaciones de perforación. Si la persona que va a ejercer el cargo de obrero de patio ya tiene experiencia en operaciones de perforación, este entrenamiento virtual plataforma reforzaría su conocimiento en HSE explicando los procedimientos en un taladro de perforación de última generación. Se reducirá sustancialmente el tiempo de entrenamiento de un nuevo trabajador con cargo obrero de patio.

Al final del proyecto se le hará entrega a la empresa de la plataforma de entrenamiento (videos en formato .WMV) junto con manuales ilustrativos para reforzar el proceso de entrenamiento virtual de los nuevos trabajadores. También se le entregará a la empresa un formato de evaluación del entrenamiento en HSE de los obreros de patio para verificar que el nuevo empleado está preparado para identificar y mitigar los riesgos relacionados con las actividades diarias de perforación en el taladro tiempo Flex4m de Helmerich and Payne Drilling.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 ENFERMEDADES PROFESIONALES

Trabajar se ha convertido en la fuente de muchas incapacidades, cirugías e incluso retiro de las empresa, esto se debe en gran parte a la falta de una capacitación eficiente.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) Se estima que las enfermedades ocasionadas por el trabajo matan seis veces más trabajadores que los mismos accidentes de trabajo<sup>17</sup>.

Según la OIT, una enfermedad profesional es aquella enfermedad que se contrae como resultado de la exposición a algún factor de riesgo relacionado con el trabajo. Cuando se diagnostica clínicamente una enfermedad y se establece una relación causal con la labor o el entorno en el cual está el trabajador se dice que es una enfermedad profesional.

Se calcula que cada año mueren 2.34 millones de personas por accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. De las cuales 2.02 millones fallecen a causas de las mucha enfermedades que existen<sup>18</sup>.

A continuación (tabla 3) se presenta una relación de las fuentes de enfermedad que existen en un taladro de perforación Flex 4M. Estas deben ser identificadas

---

<sup>17</sup> OFICINA INTERNACIONAL DE TRABAJO, CONCEJO DE ADMINISTRACION (en línea). <[http://evirtual.lasalle.edu.co/info\\_basica/nuevos/guia/GuiaClaseNo.3.pdf](http://evirtual.lasalle.edu.co/info_basica/nuevos/guia/GuiaClaseNo.3.pdf)> (citado el 20 de octubre de 2013).

<sup>18</sup> GERENCIA DE COMUNICACIONES. Las Enfermedades Profesionales en Cifras. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 28.

por el trabajador y tratar de mitigarlas al máximo (uso correcto de los elementos de protección personal, correcta hidratación, etc.).

Tabla 3 – Fuentes de enfermedades en un taladro de perforación Flex4M

<b>Enfermedad</b>	<b>Fuente</b>
Enfermedades Respiratorias	Contacto constante con los bultos de química para preparar el lodo de perforación
Enfermedades por vibración	Permanencia en el área de la Shaker, las cuales están en constante vibración
Deterioro de la Audición	Ruido constante generado por los generadores de potencia del taladro
Lesiones en la espalda	Malas prácticas para levantar bultos de química
Estrés	Sobre carga en la operación
Enfermedades causadas por exposición a temperaturas extremas	El trabajo constante bajo el ambiente de La Cira - Infantas
Enfermedades Tópicas	Contacto directo de la piel con la química

Fuente: Helmerich & Payne (Colombia) drilling Co.

## 5.2 LAS COMPAÑÍAS CONTRATISTAS EN COLOMBIA

Cuando se introducen cambios tecnológicos a menudo estos no vienen acompañados de con medidas de la prevención contra riesgos. Los cambios en los modelos de empleo tales como la reestructuración de la organización del trabajo, el redimensionamiento de empresas, la supresión de puestos vacantes, la subcontratación y externalización ( especialmente en tiempos de crisis, los trabajadores pueden aceptar trabajos que afecten su salud). La intensificación de las migraciones, el envejecimiento de la fuerza de trabajo, la creciente participación de mujeres en la fuerza laboral, el aumento de número de

trabajadores ocupados en empleos temporales. La incidencia mundial anual de enfermedades profesionales es de 35 millones, de los cuales el 35 % se tornan críticos, el 10% generan incapacidad permanente y el 1% causan la muerte.<sup>19</sup>

En la reciente publicación sobre Estadísticas de accidentalidad en las compañías contratistas en Colombia (tabla 4) se evidencia que en el sector de perforación hubo un aumento significativo (43%) de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales entre el año 2010 y 2011. En el año 2010 la perforación y explotación se ubicó en el quinto lugar de mayor número de accidentes de trabajo con 905 Atep (Accidentes de trabajo o enfermedad profesional).

Tabla 4. Total de casos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales 2010-2011 por la actividad económica del contratista

<b>Actividad del contratista</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Variación</b>
Alimentación	116	159	37%
Aseo	837	547	-35%
Asesoría	670	810	21%
Comercialización	283	316	12%
Construcción	1027	1106	8%
Electricidad	575	1034	80%
Fabricación	759	1046	38%

<sup>19</sup> CARDENAS, Olimpo. Estadísticas de accidentalidad en las compañías contratistas en Colombia. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 62.

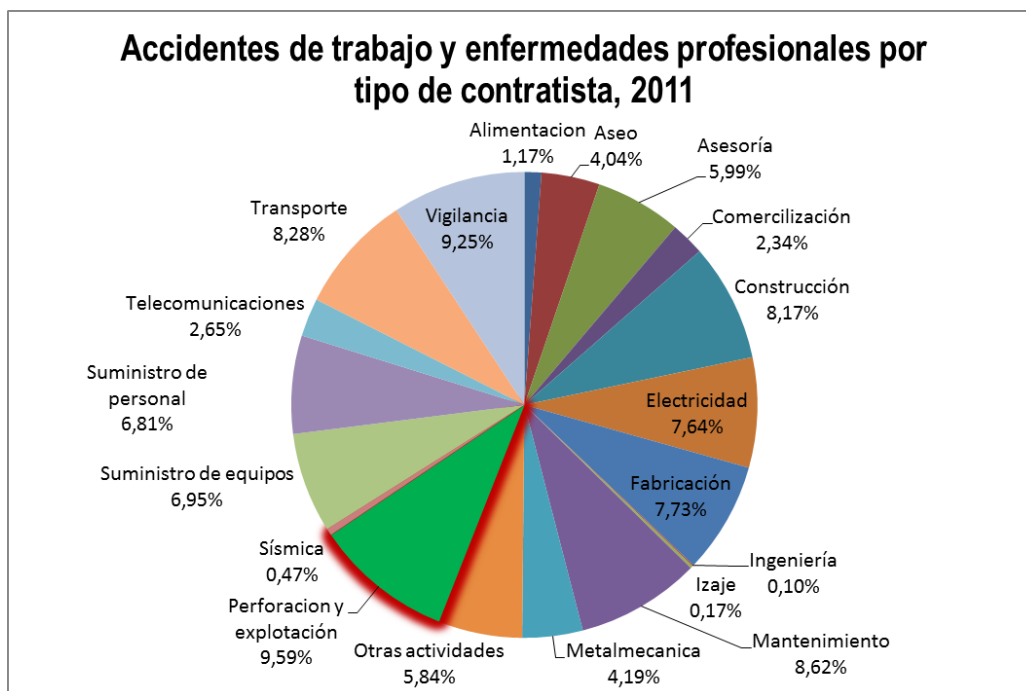
Tabla 4 (Continuación)

Ingeniería	12	13	8%
Izaje	47	23	-51%
Mantenimiento	878	1166	33%
Metalmecánica	478	567	19%
Otras actividades	676	790	17%
Perforación y explotación	<b>905</b>	<b>1298</b>	<b>43%</b>
Sísmica	98	64	-35%
Suministro de equipos	1388	940	-32%
Suministro de personal	787	922	17%
Telecomunicaciones	332	359	8%
Transporte	974	1121	15%
Vigilancia	1315	1252	-5%
<b>Total general</b>	<b>12157</b>	<b>13533</b>	<b>11%</b>

Fuente: Certificados ARP empresas contratistas solicitados en auditorias RUC año 2012

Para el año 2011 la perforación y explotación paso a puntear esta lista siendo la actividad con mayor número de accidentes de trabajo 1.298, es decir 9.59% de todos los accidentes en el año 2011 (figura 4).

Figura 4. Porcentaje de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales por Tipo de Contratista durante el 2011



Fuente: Certificados ARP empresas contratistas solicitados en auditorias RUC año 2012

La industria Colombiana viene dando muestras de grandes esfuerzos por reducir la siniestralidad laboral. En el último año las horas hombre aumentaron un 32% aproximadamente. En la tabla 5 se observa el número de horas hombre trabajado, el total de casos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (Atep), el total de días perdidos y el número de fatalidades

Tabla 5. Siniestralidad laboral en Colombia de 2005 a 2011

Año	HHT	Total casos Atep	Total días perdidos	No. De fatalidades
2005	204.386.089	3.877	140.824	16
2006	304.591.851	5.649	173.479	22
2007	693.363.866	11.336	425.614	54

Tabla 5 (Continuación)

<b>2008</b>	963.282.569	13.164	582.166	72
<b>2009</b>	998.253.980	13.029	606.660	80
<b>2010</b>	935.674.154	12.157	758.810	104
<b>2011</b>	1.236.003.108	13.533	617.559	79
<b>Total General</b>	5.335.555.617	72.745	3.305.112	427

Fuente: Certificados ARP empresas contratistas solicitados en auditorias RUC año 2012

Basado en la tabla 5 se realiza una relación (tabla 6) en la cual se muestra en promedio cada cuántas horas hombre ocurre un accidente de trabajo o una enfermedad profesional según las estadísticas de las empresas contratistas en Colombia.

Tabla 6 – Promedio de horas hombre trascurridas por cada accidente o enfermedad laboral en Colombia de 2005 a 2011

<b>Año</b>	<b>HHT/Total casos Atep</b>
2005	52.718
2006	53.920
2007	61.165
2008	73.176
2009	76.618
2010	76.966
2011	91.333
Promedio	69.413

Fuente: Certificados ARP empresas contratistas solicitados en auditorias RUC año 2012

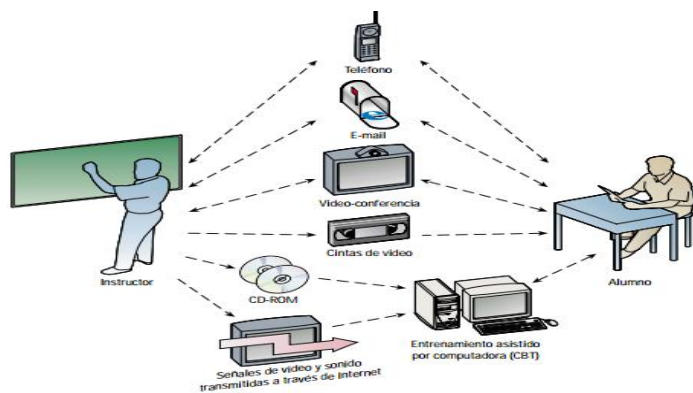


otra parte tanto los empleados como los accionistas y la comunidad en general esperan que las compañías contribuyan a generar un ambiente moderno y seguro.

Muchas compañías consideran que se obtienen mayores beneficios económicos por medio de la implementación rápida y adecuada de las nuevas tecnologías y no por ser los primeros en desarrollar la nueva idea. Como consecuencia de los vaivenes ocurridos en la industria petrolera durante los últimos 15 años se ha desarrollado una fuerte tendencia a concentrarse en las actividades principales poniendo énfasis en las actividades que la empresa sabe hacer mejor.

Muchas empresas se ocupan de desarrollar cursos de entrenamiento dirigido o a distancia, tomando ventaja de los adelantos tecnológicos sin necesidad de que el instructor se encuentre en el mismo espacio que el aprendiz

Figura 6. Diagrama de la capacitación virtual



Fuente: [http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish00/aut00/p30\\_41.pdf](http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish00/aut00/p30_41.pdf)

Algunas compañías unificaron partes de programas de entrenamiento ya existentes, como el programa PetroSkills desarrollado por BP y Shell.

Las grandes compañías de servicios multinacionales podrían tomar la determinación de brindar programas de capacitación como otro servicio tercerizado. Estas empresas cuentan con la experiencia necesaria y a lo largo de los años han ofrecido cursos de capacitación interna para su propio personal y el de algunas otras compañías petroleras. Son embargo, las necesidades actuales de la industria petrolera exigen un nuevo enfoque con un propósito más amplio.

Schlumberger se ha asociado con tres importantes universidades orientadas a la industria petrolera (universidad de Oklahoma, universidad Heriot Watt y la universidad de Texas A&M) las cuales convienen su excelencia académica y su estrecha relación con la industria petrolera con la experiencia de los profesionales de Schlumberger para dotar el programa de un nivel extraordinario de experticia.

#### **5.4 CAPACITACIÓN VIRTUAL**

En la actualidad, la capacitación virtual empresarial es una estrategia de impacto para la gestión comercial, ya que es una herramienta que logra satisfacer las necesidades puntuales de las compañías; es simultánea e inmediata y no determina un número de personas o su desplazamiento geográfico.

De acuerdo con Fernando Legrand (coordinador Académico de Capacitarse), la educación e-learning “es una instancia de educación que implica la utilización de las tecnologías de la información y comunicación para llevar adelante un proceso de enseñanza aprendizaje”<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Gestrategica. Tres Claves para Implementar Estrategias de Capacitación Virtual en las Empresas. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 102.

Las tres claves para implementar la capacitación virtual en las empresas son las siguientes:

- I. La capacitación debe estar diseñada de acuerdo con los propósitos establecidos dentro de la organización: al elaborar la capacitación deben tenerse en cuenta los objetivos corporativos para que este logre ser un proyecto alineado a los propósitos que se tengan en la empresa.
- II. La capacitación no solo debe involucrar a los trabajadores, también debe preocuparse por la formación de cargos altos de la organización, para lograr un mayor compromiso por parte de todos los trabajadores y generar bases solidad de conocimiento en el intercambio de experiencias que estos puedan aportar
- III. La capacitación debe ser pensada de acuerdo con el público al que va dirigida es importante definir la cultura existente dentro de la organización, para determinar el tipo de contenidos y la manera en que los trabajadores deben empezar a tomar los diferentes cursos y talleres, con el fin de evitar que dicha cultura se altere.

## **5.5 EL DISEÑO INSTRUCCIONAL**

El desarrollo de cursos en entornos virtuales supone un proceso exhaustivo, en cierta medida mucho más importante que en la enseñanza presencial pues realiza todas las actividades relacionadas con el proceso de enseñanza/aprendizaje de forma mediada por la tecnología al no estar presente el profesor en el proceso. En este proceso el pedagogo tiene un papel fundamental como especialista en

educación<sup>23</sup> y con conocimiento de las diferentes estrategias didácticas y metodológicas.

Cuando un profesional se plantea el desarrollo de un curso sigue un proceso, de forma consciente o rutinaria, con el fin diseñar y desarrollar acciones formativas de calidad. El disponer de modelos que guíen este proceso es de indudable valor para el docente o el pedagogo, que en muchos casos será requerido para diseñar los materiales y estrategias didácticas del curso. Es en este sentido en el Diseño Instruccional, a partir de este momento lo denominaremos con sus siglas DI (ID-Instructional Design), establece las fases a tener en cuenta en este proceso y los criterios a tener en cuenta en el mismo. Son múltiples las definiciones que se han realizado sobre Diseño Instruccional a continuación presentamos el concepto de diseño Instruccional desde la perspectiva de diferentes autores. Las diferentes concepciones del DI son expresadas a través de los Modelos de Diseño Instruccional que sirven de guía a los profesionales sistematizando el proceso de desarrollo de acciones formativas.

---

<sup>23</sup> Bellosh, Consuelo. Diseño Instruccional Universidad de Valencia, España. Disponible en <<http://www.uv.es/~bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>> (citado el 10 de Enero de 2014)

## 6. PROCESO DE PERFORACION CON TALADRO FLEX4M DE HELMERICH & PAYNE

La única forma de saber si realmente hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un pozo. De igual manera la profundidad de un pozo varía, dependiendo de la región y de la profundidad a la cual se encuentra la estructura geológica o formación seleccionada con posibilidades de contener petróleo<sup>24</sup> (por ejemplo, en LaCira-Infantas hay pozos de 2.500 a 4.800 pies de profundidad).

### 7.1 PROCESO DE PERFORACION DE UN POZO EN EL CAMPO LACIRA- INFANTAS

A continuación se lista el proceso de perforación de un pozo petrolero con un taladro tipo flex4M de la empresa Helmerich & Payne, también se relacionan los deberes de los empleados con el cargo obrero de patio, en cada actividad realizada. (Ver Anexo C)

**6.1.1 Obras civiles.** Las compañías de obras civiles relacionadas con proyectos de perforación de pozos, son las encargadas de realizar las vías de acceso a la locación del taladro. También son las encargadas de adecuar el terreno, en el cual se va a establecer el taladro de perforación.

Estas actividades de obras civiles inician con la ubicación y entrega del campo por parte de la compañía operadora y culmina con la entrega de la

---

<sup>24</sup> A.T. Bourgoyne Jr, K.K. Millheim, M.E. Chenevert & F.S. Young Jr. Applied drilling engineering. Texas, USA, Society of Petroleum Engineers

obra terminada para que inicie el trabajo de perforación, cumpliendo siempre con las normas de seguridad y medioambientales.<sup>25</sup>

Figura 7. Trabajadores de obras civiles adecuando el terreno



Fuente. Fotografía realizada en el campo LaCira-Infantas

**6.1.2 Movilización del equipo (Rigmove).** Una compañía de transporte en taladros de perforación es la encargada de apoyar el proceso de movilización del taladro con ayuda de tracto camiones, equipo de izaje de cargas, tráiler cama alta, tráiler cama baja y camionetas. Con esta maquinaria se transporta la totalidad del taladro a la nueva locación, el taladro se compone de 45 cargas<sup>26</sup>, algunas de estas cargas se encuentran sobre remolques, lo cual hace más sencillo el transporte, enganchándolas al cabezote de un tracto camión, otras cargas están sobre soportes y estas

---

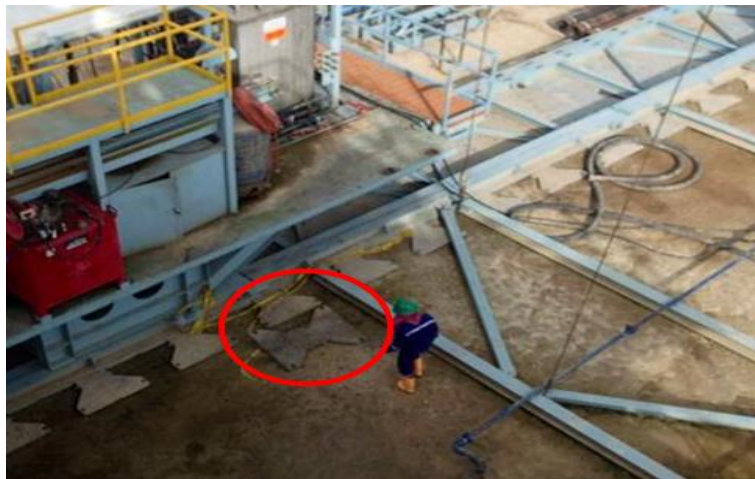
<sup>25</sup> “Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas”  
<<https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guc3ada-de-manejo-ambiental-para-proyectos-de-perforacic3b3n-de-pozos-de-petrc3b3leo-y-gas.pdf>>

<sup>26</sup> HELMERICH AND PAYNE (COLOMBIA) DRILLING. Componentes y activos fijos de cada taladro para la operación en Colombia. Bogotá.

deben ser izadas con maquinaria para ser puestas sobre camiones tipo cama baja para ser transportadas.

**6.1.3 Distribución de cargas del taladro.** Inicialmente los obreros de patio colocan unas plataformas protectoras en el suelo (tapetes), con el fin de que el peso de las cargas del taladro se distribuya y no se desnivelen en el suelo, Estos tapetes tienen unas marcas específicas que sirven como guía para descargar cada equipo que conforma el taladro y poder hacer las conexiones respectivas. Cada equipo se debe descargar siguiendo las marcas en los tapetes.

Figura 8. Obrero de patio adaptando los tapetes



Fuente. Fotografía realizada en el campo LaCira-Infantas

**6.1.4 Arme de los equipos.** Los equipos se ensamblan y cada trabajador tiene una función específica en el arme del taladro, los obreros de patio ayudan al encuellador en cada labor que él les encargue, sobretodo juntan mangueras y poner lámparas (trabajos no críticos y sin riesgo).

Cabe recalcar que existen trabajos de alta peligrosidad, los cuales deben ser socializados antes de realizarse. Se realiza una reunión previa de seguridad donde se presenta el documento AST (análisis de Seguridad en el Trabajo), en este documento se explica la operación a realizar, se contemplan riesgos, situaciones que puedan salir mal y como evitarlos.

Los componente del taladro se arman de forma individual, con ayuda de fuentes externas ya sean eléctricas, mecánicas, hidráulicas o neumáticas. Cada vez que se arma el equipo debe tener soporte tanto de la persona encargada de los asuntos eléctrico como de la persona encargada de los asuntos mecánicos, los cuales siguen los protocolos de seguridad establecidos por Helmerich and Payne Colombia Drilling tales como el bloqueo y etiquetado y probado. Después de que el equipo este armado en su totalidad y todos sus componentes estén interconectados, se puede iniciar el proceso de perforación.

**6.1.5 Inicio de la perforación.** Los pozos del campo LaCira-Infantas son poca profundidad, profundidad promedio de 3.500 ft<sup>27</sup>, estos pozos solo tienen dos secciones de perforación como se muestra en la figura 9.

---

<sup>27</sup> Estado mecánico de los pozos perforados en el campo LaCiraInfantas, Bogotá. Ingeniería y operaciones, Helmerich and Payne Drilling Colombia.

.Figura 9 Secciones de perforación de un pozo en LaCiraInfantas



Después de que el taladro este completamente armado, conectado y asegurado, se arma el ensamblaje de fondo (BHA) y se inicia la perforación, se empieza a perforar el pozo que va a hacer parte de la sección 1 (aproximadamente 300ft).<sup>28</sup>

Durante toda esta fase los obreros de patio, son los encargados de mezclar los bultos de química en los embudos, para preparar el lodo según las especificaciones para cada pozo en específico. De igual manera un obrero de patio ocasionalmente se queda en la sección de control de sólidos, se encargado de supervisar los cortes que van saliendo del pozo, también de remover cualquier solido atrapado.

Después de que se haya perforado la primera sección, se saca tubería, y los obreros de patio junto con el operador de cargador se encargan de lavar

---

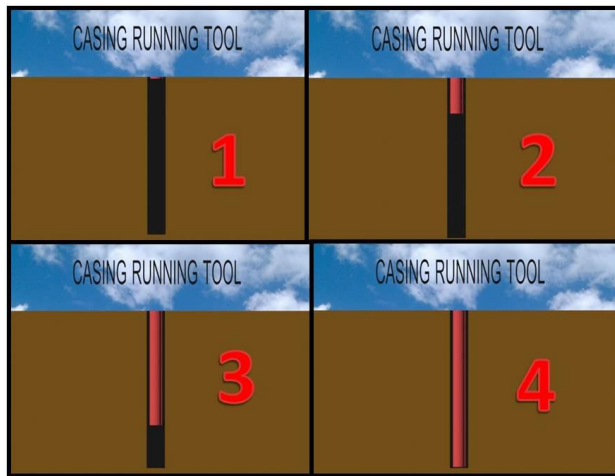
<sup>28</sup> Brusco, Guido. Lewis, Pete. Williams, Mike. "Perforation de Pesos Verticals" SCHLUMBERGER.  
<[https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish04/win04/02\\_drilling\\_straight\\_down.pdf](https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish04/win04/02_drilling_straight_down.pdf)>

la tubería de perforación para removerle los pedazos de tierra y el lodo de perforación.

**6.1.6 Revestimiento de la primera sección.** Se arma el CRT para correr el revestimiento en el pozo, los obreros de patio, son los encargados de colocarle protectores a la rosca de la tubería casing, para protegerlos en el momento en que sean izados a la mesa a través del “*Pipe Wrangler*”.

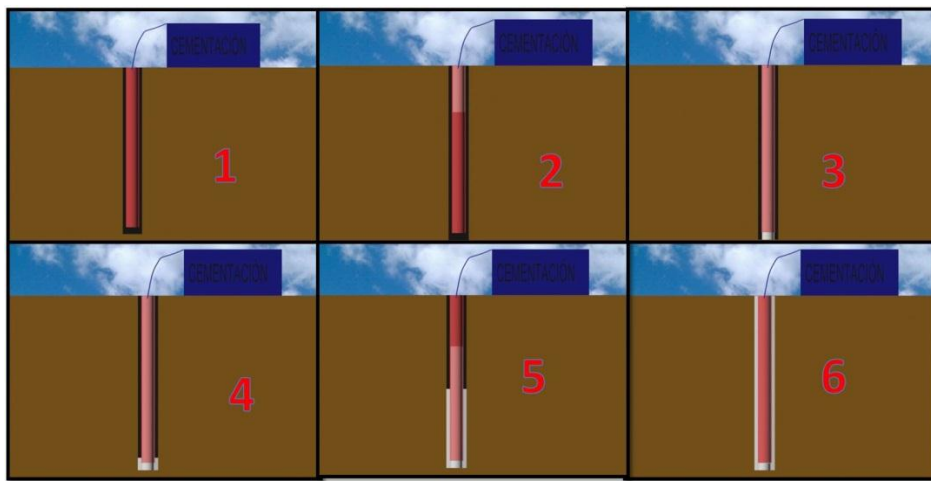
En la figura 10 se puede observar como la tubería Casing baja y se acopla al pozo.

Figura 10. Corrida de revestimiento (casing)



**6.1.7 Cementación de la primera sección.** Después de que la tubería de casing esté en su lugar, la compañía de cementación hace conexiones de tubería a la base del pozo; luego se bombea este cemento por dentro de la tubería casing hasta que éste salga a superficie por medio del anular (espacio entre la tubería casing y la formación de tierra.)

Figura 11. Proceso de cementación del pozo



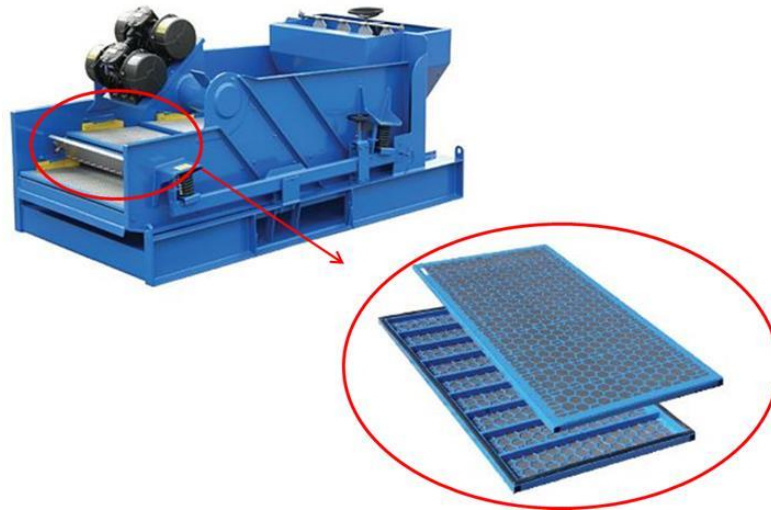
En el proceso de cementación, los obreros de patio son los encargados de medir la densidad del lodo a la entrada del pozo. Esta información debe ser llevada al encuellador, para que le informe a su supervisor.

Después de que el cemento este seco se puede proceder con el proceso de perforación de la segunda sección.

Mientras se realiza el proceso de cementación se debe proceder a lavar los tanques de lodo, para tener un nuevo lodo de diferentes propiedades.

Los obreros de patio deben ayudar al encuellador a cambiar las mallas para las “shakers” (figura 12), ya en la segunda sección el tamaño de los pedazos que salen de la tierra son de diferente tamaño.

Figura 12. Mallas de las *shakers*



Fuente. <http://www.nov.com><sup>29</sup>

**6.1.8 Hueco productor (segunda sección).** Para perforar esta sección se deben usar preventoras de presión (BOP), por si se llegase a presión muy alta durante la perforación, el equipo de BOP se encarga de retener estas altas presiones. Se realiza la prueba de equipo de preventoras de presión (BOP), de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de este equipo.

Después de que se ha asegurado la capacidad de las preventoras para contener determinada cantidad de presión, se procede a armar el ensamblaje de fondo de la segunda sección (BHA) y se inicia el proceso de perforación.

---

<sup>29</sup> King Cobra Shaker. Combining economical design and rugged, dependable performance with increased screening area. Disponible en <[http://www.nov.com/Brands/Brandt/Shakers/King\\_Cobra\\_Shaker.asp](http://www.nov.com/Brands/Brandt/Shakers/King_Cobra_Shaker.asp)>

Se empieza a perforar nuevamente en la segunda sección (pozo productor); para este caso se hace con una broca más pequeña, se perfora hasta la profundidad deseada.

**6.1.9 Registros Eléctricos.** Se corren los registros eléctricos, lo cuales envían señales, y con estas se analiza con una certeza más amplia la existencia o no de petróleo. Si se comprueba que no hay petróleo se procede a sellar y a abandonar el pozo. Pero si se confirma la existencia del petróleo se procede con el arme nuevamente del CRT para correr el revestimiento en el pozo. Los obreros de patio, son los encargados de colocarle protectores a la rosca de la tubería casing, para protegerlos en el momento en que sean izados a la mesa a través del "*Pipe Wrangler*".

Después de que la tubería de casing esté en su lugar la compañía de cementación hace conexiones de tubería a la base del pozo, luego se bombea este cemento por dentro de la tubería casing hasta que este salga a superficie por medio del anular (espacio entre la tubería casing y la formación de tierra.)

En el proceso de cementación, los obreros de patio son los encargados de medir la densidad del lodo a la entrada del pozo, esta información debe ser llevada al encuellador, para que le informe a su supervisor.

Después se sella el pozo y se procede a desarmar el taladro (*Rig Down*), para trasladarlo a una nueva locación.

## 6.2 PROCESO DE CONTRATACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN CAMPO DE OBREROS DE PATIO

En el sector de la energía, un factor importante para poder tener éxito en un proyecto, más allá de los resultados operativos, es importante tener una buena relación con las comunidades afectadas, pues esto evita que las personas que viven cerca de las operaciones puedan iniciar disturbios, sabotajes o problemas de tipo jurídico que pueda alterar el desarrollo de actividades, las cuales pueden causar grandes pérdidas de tiempo y de dinero. Además se ha establecido que “la Ley garantizara la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo”<sup>30</sup>.

Adicionalmente, la ley colombiana ha establecido que “La explotación de los recursos naturales debe hacerse sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas y de las negras tradicionales de acuerdo con la ley 70 de 1993 y el artículo 330 de la constitución nacional, y las decisiones sobre la materia se tomaran, previa consulta a los representantes de tales comunidades”

La comunidad del área objetivo es la primera opción en cuanto a contratación de personal, de esta forma se genera empleo en la región. En los proyectos de perforación de pozos en el campo Lacira-Infantas, se ha acordado con la Unión Sindical Obrera (USO), que el personal con carago obrero de patio va a estar en esta posición durante tres meses, aprendiendo y ganando experiencia en la industria del petróleo y de la perforación de pozos, después de estos tres meses entra a laborar un nuevo trabajador. (Ver Anexo D)

---

<sup>30</sup> COLOMBIA. ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia: Artículo 79. Bogotá. Colombia. 1991.

El proceso de contratación de cada obrero de patio debe realizarse en conjunto con la unión sindical obrera (USO). El personal de la comunidad a través de una cooperativa, presenta a los candidatos para el cargo de obrero de patio, este personal debe ser aprobado por la unión Sindical Obrera y luego se debe realizar los exámenes físicos y psicológicos que comprueben que está apto para realizar las labores.

Estos exámenes se realizan en la ciudad de Barrancabermeja. Después de realizados estos exámenes, los trabajadores deben ir a la base de operaciones de Helmerich and Payne en LaCira Infantas, la cual está localizada en la zona de “la puerta del kilómetro 11”, en esta base el nuevo trabajador se reúne con profesional de medicina de la base y este de igual manera le hace un examen general al trabajador. Después de esto el trabajador debe presentarse en el sitio donde este taladro para presentarse con el ingeniero HSE y el RigManager del taladro para empezar sus labores diarias.

### **6.3 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE OBREROS DE PATIO**

Actividades a modelar. Todo trabajador con el cargo de obrero de patio debe tener pleno conocimiento de las siguientes actividades:

- Técnicas para llevar los bultos de química al área de los embudos; también técnicas para abrir estos bultos, para dejar caer la química granulada en los embudos; todo esto con el fin de ayudar a preparar el lodo de perforación. Los bultos de química se deben cortar alejando el bisturí del cuerpo. Este

bisturí es especial y de seguridad; nunca se pueden usar herramientas que no estén autorizadas.

- Identificar el peso de cada bulto para no cargar más del peso que puede cargar una sola persona, también debe saber las buenas prácticas de levantar cargas, para evitar lesiones en la espalda.

Figura 13. Buenas y malas prácticas para levantar bultos de química



Fuente: Fotografías tomadas en el taladro FlexRig333

- Identificar claramente la hoja del producto MSDS para saber que química es peligrosa, su grado de peligrosidad y como tratar a alguien que haya estado en contacto accidental con este producto. También debe identificar la hoja HMIS III la cual viene en todos los productos y muestra el grado de peligrosidad del producto en cuanto a salud, inflamabilidad, peligro físico y muestra los elementos de protección personal que debe usar el trabajador para manipular este producto.

Figura 14. Hoja HMIS III para identificar los peligros de cada producto

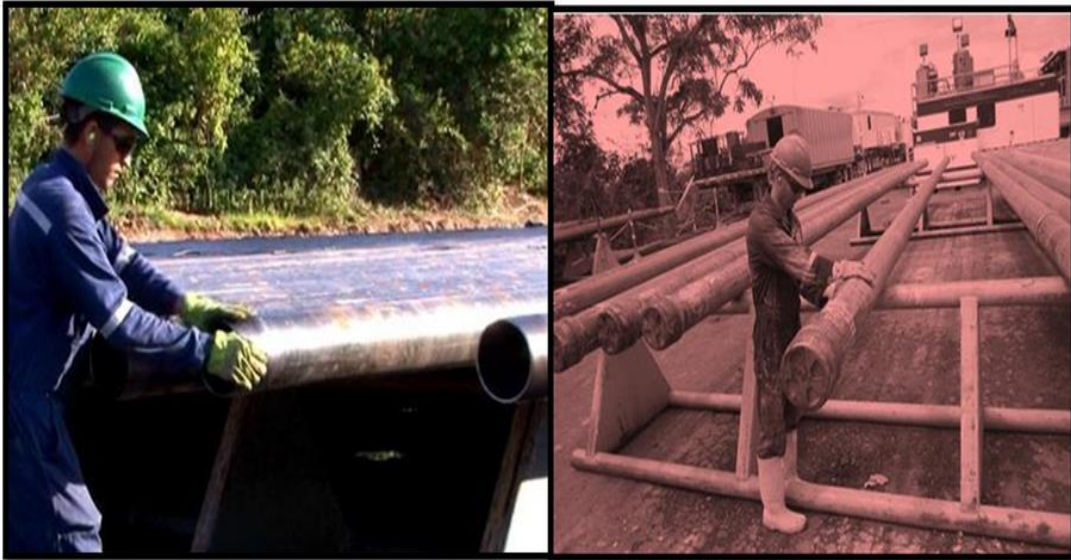


Fuente: Fotografías tomadas en el taladro FlexRig333

- Conocer los procedimientos para lavar equipos eléctricos y que por ejemplo los enchufes de alta tensión o las varillas de polo a tierra del taladro nunca se deben tocar. Algunos equipos no se pueden lavar a chorro, deben ser lavados con una escoba.
- Conocer el procedimiento de bloqueo, etiquetado y probado de los equipos (LO/TO/TO); cada vez que el trabajador limpie un equipo mecánico, eléctrico o neumático, se debe bloquear la fuente que acciona este equipo y el trabajador debe llevar consigo la llave del candado que bloquea esta fuente para evitar que alguien accidentalmente lo encienda y ocurra un incidente.
- Saber leer la presión de los manómetros de las bombas, identificando presiones peligrosas, (una manguera de alta presión se puede estallar en cualquier momento. Ningún trabajador puede pasar cerca de estas mientras las bombas estén trabajando).

- Conocer las precauciones que se deben tener con el cargador de taladro (distancias seguras, forma de hacerle señas, reconocer el sonido de reversa)
- Saber cómo maniobrar los tubulares y operación de limpieza del contrapozo, evitando quedar atrapado dentro de tubulares.

Figura 15. Buenas y malas prácticas para maniobrar los tubulares



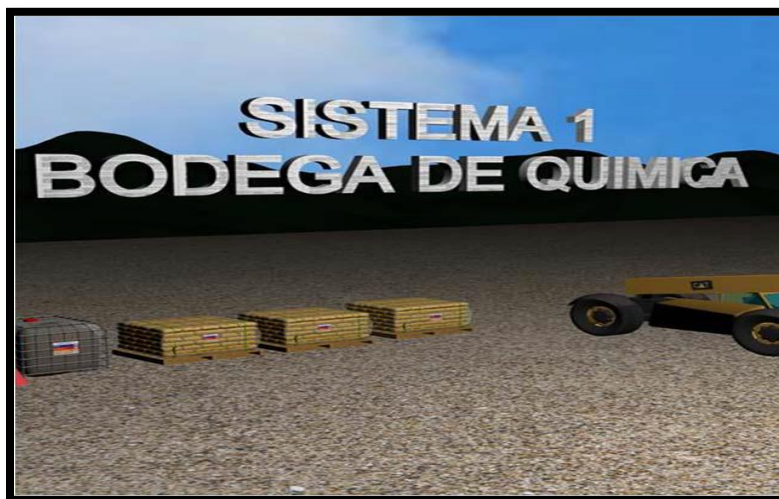
Fuente: Fotografías tomadas en el taladro FlexRig333

#### **6.4 DESARROLLO Y PRESENTACION DE ESTANDARES DE HSE PARA EL MANUAL DE FUNCIONES DE OBREROS DE PATIO**

Se han tomado las actividades que realiza cada obrero de patio y se han dividido en sistemas, de acuerdo con la ubicación en el taladro en la cual se realicen estas actividades.

#### 6.4.1 Sistema 1. Bodega de química.

Figura 16. Bodega Química



- **Química peligrosa:** En caso de entrar en contacto con la química peligrosa, el trabajador deberá lavarse con abundante agua mínimo 15 Minutos en las duchas de emergencia o estaciones lavaojos. Entre los químicos más peligrosos que se manipulan en el taladro se encuentra: la soda caustica, potasa caustica, cal viva y cloruro de calcio.
- **Procedimientos con el cargador:** El cargador llevará las estibas con bultos de química hasta la casa del embudo, solo cuando el cargador se retire, se procederá a levantar los bultos. Si nota el trabajador alguna situación de riesgo, informe al operador de cargador; no trate de remediarla por usted mismo.

## 6.4.2 Sistema 2. Embudos

Figura 17. Embudos



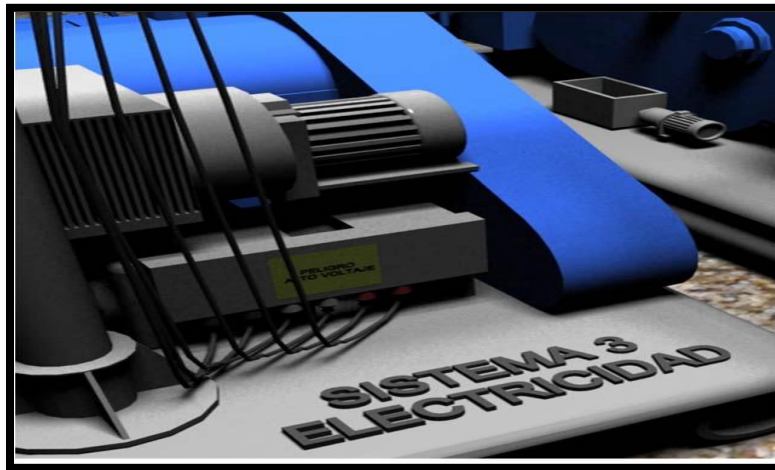
- **Corte de los zunchos:** Los zunchos se deben cortar SIEMPRE DE LADO con herramientas de corte autorizadas por H&P. Si corta los zunchos de frente, puede romper los bultos de química y exponerse a la línea de peligro. Se debe tener extrema precaución de cuando el zuncho está bien ajustado ya que éste puede reventarse durante el corte y golpear al trabajador.
- **Ergonomía:** El trabajador debe verificar el peso del bulto a cargar: Si este pesa de [0 a 20] kg lo puede levantar el trabajador por su cuenta. Si pesa de [20 a 40] kg debe ser cargado por dos personas. Si pesa más de [40] kg de ser cargado con una ayuda mecánica ya sea la carretilla o el cargador.
- **Ergonomía 2:** El trabajador debe pegar el bulto contra el cuerpo, doblar las piernas y levantarse con la espalda recta. Para girar el cuerpo con la carga levantada, girar los pies, nunca el tronco, se puede incurrir en un espasmo muscular.

- **Depuración de las estibas:** Las estibas que van quedando libres de bultos de química se deben arrumar en un sitio seguro, para no utilizarlas como peldaños. Las estibas al sol y al agua se pudren, además estas tienen puntillas, puede ocurrir un incidente.
- **Buen uso a las duchas:** En caso de que le caiga algún producto en los ojos, recurra a la estación lavaojos. La ducha es para lavarse el lodo que le pueda caer si este se devuelve por los embudos. No se deben usar para lavarse las manos o las gafas.
- **Buen uso de los EPP:** Se deben usar equipos de protección personal en el taladro teniendo en cuenta la etiqueta de seguridad HMIS III. Todos deberán usar el overol, casco, gafas de seguridad, botas de seguridad, tapa oídos y guantes en todo momento dentro de la locación (excepto en las oficinas). Para operaciones especiales donde se manipule química se debe usar guantes de nitrilo, respiradores y delantal. Para operaciones donde se exponga la cara a partículas a alta velocidad se debe usar careta protectora.
- **Buen uso de los EPP'S:** El uso del respirador incluye (1) Mascarilla, el trabajador debe estar afeitado para que esta mascara haga su función de sellado y no permita el paso de fluidos, mantenga su mascarilla limpia. (2) Cartucho; éste contiene el filtro para Vapores orgánicos; cuando no los esté usando, guárdelos en su empaque original para evitar deterioro y taponamiento de filtro. (3) Filtro: éste se utiliza para retener el material particulado que exista en el ambiente, viene con su respectiva tapa.
- **Prohibido el uso de herramientas hechizas:** Nunca utilice herramientas “hechizas” para cortar los bultos de química. Siempre utilice herramientas autorizadas para cortar, de lo contrario podría sufrir una lesión en su cuerpo. Siempre corte el bulto alejando la herramienta de usted nunca apuntando y cortando hacia usted.

- **Procedimiento abrir válvula:** Antes de abrir la válvula de mariposa de los embudos, se debe primero prender el motor de la centrifuga correspondiente para luego poder abrir la válvula. Si el motor no está encendido y se abre la válvula el fluido se devolverá con bastante fuerza. El obrero de patio debe realizar esta operación bajo la instrucción y autorización del encuellador.
- **Evite dejar papel al embudo:** Al dejar caer papel en los embudos estos se pueden tapar. Si el embudo se tapa informar al encuellador, nunca tratar de destaparlo por sí mismo.
- **Cuide sus manos:** No colocar elementos encima de los motores de las centrifugas. No coloque botellas de agua u otro elemento personal encima de los motores de las centrifugas. Se puede meter la mano en un eje en rotación. Los ejes en rotación no son del todo visibles.
- **Cuide su organismo:** No consumir alimentos en el área de mezcla de química. Si se tienen alimentos en el área de los embudos, las partículas de química se pueden mezclarse con los alimentos, los cuales al ser consumirlos, pueden causar una intoxicación.
- **Estaciones lavaojos:** Si en algún momento alguien necesita utilizar la estación lavaojos (si le salpica alguna sustancia en los ojos) se debe parar en frente de la misma, agarrar la parte superior y baje la «Palanca» y acerque sus ojos al flujo de agua manteniéndolos abiertos con el dedo índice y el pulgar, mantenerse en esta posición durante 15 minutos. Nunca usar las estaciones lavaojos con otro objetivo.
- **Área de trabajo limpia:** Un área de trabajo limpia, es un área de trabajo segura. Cuadrilla de patio que termina turno deja el piso limpio y guantes y petos limpios. Para esta tarea se deben usar los EPP's como si estuvieran manipulando el químico puro.

### 6.4.3 Sistema 3. Electricidad

Figura 18. Electricidad

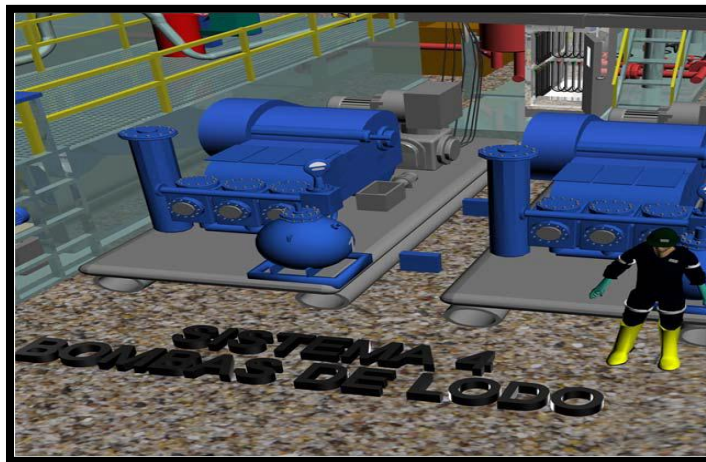


- **Equipos eléctricos:** Se debe ser cauteloso al lavar el MCC o VFD. La corriente eléctrica y el agua no se deben mezclar. Tenga especial cuidado de no salpicar agua adentro del MCC o VFD cuando las puertas están abiertas.
- **Equipos eléctricos:** Para lavar un motor eléctrico y sus “blowers” se debe verificar que estos estén apagados, no se deben lavar a chorro, se debe usar una escoba.
- **Enchufes de alta:** No se deben lavar los enchufes de alta tensión. Hay un alto riesgo de choque eléctrico.
- **Lavado tanques de lodo:** Para lavar los tanques de lodo por dentro. Estos deben estar desocupados, hay que pedirle al supervisor de H&P que realice todo el proceso de bloqueo y etiquetado (LO-TO-TO). El trabajador deberá tener la llave en su bolsillo de un candado el cual deberá estar puesto en la caja de bloqueo de múltiples candados mientras esté realizando ese trabajo.

- **Cambio de mallas:** Para el bloqueo del Equipo, se apaga el equipo y se procede a realizar su bloqueo eléctrico con el cantado a los “switches” para cambiar mallas a las rumbas (shakers), o al colaborar en el desarme de las centrifugas.
- **Polo a tierra:** Los equipos están interconectados. Las varillas de tierra están conectadas en los tanques de lodo y a los demás equipos del taladro, también están conectados a tierra. Estas varillas tienen una cobertura (conos), las varillas no se deben tocar nunca, menos cuando está lloviendo.

#### 6.4.4 Sistema 4

Figura 19. Bombas de lodo



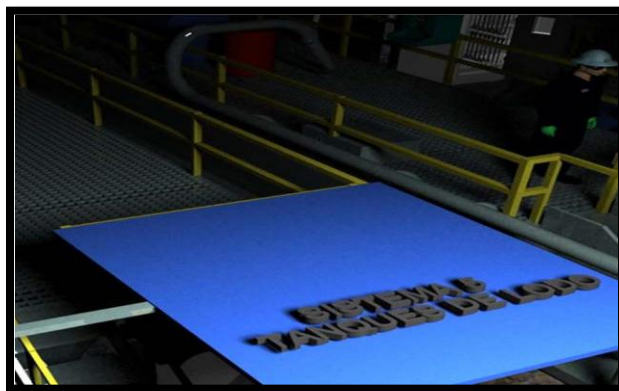
- **Lodo de perforación:** ¡El lodo que se forma a partir de la mezcla de la química es fundamental! El lodo de perforación es el encargado de lubricar la broca, y de extraer los cortes (sobrantes de tierra) mientras se perfora; el lodo ayuda también mantener la presión de la formación. Se debe evitar entrar en contacto directo con este lodo, ya que este está compuesto de químicos peligrosos como lo es la soda cáustica.

- **Presiones peligrosas:** Se deben mirar los Manómetros. Cada manómetro muestra la presión en Libras por Pulgada Cuadrada [PSI]; cada número que marca se multiplica por 1000 y ésta es la presión del fluido después de haber pasado por las bombas. Por ejemplo si en los manómetros se lee 2, la presión es de 2000 [PSI]
- **Lavado de las bombas:** Nadie debe trepar a las bombas a lavarlas cuando estén trabajando. Mientras las bombas estén trabajando es peligroso estar cerca. Verificar los manómetros.
- **Mangueras de alta presión:** Identificar claramente las mangueras de alta presión; se debe evitar estar cerca de éstas cuando las bombas estén trabajando.  
Estas mangueras llevan el fluido de perforación a altas presiones, se pueden presentar fisuras en las mismas y reventarse, causando un incidente.
- **Manejo de válvulas:** No se deben maniobrar válvulas bajo el criterio del trabajador, se deben esperar las indicaciones del superior, de abrir o cerrar una válvula. Una operación mal planeada puede afectar negativamente la operación.
- **Motores de la centrifuga:** Para lavar los motores eléctricos de las centrifugas, utilizar escoba, no directamente con la mano. Identificar los ejes de rotación tener cuidado de no meter un dedo ahí. Los motores no deben estar prendidos al momento de lavarlos.
- **Llaves de tubo:** Debe estar muy atento de que los dedos no queden una posición en cual al ejercer presión para girar la llave, el trabajador se pueda machucar. Este procedimiento requiere supervisión.

- **Pasadizo limpio:** Las mangueras de agua para lavar las bombas deben pasarse por debajo del pasadizo, no por encima. El pasadizo debe permanecer libre de herramientas. Cualquier persona puede enredarse y tropezar.
- **Camisas de las bombas:** Si les piden llevar camisas para las bombas de lodo, estas se deben sacar de la bodega (parts house), entre dos personas y luego con la ayuda de una carretilla acercarlas a las bombas de lodo.
- **Llaves de golpe:** Se debe usar una manila para evitar que la llave se descontrola mientras se golpeando con el macho y alejar las manos de la línea de peligro al momento de impactarlas.

#### 6.4.5 Sistema 5. Tanques de lodo

Figura 20. Tanques de lodo



- **Soda caustica:** La caneca para mezclar soda caustica está sobre el tanque activo. La soda caustica SOLO será mezclada en este tanque por el encuellador.

La soda caustica reacciona fuertemente al contacto con fluidos, tenga especial cuidado.

- **Mezcla de soda caustica:** ¡SOLO PARA SU INFORMACIÓN! La mezcla correcta de la soda con el agua: Se llenará el tanque de agua hasta la mitad, luego colocar el bulto de soda caustica sobre el soporte superior del tanque; se deja caer muy lentamente la soda cáustica evitando reacciones muy fuertes en las cuales pueda salpicar al que mezcla. La soda cáustica solo será mezclada en este tanque por el encuellador.
- **Delantal (peto) de cargar soda caustica:** Marcar claramente el peto de cargar los bultos de soda para no confundirlo con los demás. Este delantal puede tener impregnados restos de soda caustica
- **Primeros auxilios:** ¿Qué hace en caso de contacto accidental con soda? Quitarse la ropa contaminada inmediatamente, lavarse con bastante agua. Si se alcanzó a tragar algo de soda, tomar toda el agua que pueda. No intente vomitar.
- **Soda caustica húmeda:** Se debe tener cuidado si ve que tiene que maniobrar bultos de soda que han estado expuestos a la lluvia; la soda cáustica reacciona violentamente al contacto con el agua. Si la soda esta dura o mojada, informar al ingeniero de lodos, para que su personal la retire y la cambie por soda granulada seca.
- **No sentarse en las barandas:** No colocar tablonces en las barandas para sentarse. Estos se pueden partir y provocar un incidente.
- **Rejas de los tanques:** Algunos pisos en los tanques se pueden quitar, como por ejemplo donde se toman las muestras de lodo para tomar el peso y la viscosidad. Estas tapas deben estar siempre en su sitio. ¡Cero huecos abiertos!
- **Cuidado con las escaleras:** Siempre que suba o baje escaleras debe apoyarse de las barandas. Nunca corra por las escaleras, y menos cuando

lleve herramientas en las manos. Utilice las barandas en todas las escaleras del equipo.

- **Limpieza de tanques:** Si le piden que ayude con la limpieza entrando a los tanques de lodos – Entrada a Espacios confinados – asegúrese que usted tiene su propia llave de un candado que haga parte del procedimiento de Bloqueo/Etiquetado/Probado de H&P. Adicionalmente Usted debe usar un arnés de seguridad con una línea de vida.

#### 6.4.6 Sistema 6. Sitios de no acceso

Figura 21. Sitios de no acceso



- **Manejo de equipos:** Los obreros de patio definitivamente NO tienen acceso ni pueden maniobrar válvulas o control alguno en los siguientes sitios: Acumulador, Motores Caterpillar, MCC/VFD, “Choke manifold”, “Stack” de Preventoras, “Winches”, Cargador, Grúa, tanques de diésel, Pipe Wrangler, Cabina del perforador, Estaciones de controles hidráulicos.

- **Contrapozo:** Los obreros de Patio no están autorizados a ingresar al “*cellar*” (contra-pozo) durante operaciones de Arme y Desarme de las BOP’s (N/U & N/D), ni en pruebas de alta presión.
- **Rigfloor:** Mantenerse apartado de la mesa de perforación a menos que sea con autorización expresa de un Supervisor para subir o bajar algo. Los Obreros de patio no están autorizados para operar ningún equipo en la mesa de perforación.  
Entre más cerca se esté del agujero, aumenta la probabilidad de que caiga un objeto.
- **Vehículos:** Los obreros de patio no están autorizados para conducir ningún vehículo o maquinaria de la compañía o rentado. La empresa cuenta con personal calificado para la conducción de vehículos y operación de maquinaria.

#### 6.4.7 Sistema 7. Cargador

Figura 22. Cargador



- **No se monte al cargador:** Nunca se suba en la escalera lateral o en el cargador para ser llevado a otro lugar. El cargador no está diseñado para esta posición y puede ocurrir un incidente.
- **Distancia con el cargador:** Los trabajadores deben pararse a suficiente distancia para efectuar las señales al operador del cargador. (Aproximadamente 5 metros.)
- **Manilas:** Nunca utilizar manilas para amarrar cargas a las cuchillas. Este procedimiento es inseguro, la carga se puede soltar o la manila se puede reventar.
- **Tubería en el cargador:** Si el operador está levantando tubos, nunca se preste para nivelarlos a pulso. Deje que el operador baje la carga al suelo y coloque las cuchillas en mejor forma.
- **Alarma de retroceso:** Se debe reconocer el sonido de la alarma de retroceso. No perder de vista al cargador y estar pendiente cuando esté dando reversa, por si hay alguien que esté en riesgo potencial.
- **Cuchillas del cargador:** Nunca se preste para montarse en las cuchillas a sostener cualquier carga a moverla a algún sitio. En cualquier momento el sistema hidráulico del cargador puede fallar, usted se puede resbalar y golpearse.

#### 6.4.8 Sistema 8. Vapórela

Figura 23. Vapórela



- **Vapórela:** No prender la vapórela antes de que el obrero que va lavar se haya ubicado correctamente. La vapórela maneja altas presiones, solo se debe encender cuando el trabajador esté preparado para usarla

La vapórela (hidrolavadora) no es para lavarse las botas o el impermeable, no apunte a otras personas con la hidrolavadora.

#### 6.4.9 Sistema 9. Tubería

Figura 24. Tuberías



- **Tubería:** Está prohibido pararse sobre la tubería. Cuando la tubería este rodando sobre los burros de tubería al “*Pipe Wrangler*”, o sacando la tubería de los burros, no pararse o caminar entre la tubería; se podría quedar atrapado. También existe peligro de atrapamiento de las manos entre los tubos.

Mantenerse apartado del Pipe Wrangler. Cuando se esté corriendo Casing, apártese lejos del “*Pipe Wrangler*”, porque en cualquier momento protector, tubular, tornillos, cadenas, podrían caer.

Manténgase apartado del “*Pipe Wrangler*”, ya que este no es un buen lugar para estar esperando algo, particularmente cuando la cuadrilla está levantando o bajando tubería. Un tubo podría soltarse y caer. Respete la señalización de la zona de peligro.

#### 6.4.10 Sistema 10.

Figura 25. Subestructura



- **Contrapozo:** En días lluviosos, tenga cuidado porque el cellar puede estar cubierto de agua y la cubierta del cellar podría no verse.
- **Subestructura:** Manténgase apartado del Rig Floor. El Rig Manager determinara quien está considerado para entrenamiento como cuñero y él tendrá a una persona responsable para este entrenamiento.

## 7. DESARROLLO DE PLATAFORMA VIRTUAL

### 7.1 PARTES

A continuación se listan los equipos que conforman un taladro de perforación<sup>31</sup>

**7.1.1 Racks de tubería.** Es el área en el cual se dispone la tubería con que se va a perforar el pozo, en esta área también se dispone la tubería de recubrimiento o casing.

En esta área se debe tener cuidado al momento de mover los tubulares, la persona que los mueva, no debe estar en medio de dos tubulares, puede quedar atrapado. Se debe tener especial cuidado con las manos y evitar puntos de atrapamiento. Nunca camine ni se pare sobre los tubulares.

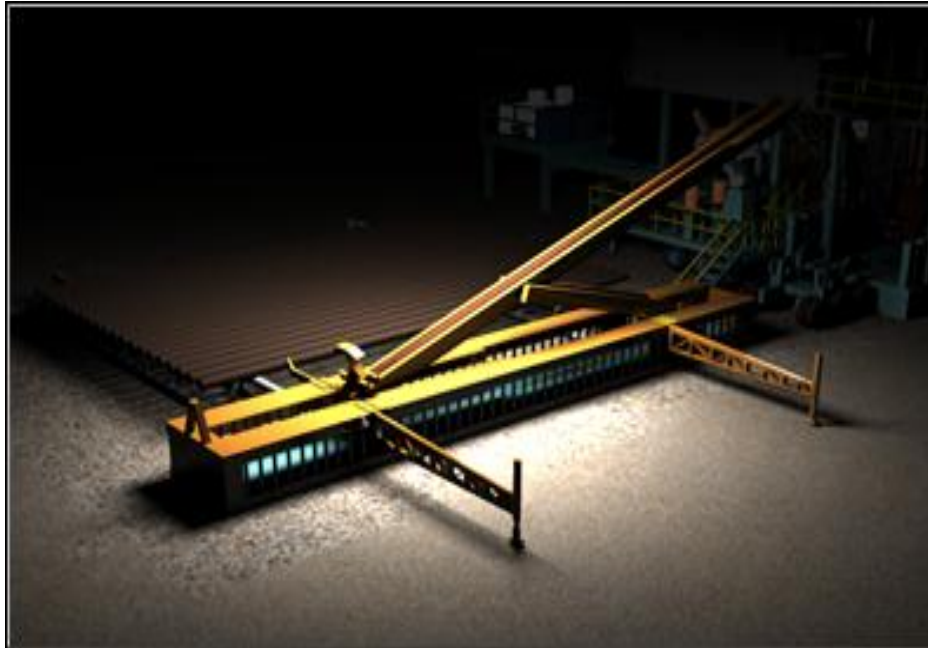
**7.1.2 Pipe Wrangler.** Es el equipo encargado de levantar la tubería de perforación o el casing desde los racks de tubería hasta la mesa de perforación; funciona de manera hidráulica y se puede controlar tanto desde la mesa de perforación como desde los laterales del equipo.

El trabajador debe mantenerse apartado del Pipe Wrangler cuando este esté funcionando. En cualquier momento protector, tubular, tornillos, cadenas, podrían caer. Se debe respetar la señalización de la zona de peligro.

---

<sup>31</sup> Rabia, Hussain. Well Engineering & Construction. 1st edition. Entrac Consulting, 2002 ISBN; 0954108701

Figura 26. Pipe Wrangler



**7.1.3 Autocrane.** Es una estructura en la cual se encuentran algunas herramientas para trabajar en la mesa de perforación, cuñas y tubulares del taladro, también se encuentra una grúa, la cual sirve para subir herramientas a la mesa de perforación.

Se debe tener especial cuidado cuando se estén trasladando objetos con la grúa, no se pueden suspender cargas sobre las personas, en cualquier momento éstas se pueden soltar y caer sobre algún trabajador. La persona encargada de operar la grúa debe tener visión completa de la grúa y de la ruta hasta liberar el objeto suspendido.

**7.1.4 Torre de perforación.** Es la estructura metálica que soporta todo el peso de la tubería de perforación y Top Drive.

En la torre de encuentran equipos que se encuentran en constante movimiento, existe un riesgo constante de caída de objetos en los sitios subyacentes a la torre de perforación.

**7.1.5 Subestructura.** Es la encargada de soportar la torre de perforación, la llave hidráulica, además soporta el peso de la torre de perforación y de la tubería que está dentro del agujero que está siendo perforado.

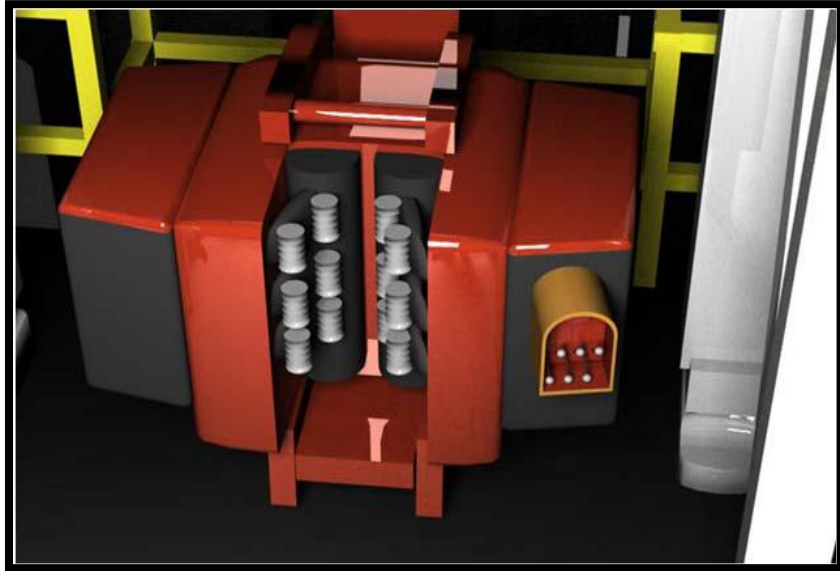
**7.1.6 CRT.** Casing Running tool, es una herramienta especializada que se adapta a top drive, para poder sujetar la tubería de casing cuando es izada por el “*Pipe Wrangler*”, a la mesa de perforación, esta herramienta solo se adapta cuando se va recubrir el pozo.

**7.1.7 Malacate.** Es el mecanismo de levantamiento en un taladro de perforación. Consiste de un “winche” de gran tamaño que enrolla y libera el cable de perforación y así levanta o baja los componentes de la sarta y las herramientas.

El winche tiene cable de perforación el cual está en constante movimiento, este cable supone un constante riesgo a las personas que estén en cerca de esta área.

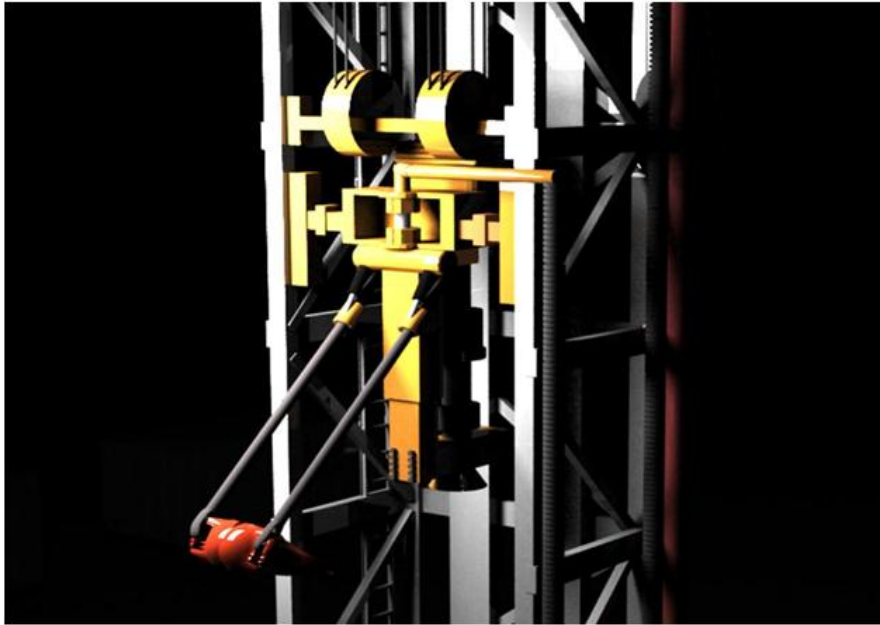
**7.1.8 ST-80.** Es una llave que sirve para hacer las conexiones en las mesa de perforación, funciona de forma hidráulica y es operada directamente en la mesa de perforación.

Figura 27. ST-80



**7.1.9 Top drive.** Es operado por el perforador desde la cabina del perforador. Permite transmitir la rotación y el peso sobre la broca, soportar el peso de la sarta de perforación y transportar el fluido de perforación a la sarta de perforación.

Figura 28. Top Drive

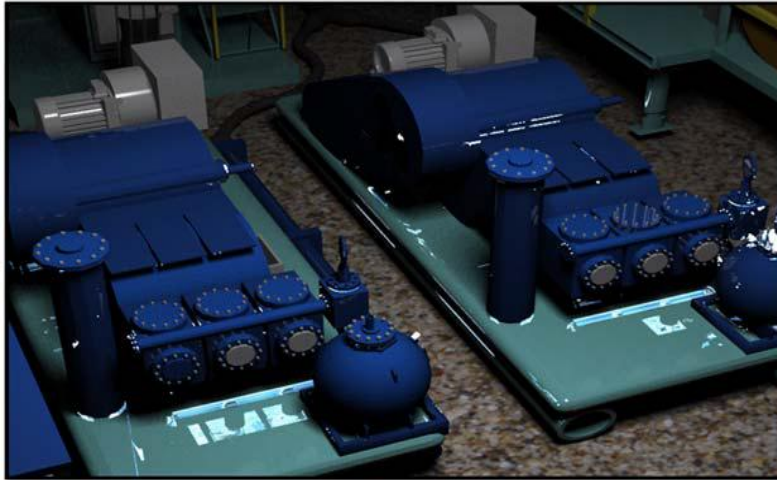


**7.1.10 Shakers (rumbas).** Corresponde a una serie de bandejas con mallas que vibran para remover los cortes perforados del fluido saliente. El tamaño de las aperturas es seleccionado para que sean menores al tamaño de los cortes y asegurar su remoción.

**7.1.11 Tanques de lodo.** Es el sitio destinado para mezclar el lodo de perforación de acuerdo al programa de lodos del pozo que está siendo perforado. Los obreros de patio bajo la instrucción del encuellador mezclan los bultos de química en la zona de los embudos, para que esta química pase a los tanques de lodo.

**7.1.12 Bombas de lodo.** A través de pistones generan la presión necesaria para llevar el lodo desde los tanques hasta el topdrive y para que después este se desplace dentro de la tubería de perforación.

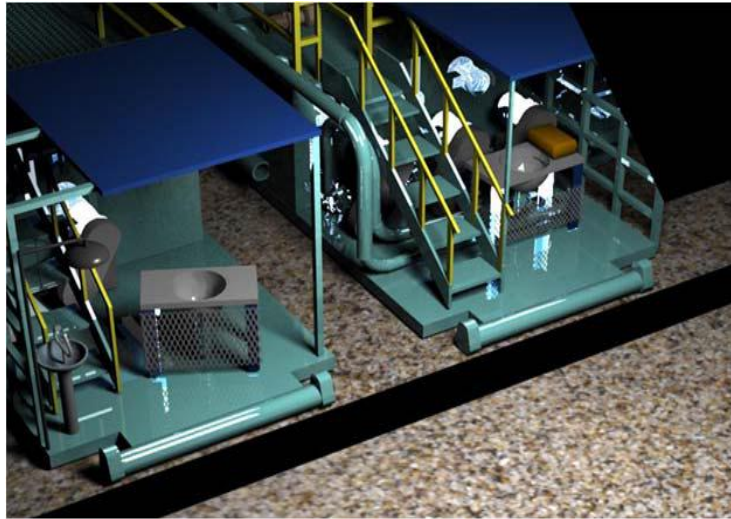
Figura 29. Bombas de lodo



**7.1.13 Tanque de agua.** Usado para almacenar agua industrial que es utilizada en la mezcla del fluido de perforación, de cemento y para la limpieza del taladro.

**7.1.14 Embudos.** Es el sitio en el cual los trabajadores aplican los aditivos y la química necesaria para poder cumplir con las características del lodo necesario para cada pozo.

Figura 30. Zona de embudos



**7.1.15 Cabina del perforador.** Es una cabina ubicada en frente de la mesa de perforación, en esta se encuentran todos los comandos digitales con los cuales el perforador puede manipular equipos.

**7.1.16 Torre de perforación.** Es la estructura metálica por la que viaja el TOP-DRIVE. Esta estructura soporta el peso del TopDrive y también el peso de toda la sarta de perforación.

**7.1.17 Mesa de perforación.** Es el sitio en el cual los cuñeros hacen la conexión de tubulares, para que luego estos sean impulsados dentro del agujero. En la mesa de perforación también sirve para hacer las conexiones para el proceso de cementación y toma de registros del pozo.

**7.1.18 Cabina del Rig Manager.** Oficina del jefe del taladro, allí también se encuentra el ingeniero HSE. En este lugar se realizan las reuniones pre-operacionales con todo el personal, antes de empezar las operaciones.

**7.1.19 BOP (BlowOut preventor).** Es una válvula de gran tamaño, instalada sobre la cabeza del pozo, que forma un sello en el espacio anular entre la tubería y la pared del pozo o en caso de no haber tubería presente, sella el pozo.

**7.1.20 Tanques de Combustible (Fuel Tanks).** Tanques para el almacenamiento del combustible para el sistema de generación de poder.

**7.1.21 Generadores (Engine Generators Sets).** Son los encargados de generar energía eléctrica, a través de motores que trabajan con diésel así como con un sistema mecánico de transmisión.

**7.1.22 Vapórela.** Es una herramienta que utiliza agua con alta presión, se utiliza sobre todo para lavar los equipos que han estado expuestos a lodo y a aceite.

**7.1.23 Mud Gas Separator.** Es un tanque de separación de gas en lodo, se activa en situaciones de control de pozo, en las cuales se encuentra una columna de gas mientras se perfora.

**7.1.24 Part House.** Es un tráiler-bodega en el cual se almacenan partes y repuestos críticos, también se almacenan herramientas y elementos para controlar derrames de sustancias tóxicas.

**7.1.25 VFD. (Variable Frecuencia Drive).** Es un equipo que regular la energía eléctrica que viene de los generadores, esta energía se envía directamente a los equipos.

**7.1.26 Acumulador.** Es el aparato de almacenamiento para fluido hidráulico a presión que es usado en la operación de las válvulas preventoras (BOP).

**7.1.27 Tanques de Lodo (Mud Pits).** Serie de tanques abiertos, a través de los cuales el lodo es circulado para permitir que arena y sedimentos se depositen y sean retirados. Aditivos son mezclados con el lodo y este es temporalmente almacenado antes de ser bombeado nuevamente al pozo.

**7.1.28 Hpu (Unidad de Potencia Hidráulica):** Es una unidad de almacenamiento de fluido hidráulico que ayuda, que con motores y centrifugas, reparte el fluido hidráulico en cada equipo que lo necesite.

## **7.2 USO DE SOFTWARE PARA SIMULACIÓN**

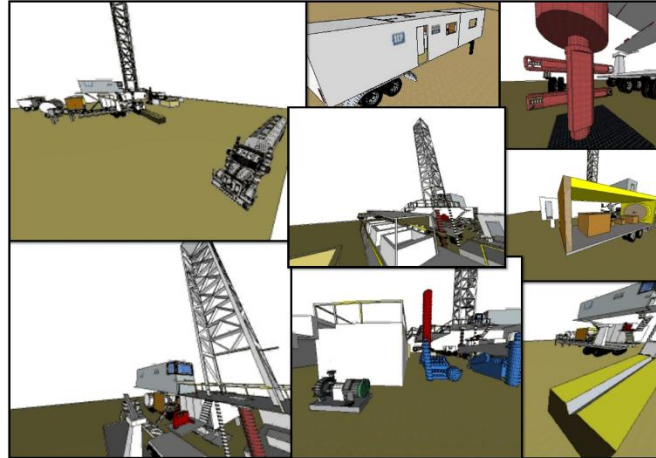
**7.2.1 Software de baja resolución.** Se realizó un video 01:30 minutos en baja resolución, haciendo un recorrido por el taladro y mostrando sus principales componentes.

Este video sirvió para ampliar la percepción de los trabajadores de la empresa a las nuevas tecnologías de animación virtual. (Ver Anexo E)

En este video se puede observar entre otros la torre de perforación, la cabina del rig manager, cabina del perforador, “shakers”, tanques de lodo, “Pipe Wrangler”, y

equipos eléctricos. Estos equipos están ubicados acorde a la distribución real del taladro y manteniendo la proporción de tamaño de cada equipo.

Figura 31. Recorrido virtual en baja resolución.



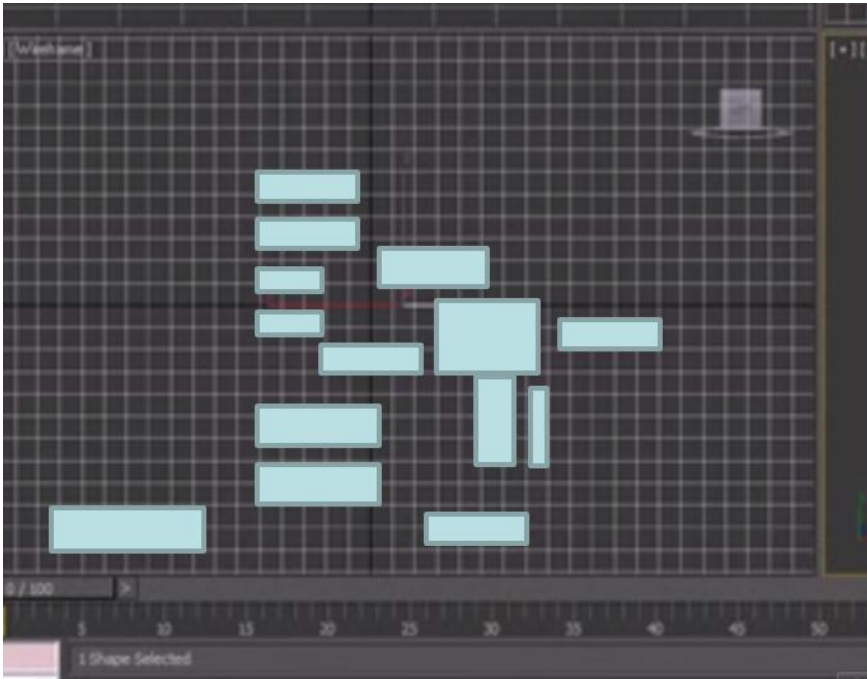
Fuente: Video realizado por el autor en Google SketchUp<sup>32</sup>

**7.2.2 Plataforma virtual.** Resulta fundamental el conocimiento en tecnologías 3D, las cual cada vez son más comunes en los ambientes de entrenamiento. Para realizar la plataforma virtual se inició con modelado la distribución de cada parte del taladro en el software, todo esto se hizo basado en la experiencia adquirida en campo.

Figura 32. Distribución del taladro

---

<sup>32</sup> Trimble Navigator. Agosto de 2000. Gráficos 3D por computador. GoogleSketchUP



Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax<sup>33</sup>

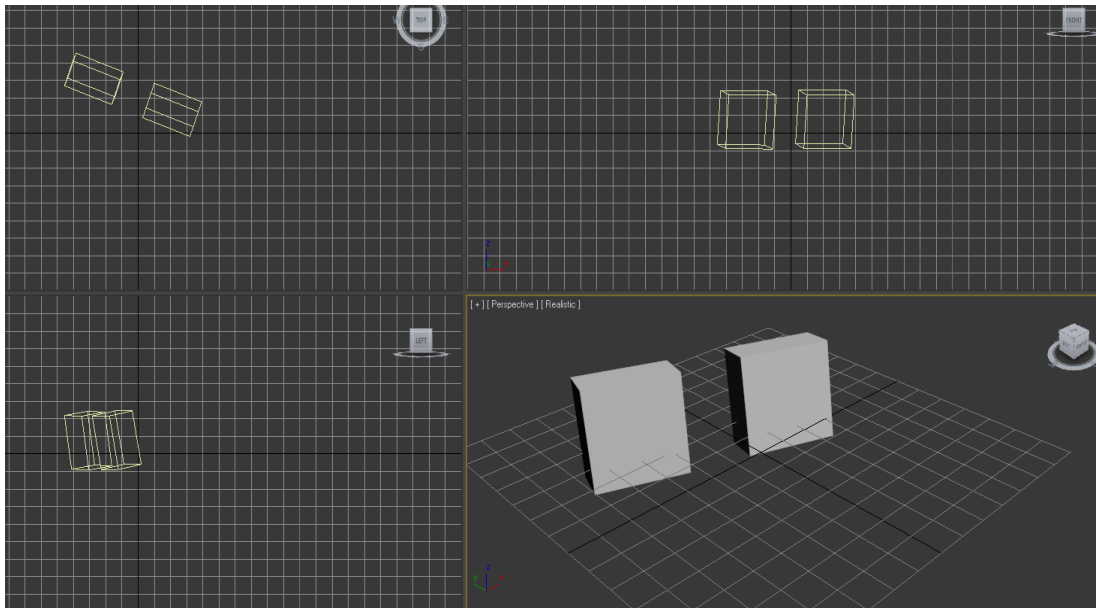
Se modeló cada componente de forma independiente, para de este modo aumentar el detalle y realismo, enfocándose en darle forma a las figuras con los modificadores que tiene la plataforma. A continuación se lista el proceso de modelado de cada uno de los equipos que se mencionan en el numeral 9.1 de este proyecto.

- **Crear y manipular objetos:** Al trabajar con 3ds máx., lo primero que se debe hacer para componer una escena es crear objetos geométricos estándar y regulares, como cajas, esferas o cilindro, denominados “primitivas”, que posteriormente se modificaran hasta lograr el efecto deseado.

---

<sup>33</sup> Autodesk Media and Entertainment. 1990. Gráficos 3D por computador. 3dsMax

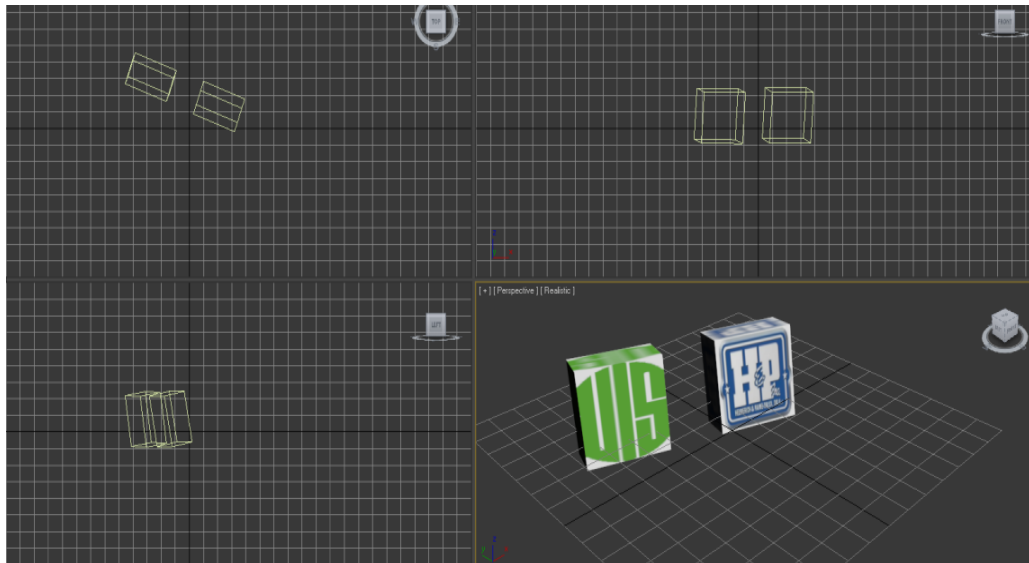
Figura 33. Objeto creado en 3dsmax



Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

- **Los materiales:** Después de crear el objeto o grupo de objetos de una escena y aplicarle los modificadores necesarios, se le aplican los materiales que le agregan realismo a la escena; utilizando la herramienta avanzada “Material Editor”. Como el material de cualquier objeto en la vida real los materiales en 3ds máx. también disponen de una serie de propiedad que los identifican (entre las básicas se encuentra el color, sombreado, opacidad, transparencia y brillo)

Figura 34. Aplicación de materiales

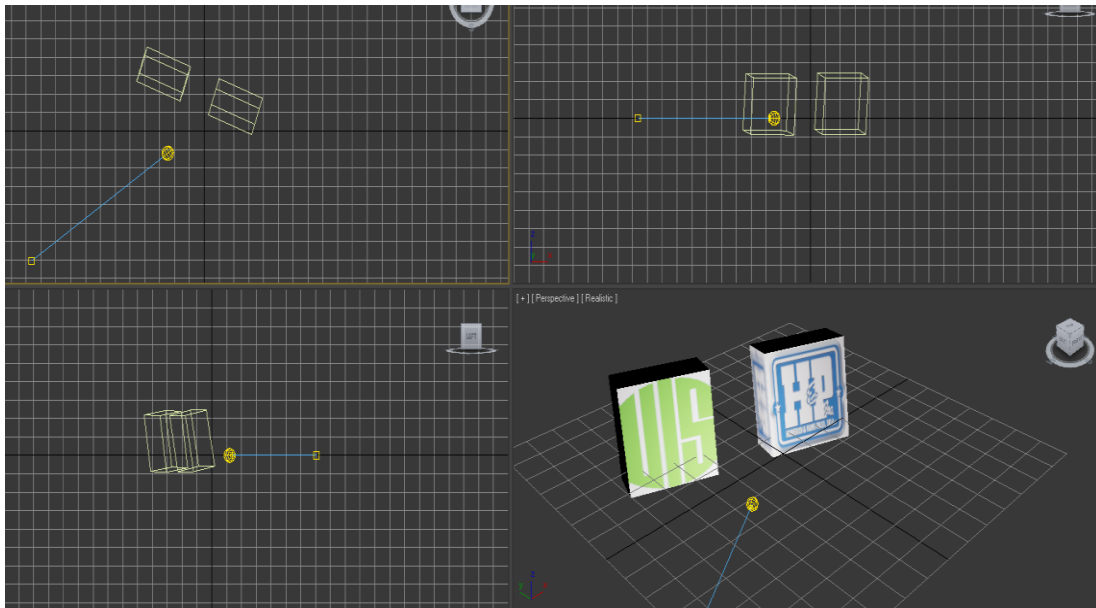


Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

Después de crear cada uno de estos componentes se unieron para formar todo el taladro, modificando los objetos para mantener las proporciones. Se inició el recorrido virtual explicando los procesos descritos en el numeral 8.1 de este proyecto; para esto fue necesario establecer las luces y cámaras con las cuales la animación va a ser lo más real posible, a continuación se expone la forma de aplicar luces y de establecer las cámaras.

- **Luces:** Para que una escena muestre el máximo realismo posible no basta solo con aplicar a los objetos que la componen los materiales, también es muy importante saber utilizar los elementos de luces y cámaras. Con una correcta utilización e instalación de focos y luces en la escena se pueden conseguir los efectos foto realísticos más espectaculares. Es necesario, pues, para completar una escena, añadirle diferentes fuentes de luz que simulen bombillas, lámparas, focos y hasta la luz solar.

Figura 35. Luz dentro de la escena

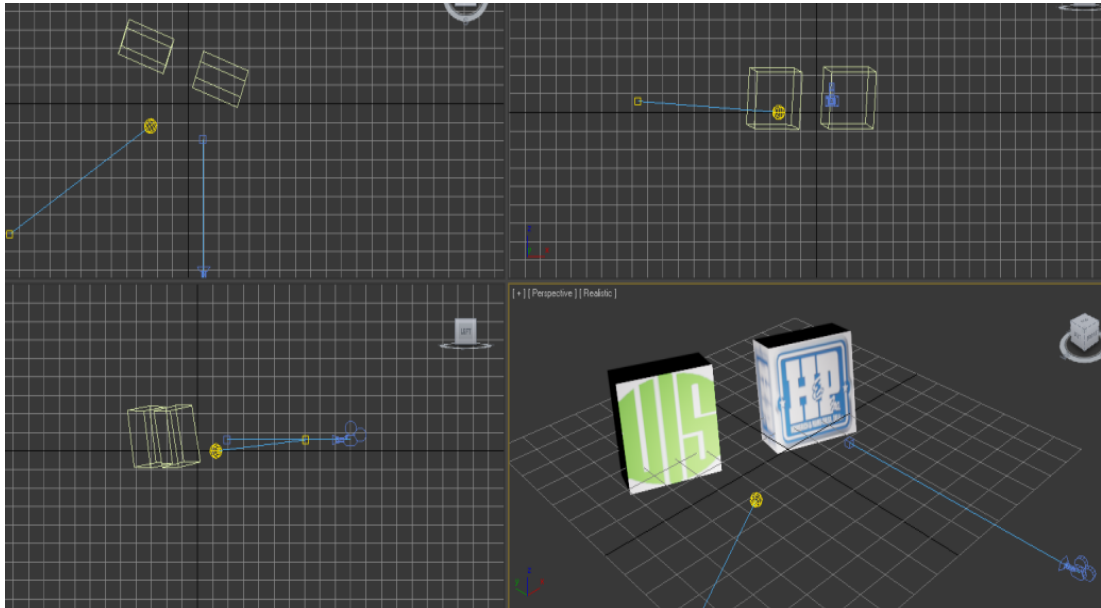


Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

- **Cámaras:** El programa tiene cuatro visores a elección del usuario, el más común es el visor “perspectiva”, con este se obtiene una visualización casi real y manipulable gracias a la herramienta “*Arc Rotate*”, después de añadir luces o materiales, puede resultar necesario afinar el punto de vista mediante la instalación de cámara. Las cámaras 3ds máx. son objetos que actúan como objetos observando la escena, al igual que las cámaras de televisión, de cine o de video.

Se crearon varios videos desde diferentes cámaras o puntos de vista en el modelo.

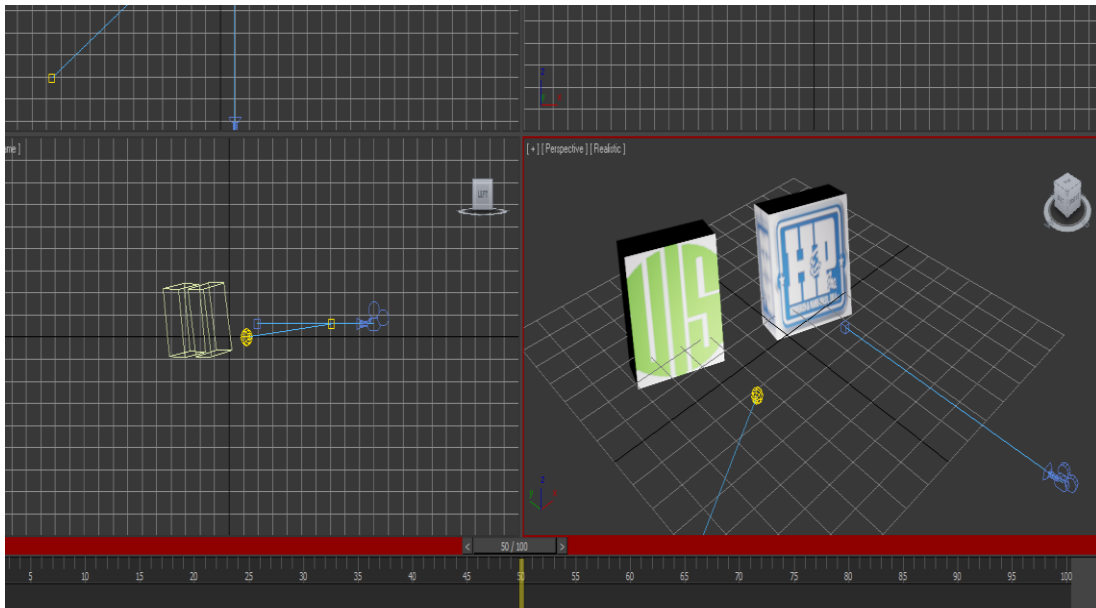
Figura 36. Cámara dentro de la escena



Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

**Animaciones:** Después de adecuar las cámaras convenientes para aportar mayor realismo, se realiza la animación, es decir dotarla de movimiento real. Se establece un punto en el cual inicia la animación, luego se realizan todos los movimientos deseados, y se termina el espacio de la animación. Cada una de las imágenes fijas que componen una animación se denomina cuadro o “frame”. Para crear y representar una animación básica se utilizan los controles de animación, el regulador de tiempo y la barra de pistas.

Figura 37. Creación de animaciones

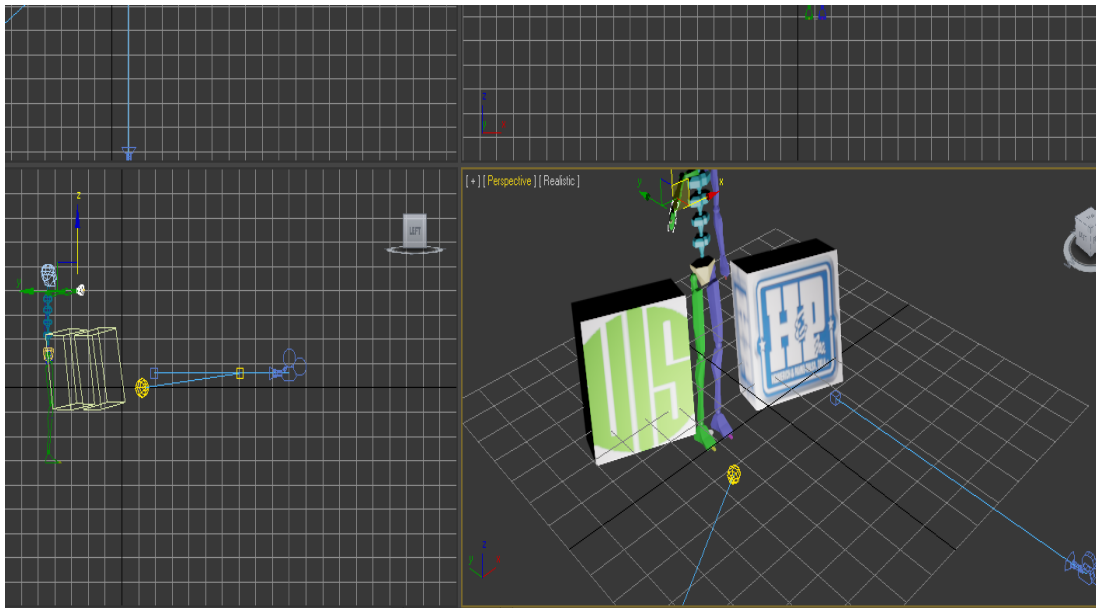


Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

Se crea cada uno de los estándares expuestos en el numeral 8.4 de este proyecto, a través de la animación avanzada.

- **Animación Avanzada:** En el mundo de la animación tridimensional, el término “cinemática” se refiere al movimiento de una estructura vinculada. Cuando se crean animaciones en 3ds máx., en muchas ocasiones resulta imprescindible vincular objetos para crear una estructura jerárquica que se desplace a la vez. Un sistema de huesos es un caso de jerarquía vinculada con una estructura específica. Al crear un sistema de huesos estos se vinculan automáticamente-

Figura 38. Objeto tipo bípedo dentro de la escena



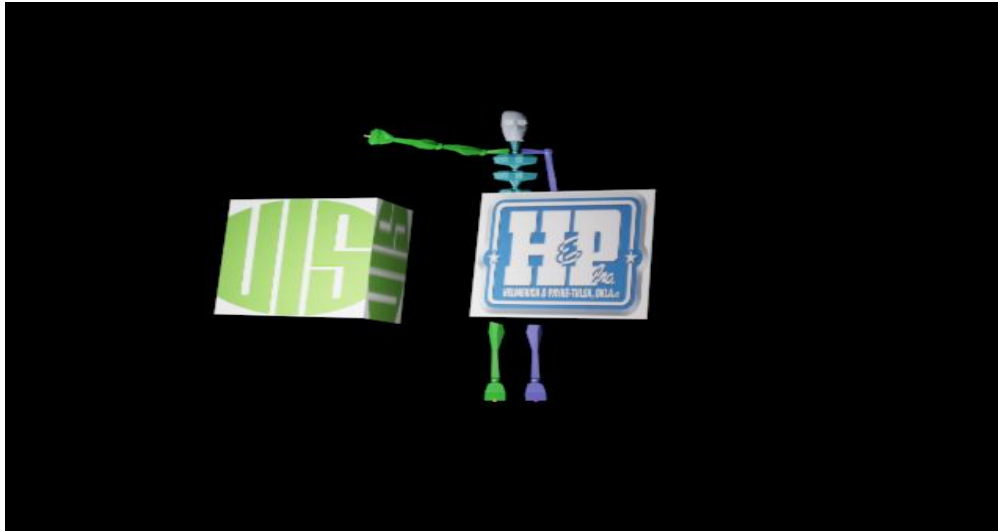
Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

- **Renderización:** Después de crear objetos, aplicar materiales, añadir luces y cámaras y animar la escena para conseguir el máximo realismo posible, llega el momento de presentar ver al plataforma virtual. El visor perspectivo o su variante Camera, ofrecen una idea aproximada del acabado de una escena, sin embargo, el resultado final sólo se obtendrá al realizar la operación de renderización.

Se puede definir el “*Render*” como el proceso de textura de una escena una vez ésta se ha completado y ha sido guardada. Cabe señalar que si bien la renderización es quizás la operación más sencilla y rápida en 3ds máx. En cuanto a su procedimiento, es sin embargo la más costosa en lo que a consumo de tiempo y de memoria del equipo se refiere. Para obtener una renderización de la escena se puede utilizar las opciones adecuadas del menú rendering, los correspondientes iconos de la barra principal o bien los atajos de

teclado adecuados. Además, el programa cuenta con la barra “*Render Shortcuts*”, que permite guardar las propiedades preestablecidas de una renderización para poder recuperarlas siempre que sea necesario.

Figura 39. Renderizado de la imagen



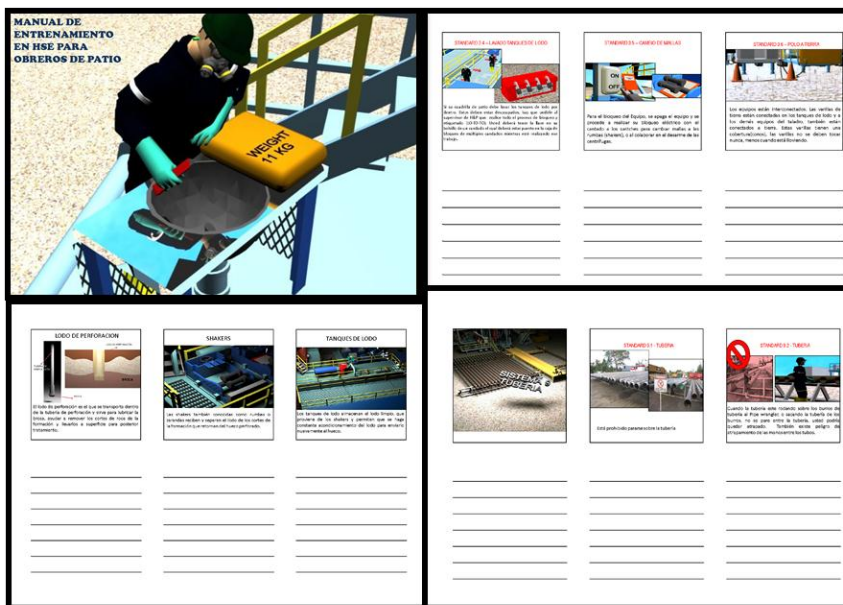
Fuente: Modelo desarrollado en 3dMax

Por cada segundo de video de la plataforma virtual, el software tomo un tiempo aproximado de dos minutos. El video total tuvo una duración de 26:45 minutos. Después de que cada video con cada estándar fue creado (numeral 8.4 de este proyecto) fue necesario unir cada uno de estos videos, siguiendo secuencia lógica de los sistemas. Creando transiciones y enlaces para cada video. También se creó una narración para cada sistema, esto sirve para explicar cada parte de la plataforma.

### 7.3 Cartillas y evaluaciones

Con la finalidad de darle apoyo a los trabajadores que van a recibir la inducción, se ha diseñado un libro de 29 páginas. Éste explica cada uno de los procedimientos que están siendo proyectados en la plataforma virtual. En el libro el trabajador tiene un espacio destinado para tomar los apuntes correspondientes y anotar cualquier duda que pueda surgir.

Figura 40. Libro de entrenamiento



Con el objetivo de medir la eficiencia del proyecto, se ha desarrollado una evaluación, la cual está dividida por sistemas. Esta evaluación examina los conceptos más críticos que debe saber el personal para poder trabajar de manera segura en el taladro de perforación petrolera. (Ver Anexo F)

Figura 41. Evaluación de entrenamiento

<p><b>EVALUACION ENTRENAMIENTO VIRTUAL OBREROS DE PATIO HELMERICH AND PAYNE DRILLING</b></p> <p>Nombre: _____ Meses de experiencia como obrero de patio: _____ Encierre con un círculo la letra de la respuesta correcta de las siguientes 30 preguntas.</p> <p style="text-align: center;"><b>BODEGA DE QUIMICA</b></p> <p><b>1. ¿QUE SE DEBE HACER CUANDO HAY CONTACTO DE LA PIEL CON QUIMICA PELIGROSA?</b> a. Lavar con abundante agua mínimo 15 Minutos en las estaciones lavaojos y duchas de emergencia. b. Aplicar crema humectante c. Siga trabajando y al terminar el turno repórtelo al rigmanager</p> <p><b>2. ¿CUÁL ES LA FUNCION DEL DOCUMENTO MSDS (HOJA DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO)?</b> a. Mostrar la información para trabajar con determinada sustancia de manera segura. La información incluye el Grado de Peligrosidad, Que Hacer en caso de contacto, Que Hacer en caso de Derrame, Como se almacena y que elementos de protección personal debo usa. b. Mostrar las instrucciones para preparar el lodo de perforación. c. Son las etiquetas que van en cada producto y muestran el grado de peligrosidad de la sustancia.</p> <p><b>3. ¿QUE SE DEBE HACER MIENTRAS EL MONTACARGA TRANSPORTA QUIMICA?</b> a. Sentarse en las escaleras. b. Mantenerse alejado del montacargas hasta que la química sea descargada e informarle al operador del montacargas sobre cualquier condición insegura que se observe durante la operación. c. Mantenerse alejado del montacargas hasta que la química sea descargada e informarle al operador del montacargas sobre cualquier condición insegura que se observe durante la operación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ELECTRICIDAD</b></p> <p><b>12. ¿QUIEN ES EL ENCARGADO DE LAVAR DENTRO DEL VFD Y MCC?</b> a. Obrero de patio b. Rig Manager c. Electricista</p> <p><b>13. ¿COMO SE DEBEN LAVAR LOS MOTORES ELECTRICOS Y LOS SECADORES (BLOWERS)?</b> a. Con abundante agua y jabón para remover la grasa b. Con productos químicos adecuados c. Con una escoba, nunca usar un chorro de agua</p> <p><b>14. ¿QUE ES PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO ETIQUETADO (LO/TO/TO)?</b> a. Es un sistema para asegurarse que el equipo que se va a manipular tenga las fuentes de energía (eléctrica, mecánica, de presión) aisladas. Todos los empleados involucrados con el trabajo en un equipo con bloqueo etiquetado tienen una llave y un candado. b. Es un sistema de entrenamiento sobre el manejo eléctrico de un equipo del taladro c. Es poner una etiqueta en controles de las centrifugas</p>
--	--

Con la finalidad de recibir la retroalimentación por parte de los trabajadores acerca de la plataforma virtual, se ha desarrollado una encuesta de satisfacción, la cual mide la percepción de los trabajadores de las nuevas tecnologías de entrenamiento virtual. (Ver Anexo G)

Figura 42. Encuesta de satisfacción

<p style="text-align: center;">NOMBRE _____</p> <p style="text-align: center;"><b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LA PLATAFORMA DE ENTRENAMIENTO VIRTUAL</b></p> <p><b>1. ¿Qué tan claras fueron las ideas presentadas en el video?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremadamente claras</li> <li>• Muy claras</li> <li>• Un poco claras</li> <li>• Nada claras</li> </ul> <p><b>2. Al concluir la capacitación, considera que la información allí suministrada quedó:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremadamente informado</li> <li>• Muy informado</li> <li>• Un poco informado</li> <li>• Nada informado</li> </ul> <p><b>3. Conocer los procedimientos y el taladro con este tipo de videos (simulación) le parece:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor</li> <li>• Igual</li> <li>• Peor</li> </ul> <p><b>4. Que tan importante le parece el aporte que le da este nuevo video a su formación como nuevo empleado en la empresa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy importante</li> <li>• Importante</li> <li>• Poco importante</li> <li>• Nada importante</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Nada importante</p> <p><b>5. Que tan similares fueron los equipos plasmados en el video en comparación con los equipos reales en el taladro:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactamente iguales</li> <li>• Similar</li> <li>• Poco parecido</li> <li>• Nada parecido</li> </ul> <p><b>6. (Solo para nuevos empleados) Como le pareció la información plasmada en las cartillas de entrenamiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Muy bueno</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Malo</li> </ul> <p><b>7. Calificación general del nuevo programa de capacitación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Muy buena</li> <li>• Buena</li> <li>• Regular</li> <li>• Mala</li> </ul>
---	---

## **8. IMPLEMENTACIÓN**

Se realizaron viajes a la ciudad de Bogotá programando reuniones con todo el personal de talento humano y de Seguridad industrial de la empresa Helmerich and Payne, explicándoles todo el alcance del proyecto, revisión bibliográfica que se realizó, la revisión de procesos en campo y todo el proceso que tuvo lugar el desarrollo de la plataforma, se recibieron comentarios y mejoras las cuales se le realizaron a la plataforma.

Después de realizar las mejoras la plataforma junto con las cartillas y las evaluaciones fueron socializadas y aprobadas por parte del personal de talento humano y el área de HSE de la empresa.

### **8.1 Implementación en campo**

Se le hizo la presentación y justificación de la plataforma virtual a una cuadrilla de cada taladro, el proyecto tuvo bastante aceptación por parte de todo el personal en campo y se obtuvo su retroalimentación, mejorando algunas partes técnicas de la plataforma.

Figura 43. Socialización del proyecto



Después de tener la plataforma totalmente actualizada, se socializo en campo con el ingeniero HSE, el encuellador y el Rig Manager.

Dado que los ingenieros HSE, tienen muy poco tiempo disponible en campo; junto con la dirección de HSE de Helmerich and Payne, se ha tomado la decisión de que la plataforma virtual les sea socializada a los nuevos trabajadores a través del profesional de la medicina. En este caso, el enfermero le proyectara la plataforma virtual a los obreros de patio y les dará la cartilla de entrenamiento, la cartilla tiene espacio para que cada trabajador tome sus apuntes. Este procedimiento sigue el proceso de contratación de obreros de patio, expresado en el numeral 8.2 de este proyecto.

Cuando el trabajador se presente en el campo petrolero se reunirá con el ingeniero HSE, con el cual podrán socializar sobre el video y el ingeniero HSE podrá resolver dudas que tenga el nuevo empleado. Después de esto se le aplicará una prueba, la cual medirá el conocimiento del empleado en diferentes áreas del taladro, para de esta manera poder identificar en qué punto se está fallando en la inducción. De igual manera se le aplicará una encuesta de satisfacción, para que el trabajador califique la plataforma virtual

Teniendo en cuenta que el personal que se encuentran trabajando en el taladro con el cargo, obreros de patio, fueron entrenados con el “manual de funciones del obrero de patio”, se le aplicó la evaluación a los trabajadores con más de 15 días de experiencia en el taladro, y que no habían visto la plataforma virtual. Después se les proyectó la plataforma virtual y se les aplicó la evaluación y la encuesta de satisfacción. Los resultados de dicha evaluación, se presentan en el siguiente capítulo (11).

Figura 44. Aplicación de evaluaciones por parte del autor



## **8.2 ANALISIS DE RESULTADOS DE IMPLEMENTACION DE ENTRENAMIENTO VIRTUAL**

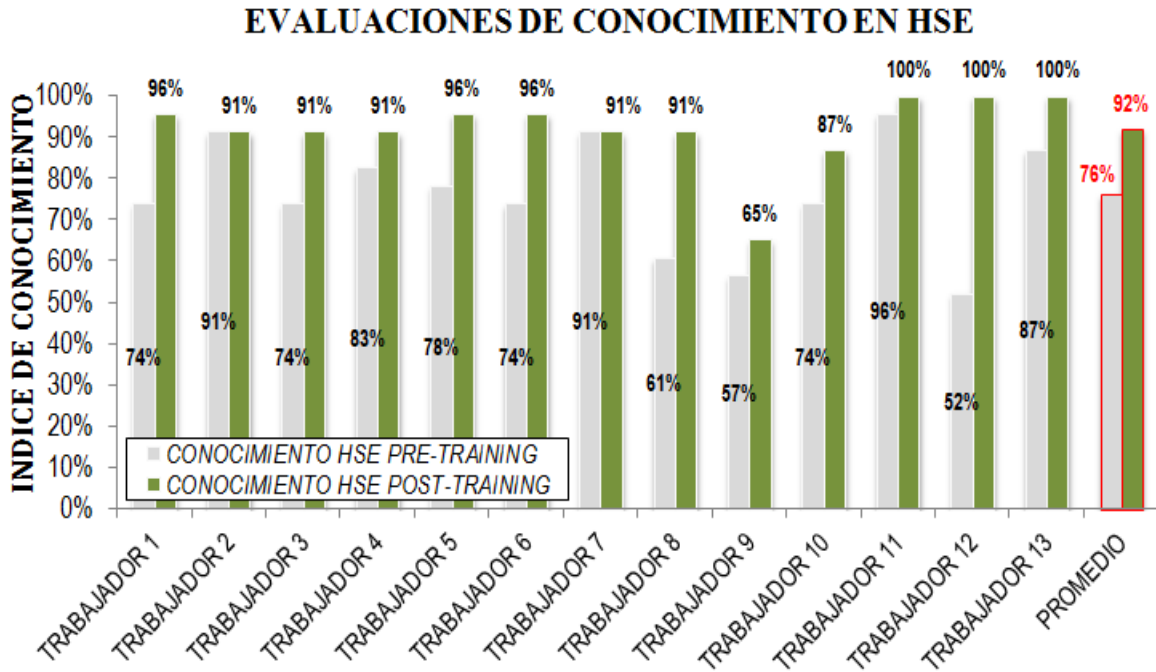
A continuación se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas a los obreros de patio con más de 15 días de antigüedad. Estos resultados han sido clasificados por sistemas. Se relaciona el conocimiento de los riesgos de obreros de patio en un taladro de perforación, también se hace una relación de entre el tiempo de experiencia del trabajador y el conocimiento en HSE.

Además, se presenta la aceptación de los trabajadores de la plataforma virtual como herramienta de entrenamiento.

**8.2.1 Conocimiento de riesgos de obreros de patio en un taladro de perforación.** La figura 45 muestra el nivel de conocimiento en HSE de los obreros de patio de diferentes niveles de experiencia según el método convencional con el manual de funciones. También se describen los resultados de las evaluaciones de conocimiento en HSE después de implementar el programa de entrenamiento virtual. El índice de conocimiento más bajo los empleados con algunos meses de experiencia y recién contratados fue del 52%, el promedio fue de 76% y el más alto fue del 96%. Estos índices muestran que la capacidad para reconocer riesgos y buenas prácticas de HSE puede ser mejorado.

Después de implementado el programa de entrenamiento virtual se encontró que el 85% de los empleados que recibieron la capacitación virtual mejoraron sus conocimientos en HSE con respecto a lo aprendido en el método convencional de la empresa. El 15% de empleados que no mostraron mejora ya habían mostrado un nivel de conocimiento por encima del 90%.

Figura 45. Evaluación de conocimiento HSE



Con el entrenamiento del manual de funciones convencional 3 de los 13 empleados mostraron un conocimiento de HSE por encima del 90%, mientras que después de la implementación del programa virtual 12 de los 13 estuvieron por encima del 90%.

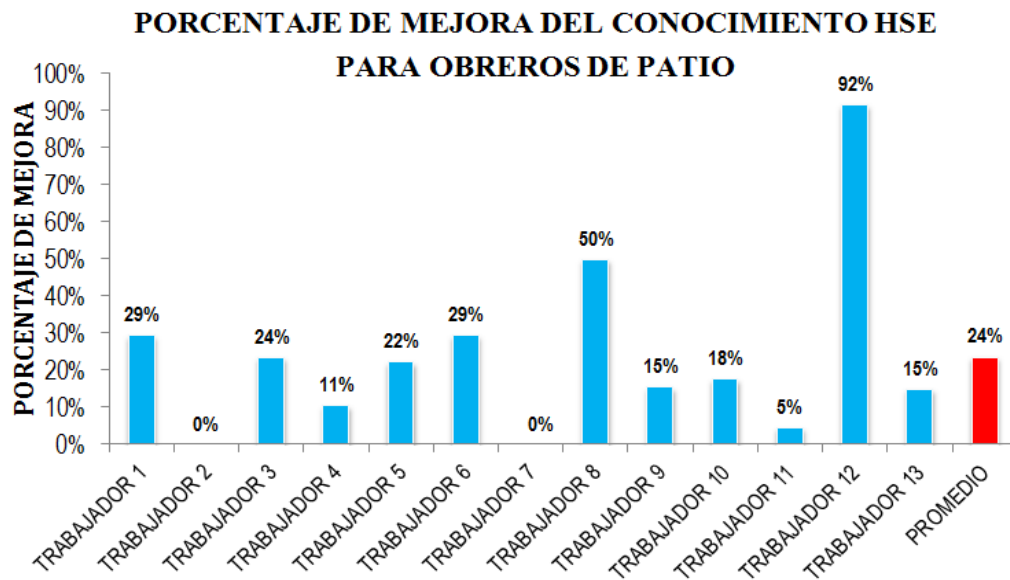
Conocimiento HSE por debajo del 80% requiere seguimiento al empleado para mejorar su capacidad de identificar riesgos y ejercer sus actividades de forma segura. Con el entrenamiento convencional, 8 de los 13 empleados estuvieron por debajo de este nivel, mientras que después del entrenamiento solamente 1 de los 13 estuvo por debajo del 80%.

Los resultados de estas evaluaciones permitirán identificar a los empleados que necesitan capacitación adicional en HSE y los cuales deberán ser evaluados

nuevamente hasta que su conocimiento en HSE mejore y este preferiblemente por encima del 90%.

El promedio de mejora del conocimiento con el entrenamiento virtual de los 13 obreros de patio fue del 24%. Para dos casos excepcionales no hubo mejora, esto se debió a que sus conocimientos iniciales eran del 91%. Por otro lado las mejoras más significativas fueron las de dos empleados que mejoraron en un 50% y 92% como se observa en la figura 46.

Figura 46. Porcentaje de mejora del conocimiento HSE para obreros de patio



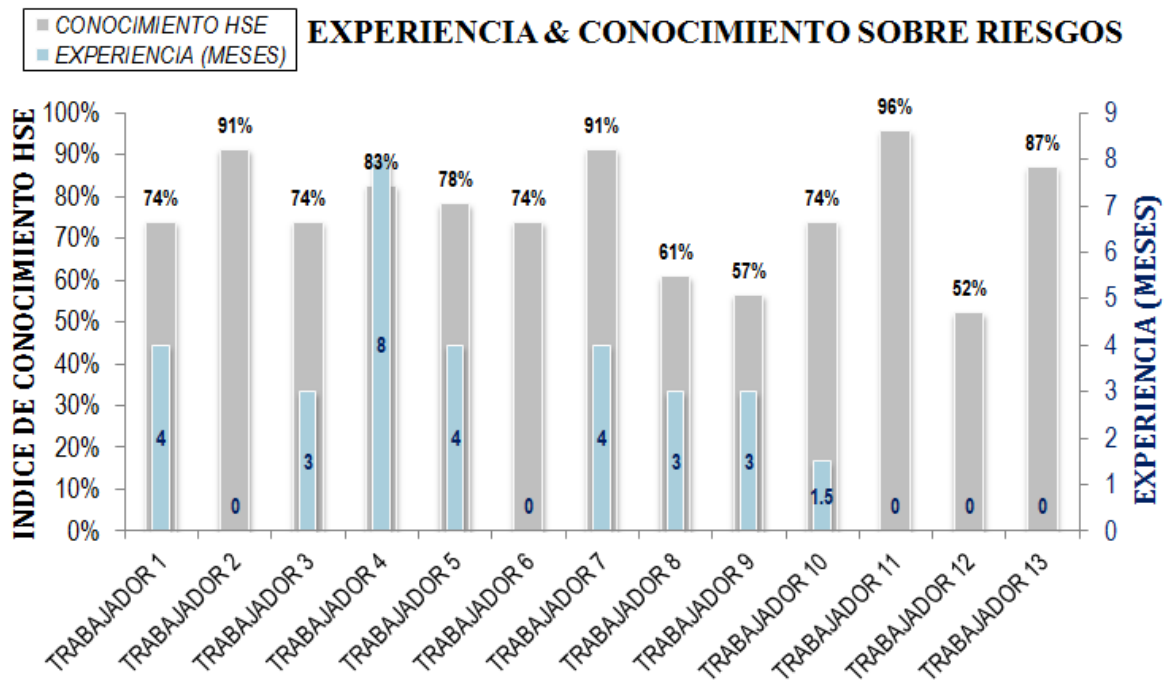
De la anterior grafica se concluye que el entrenamiento virtual aparte de modernizar y hacer más ilustrativa la estrategia de entrenamiento de obreros de patio, también mejora substancialmente el conocimiento en HSE que empiezan sus labores con equipos con los que nunca han estado en contacto, en promedio el conocimiento de los trabajadores en HSE aumentó en un 24%. Lo más importante de un alto conocimiento de HSE es la reducción de actos inseguros, la corrección de condiciones inseguras y la prevención de accidentes que generen

lesiones al trabajador o daño a los equipos. La meta de la compañía con este programa virtual es la de ubicar el conocimiento del obrero de patio en HSE por encima del 90%. Para los dos casos excepcionales donde no hubo mejora en los conocimientos de HSE, los empleados ya tenían un conocimiento superior por encima del 90%.

**8.2.2 Relación entre tiempo de experiencia como obrero de patio y conocimiento de HSE.** En la figura 47 se observa el nivel de conocimiento en HSE de los obreros de patio antes de implementar el entrenamiento virtual y también se indica la cantidad de experiencia en meses como obreros de patio. La lógica establecería que a mayor experiencia de los obreros de patio, mayor es el conocimiento de los riesgos de las actividades en un taladro de perforación, sin embargo como se muestra en la gráfica, no hay una tendencia definida de la relación entre la experiencia y los conocimientos en HSE en un obrero de patio. Se realizó una prueba de correlación entre el tiempo de experiencia y el conocimiento en HSE de los trabajadores, con la sorpresa que el coeficiente de correlación fue -0,0112, lo cual indica que la relación entre el tiempo de experiencia y el conocimiento en HSE es bastante débil, aunque no existe una tendencia real el signo negativo puede concluir que esta relación es inversamente proporcional.

Para algunos casos los obreros de patio sin experiencia recién contratados para un taladro de perforación demostraron mejor conocimiento en HSE que otros trabajadores que llevan varios meses haciendo parte de la operación.

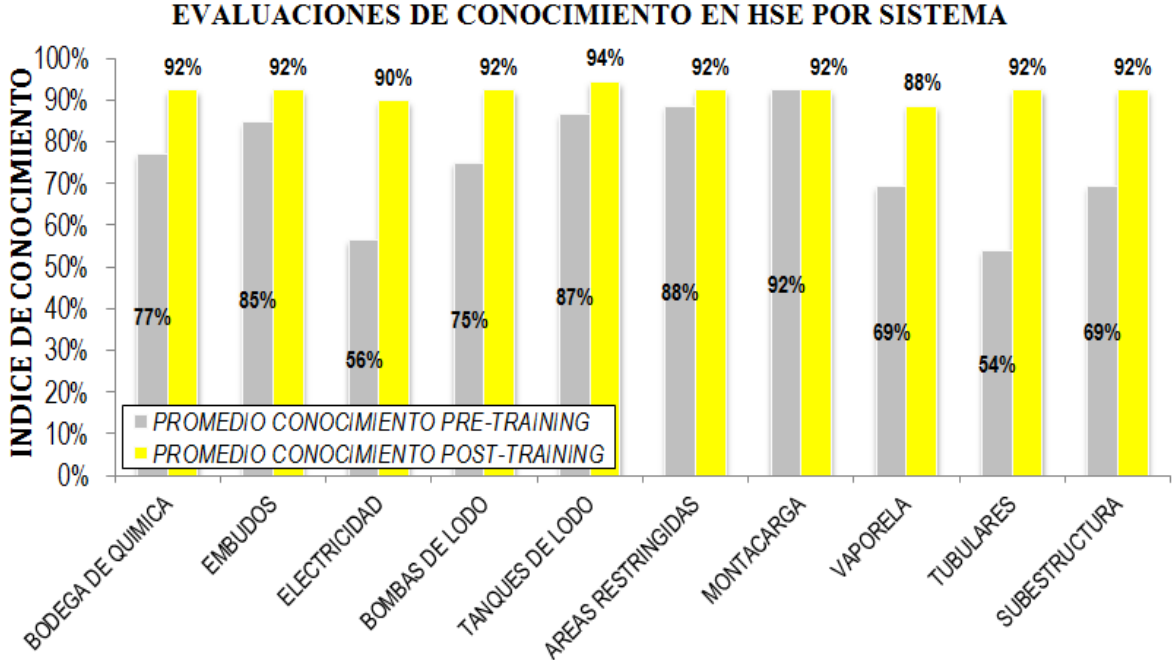
Figura 47. Experiencia & conocimiento sobre riesgos



Hay varios factores relacionados con lo explicado anteriormente, una de ellas es el aprendizaje de malas prácticas de trabajo de trabajadores con más experiencia que otros. Otro factor que influye negativamente en el conocimiento asertivo de los obreros de patio con experiencia es el mal ejemplo de los superiores en cuanto a prácticas de HSE. Para algunos obreros de patio recién contratados, su preparación personal y experiencia previa en otros trabajos fue determinante para haber logrado niveles destacados de conocimientos en HSE incluso antes de la implementación del entrenamiento virtual.

**8.2.3 Índice de conocimiento de riesgos por tipo de sistema de un taladro de perforación.** Los resultados de conocimiento por sistemas ayudan a identificar las áreas de trabajo donde los obreros de patio están más expuestos y donde se les debe reforzar el conocimiento en HSE y las buenas prácticas de trabajo seguro.

Figura 48. Evaluaciones de conocimiento en HSE por sistema

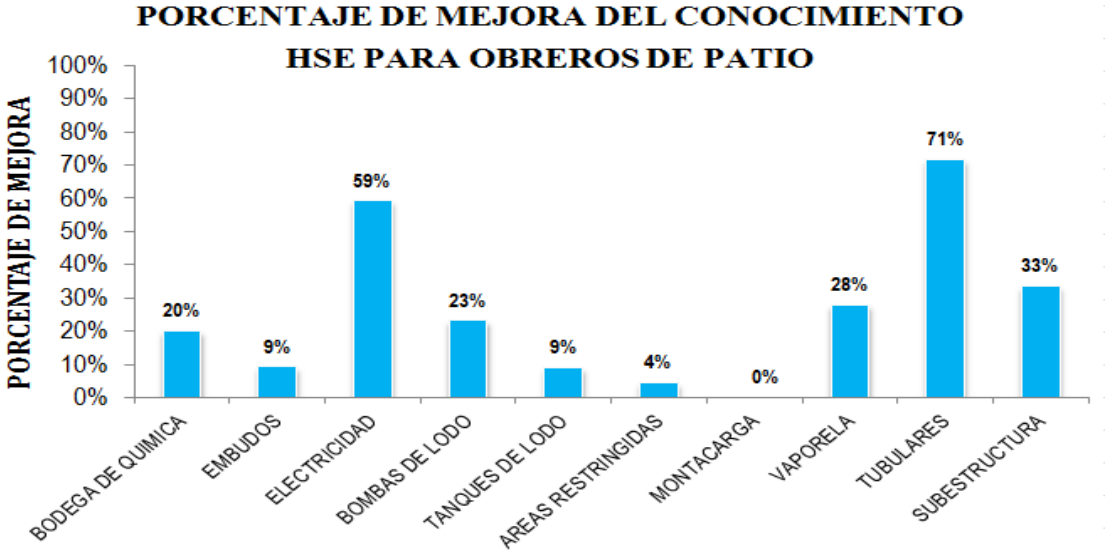


Como se observa en la figura 48 antes del entrenamiento virtual el nivel de conocimiento promedio sobre las practicas seguras de trabajo para el montacargas fueron las mejores y estuvieron por encima del 90%, mientras que las operaciones donde se encontraron más falencias en HSE fueron las operaciones y sistemas relacionados con la electricidad con el 56% y manejo de tubulares con el 54%. Ambos sistemas contienen riesgos que son conocidos por terminar en lesiones incapacitantes y hasta fatalidades.

Los resultados de las evaluaciones hechas una vez implementado el entrenamiento virtual fueron destacados. Todos los conocimientos fueron ubicados a un nivel alrededor del 90%. Este logro es muy importante ya que las actividades desarrolladas en el proceso de perforación del taladro involucran a todos los sistemas continuamente.

A pesar de este gran rendimiento mostrado después del entrenamiento virtual, se debe identificar detalles que hacen que el trabajador no logró un 100% en su evaluación y se debe reforzar los conocimientos ya sea con el entrenamiento virtual nuevamente o con el encuellador y HSE en campo. El análisis de resultados por sistema presentado en esta sección permite conocer en donde es más factible que un accidente ocurra y esto permite que se tomen las medidas preventivas con el trabajados.

Figura 49. Porcentaje de mejora del conocimiento en HSE para obreros de patio



En la figura 49 se observa el nivel de aprendizaje obtenido sobre los peligros eléctricos y peligros con el manejo de tubulares de en un taladro fueron los más altos. Los obreros de patio mejoraron su conocimiento sobre el sistema eléctrico

en un 59% y sobre el sistema de tubulares en un 71%. El conocimiento de peligros en el sistema de la subestructura mejoro el 33%.

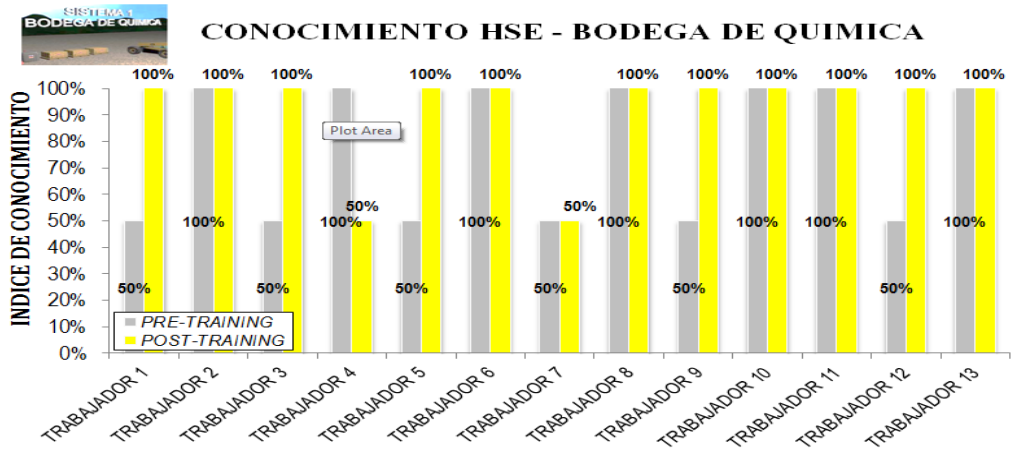
Los 4 sistemas en los que obreros de patio ocupan la mayor cantidad de su tiempo en un taladro de perforación son los embudos, la bodega de química, las bombas de lodo y el uso de la vapórela, estos por ende generan la mayor cantidad de peligros que pueden resultar en lesiones a los obreros de patio. La identificación correcta de riesgos en la bodega de química mejoro en un 20%, en las bombas de lodo 23% y en el uso de la vapórela en un 28%. En el sistema de los embudos se encontró que hubo una mejora gradual del 9%. El entrenamiento virtual tuvo un impacto positivo significativo en 3 de 4 los sistemas más vulnerables a accidentes y en el sistema de los embudos la mejora fue menor que la de los otros tres sistemas. Sin embargo y como se observa en la gráfica 48, los cuatro sistemas principales de trabajo de los obreros de patio mostraron un conocimiento promedio de riesgos en HSE del 92%

**8.2.3.1 Conocimiento de riesgos en el sistema de la bodega de química.** La bodega de química posee varios peligros que el obrero de patio debe entender completamente para poder reducir su riesgo a sufrir un accidente. El contacto de la piel con la química peligrosa (soda cáustica, cloruro de potasio y cloruro de calcio entre otras) puede ocurrir en esta área de trabajo y las acciones que tome el obrero de patio son las que determinan si puede haber una lesión debido a los efectos de la química peligrosa. La práctica segura para corregir este evento es lavar la piel afectada con abundante agua durante mínimo 15 minutos. Usar remedios que recomienden los compañeros de trabajo o esperar hasta el final del turno para reportar el evento puede en terminar lesiones delicadas para la piel. Es importante que el obrero de patio conozca que existe una hoja de seguridad de cada producto que debe ser revisada antes de entrar en contacto ya que allí se encuentran la descripción del grado de peligrosidad, que hacer en caso de entrar

en contacto con la piel y que elementos de protección personal se deben usar para trabajar con esta sustancia.

En la figura 50 se ilustra el nivel de conocimiento de riesgo de los obreros de patio de diferentes niveles de experiencia antes y después del entrenamiento virtual. El índice de conocimiento de 6 empleados fue del 100% antes y después del entrenamiento virtual. 5 empleados mejoraron su conocimiento sobre los riesgos de la bodega de química logrando un 100% de conocimiento. El trabajador 4y el trabajador 7 en la gráfica no mostró mejora en el conocimiento de riesgos después del entrenamiento virtual y se les debe hacer seguimiento sobre identificación de riesgos en la bodega de química, sus resultados después de la prueba fueron del 50%.

Figura 50. Conocimiento en HSE – Bodega de química



**8.2.3.2 Conocimiento de riesgos en el sistema de los embudos.**

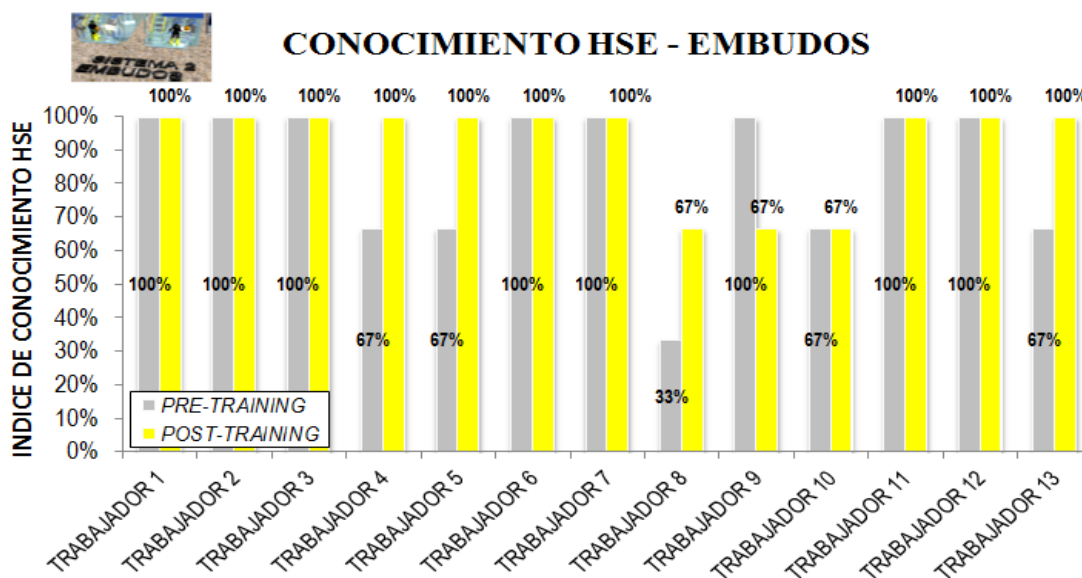
Las operaciones en los embudos incluyen riesgos ergonómicos en cuanto al levantamiento de bultos de química para preparar el lodo. Dependiendo del peso de los bultos que se transportan en el taladro lo puede levantar un trabajador, dos trabajadores o debe ser levantado con ayuda mecánica. Para poder mezclar

química en los embudos los obreros de patio deben entender que elementos de protección personal deben usar para evitar incurrir en enfermedades respiratorias y evitar lesionarse los ojos por intromisión de partículas extrañas.

Cuando los equipos que hacen parte del sistema del embudo operan con problemas que puedan causar daños al equipo o a las personas a su alrededor, el obrero de patio debe saber cómo reaccionar ante esta situación sin tratar de arreglar la condición insegura del equipo por sus propios medios y sin notificar a un supervisor.

En la figura 51 se ilustra el nivel de conocimiento de riesgo de los obreros de patio de diferentes niveles de experiencia antes y después del entrenamiento virtual. El índice de conocimiento de 8 empleados fue del 100% antes del entrenamiento virtual mientras que 10 empleados obtuvieron el 100% después del entrenamiento virtual. 4 empleados mejoraron su conocimiento sobre los riesgos relacionados con las operaciones de los embudos. 3 trabajadores terminaron con un conocimiento de riesgos del 67% después del entrenamiento virtual y por lo tanto se les debe hacer seguimiento sobre identificación de riesgos y practicas seguras de HSE.

Figura 51. Conocimiento en HSE – Embudos



### 8.2.3.3 Conocimiento de riesgos en el sistema de electricidad.

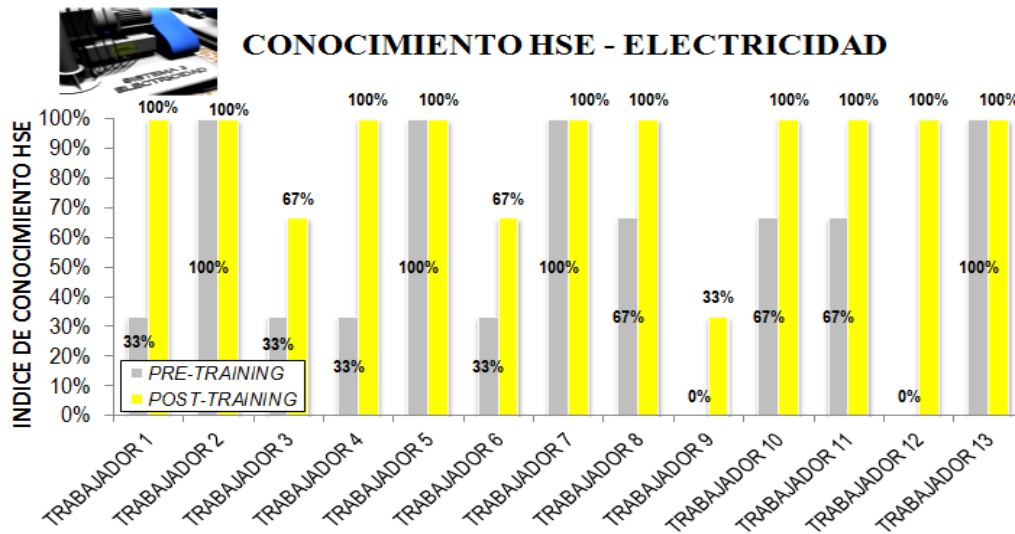
Los obreros de patio aunque son los encargados de lavar los equipos del taladro deben conocer las normas para lavado de equipos eléctricos las cuales son supervisadas por el eléctrico del taladro. Exponer las líneas y componentes eléctricos al agua durante el lavado de equipos puede resultar en daños mayores para los equipos y lesiones fatales para las personas en el área de influencia de la corriente eléctrica.

En las operaciones de un taladro de perforación existen procedimientos rigurosos para evitar que un equipo sea intervenido cuando hay potencia eléctrica alimentándolo, es decir, para que los empleados puedan intervenir y hacerle mantenimiento a un equipo su fuente eléctrica debe ser bloqueada y se deben etiquetar las fuentes de energía aisladas para conocimiento del personal involucrado en la operación. Los obreros de patio deben conocer muy bien los

riesgos del sistema eléctrico de un taladro de perforación ya que es un riesgo que no se ve pero que causa efectos fatales.

En la figura 52 se ilustra el nivel de conocimiento de riesgo del sistema de electricidad de los obreros de patio después del entrenamiento virtual. También se ilustra el nivel de conocimiento antes de la capacitación virtual para referencia comparativa. El índice de conocimiento de 10 empleados fue del 100% después del entrenamiento virtual. Para los obreros de patio cuyo conocimiento previo estaba por debajo del 100%, su conocimiento de riesgo fue mejorado. El trabajador 9 mejoro su conocimiento de 0% a 33% después del entrenamiento virtual, pero a pesar de la mejora significativa aun demuestra falencias de conocimiento de riesgos en el sistema de electricidad.

Figura 52. Conocimiento en HSE – Electricidad



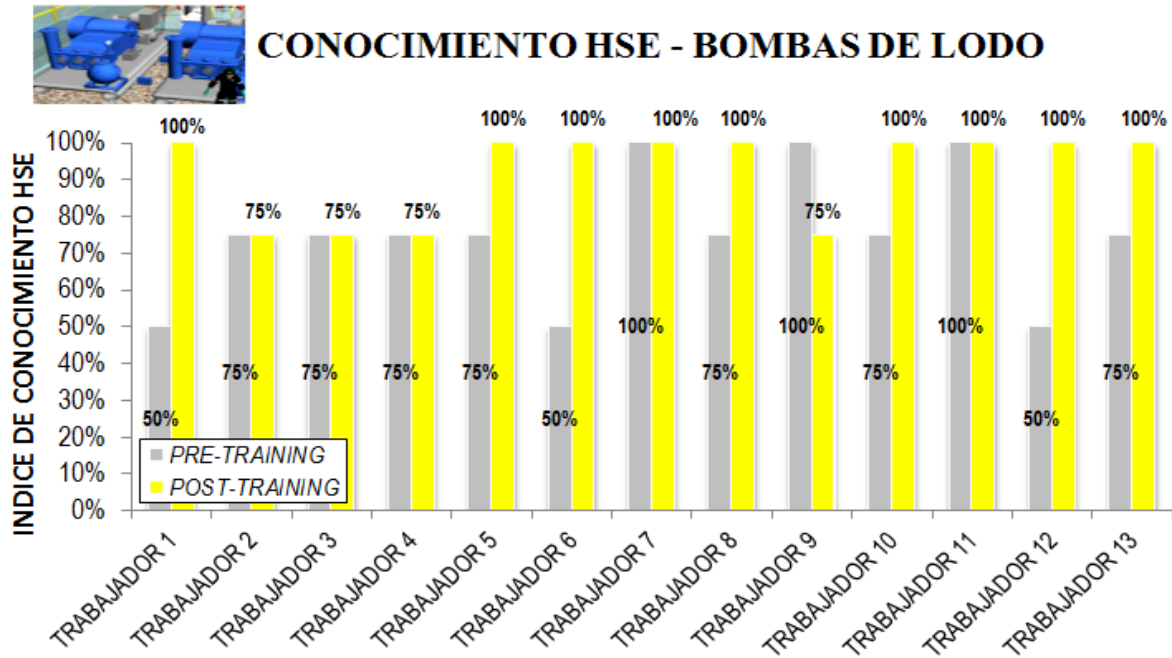
#### **8.2.3.4 Conocimiento de riesgos en el sistema de las bombas de lodo.**

Las bombas de lodo del taladro son para circular el lodo con presión al pozo que se está perforando. Los peligros alrededor de las bombas de lodo que deben ser plenamente reconocidos por los obreros de patio incluyen las líneas de alta presión, componentes mecánicos en movimiento a alta velocidad, ruido, altas temperaturas, cables eléctricos y peligros de tropezones.

Durante las campañas de limpieza y lavado de las bombas de lodo, el obrero de patio debe tener claro que solo las debe lavar cuando estas están apagadas. Adicionalmente, cuando el obrero de patio participa en el mantenimiento de las bombas debe conocer el uso correcto de las herramientas de mano para evitar estar en la línea de peligro y ser golpeado causando una lesión. Es importante evaluar la capacidad de los obreros de patio de interpretar aprendan a leer correctamente presiones de los manómetros de las bombas para que ellos puedan estar seguros que se pueden acercar a las bombas sin exponerse a un accidente.

En la figura 53 se ilustra que el 70% de los obreros de patio quedaron con un nivel de conocimientos de riesgos del 80%. 3 obreros de patio mostraron una mejora en el conocimiento de riesgos del 100% después del entrenamiento virtual. Los puntajes más bajos después del entrenamiento virtual fueron del 75% de 4 de los obreros de patio evaluados.

Figura 53. Conocimiento en HSE – Bombas de lodo



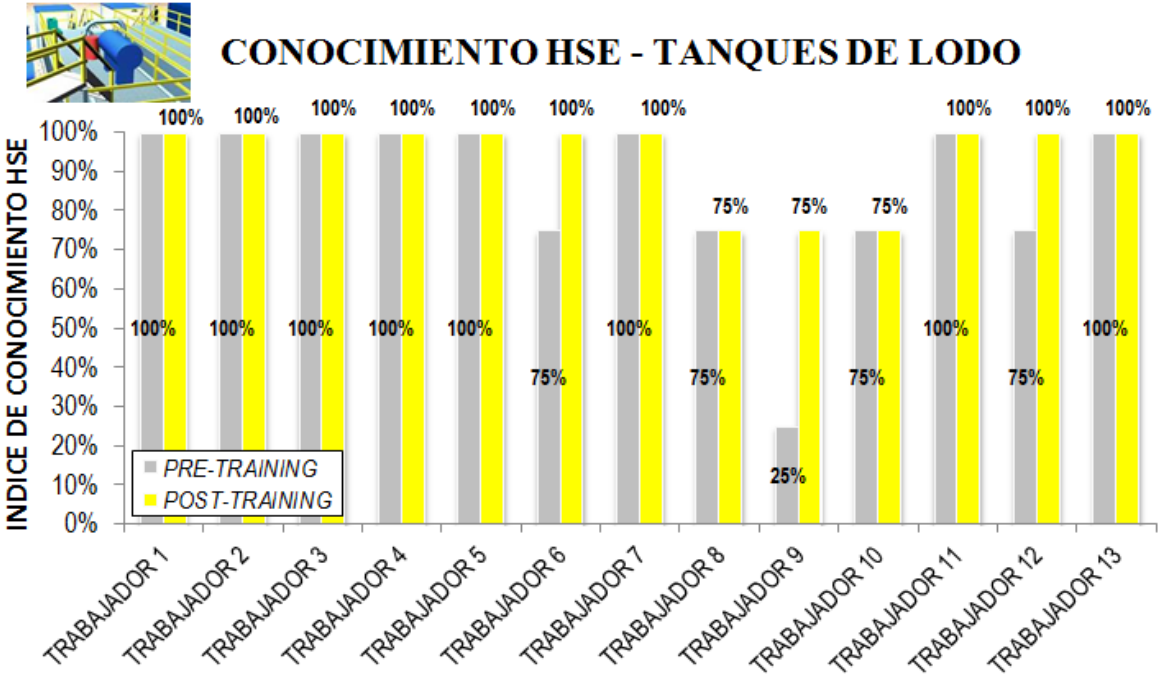
### 8.2.3.5 Conocimiento de riesgos en el sistema de tanques de lodo.

El procedimiento para lavado de los tanques de lodo es muy importante y debe ser claro para los obreros de patio, especialmente el procedimiento del permiso de trabajo para espacios confinados. Dentro de lo que se debe evaluar en el lavado de tanques de lodo se incluyen los riesgos del sistema eléctrico de los tanques, los riesgos relacionados con el uso del arnés con su línea de vida.

Los tanques de lodo poseen riesgos asociados a los productos almacenados en la bodega de química. La soda caustica se mezcla en un tanque especial y los obreros de patio deben conocer que no están autorizados para mezclar este producto.

En la figura 54 se ilustra que los resultados de las evaluaciones después del entrenamiento virtual están entre 75% y 100%, siendo 100% para 10 de los 13 trabajadores. La mejora más significativa la presenta el trabajador 9 quien mejoro su conocimiento del 25% al 75%. Es importante hacerles seguimiento a los trabajadores 8, 9 y 10 para ayudarles a subir el nivel de conocimiento de riesgos en los tanques de lodo por encima del 90%.

Figura 54. Conocimiento en HSE – Tanques de lodo



**8.2.3.6 Conocimiento de riesgos en el sistema de áreas restringidas.**

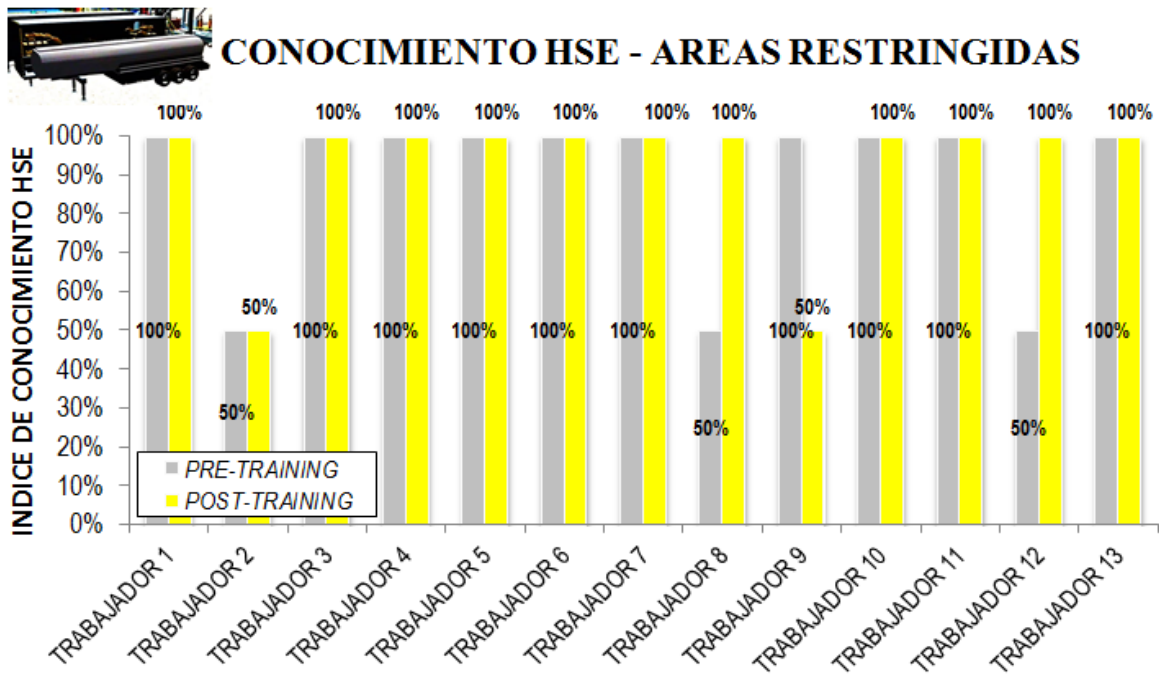
Las áreas restringidas del taladro son los lugares donde los obreros de patio no tienen acceso excepcionalmente cuando sean autorizados por un supervisor. En ocasiones donde se necesita soporte para alguna operación en la mesa de perforación, los obreros de patio deberán esperar a ser llamados para para

participar en la operación o para subir herramientas que necesiten en ese momento. Es muy importante para la operación del taladro de perforación que siempre se tenga control del acceso a áreas restringidas para los obreros de patio para evitar que durante una operación peligrosa ocurra un incidente por un obrero estar mal ubicado en áreas no autorizadas.

En el taladro de perforación existen controles expuestos para los diferentes equipos. La manipulación de estos controles afecta el funcionamiento de los diferentes sistemas del taladro. Los obreros de patio deberán identificar los controles que por ningún motivo deben manipular. El área de los generadores eléctricos son áreas extremadamente restringidas y los obreros de patio no deben manipular ningún control.

En la figura 55 se presentan los niveles de conocimiento de riesgos de los obreros de patio para las áreas restringidas. Después del entrenamiento virtual 11 de los trabajadores lograron demostrar un conocimiento de riesgos del 100%. La mejora más significativa la presentan los trabajadores 8 y 12 quienes mejoraron su conocimiento del 50% al 100%. El trabajador 2 no tuvo mejora en el aprendizaje y quedo con un nivel del 50%. El trabajador 9 tuvo un efecto negativo con el entrenamiento virtual y paso del 100% al 50%. Estos dos últimos trabajadores deben ser orientados para evitar la vulnerabilidad a que ocurra un accidente por desconocimiento de riesgos en las áreas restringidas del taladro.

Figura 55. Conocimiento en HSE – Áreas restringidas



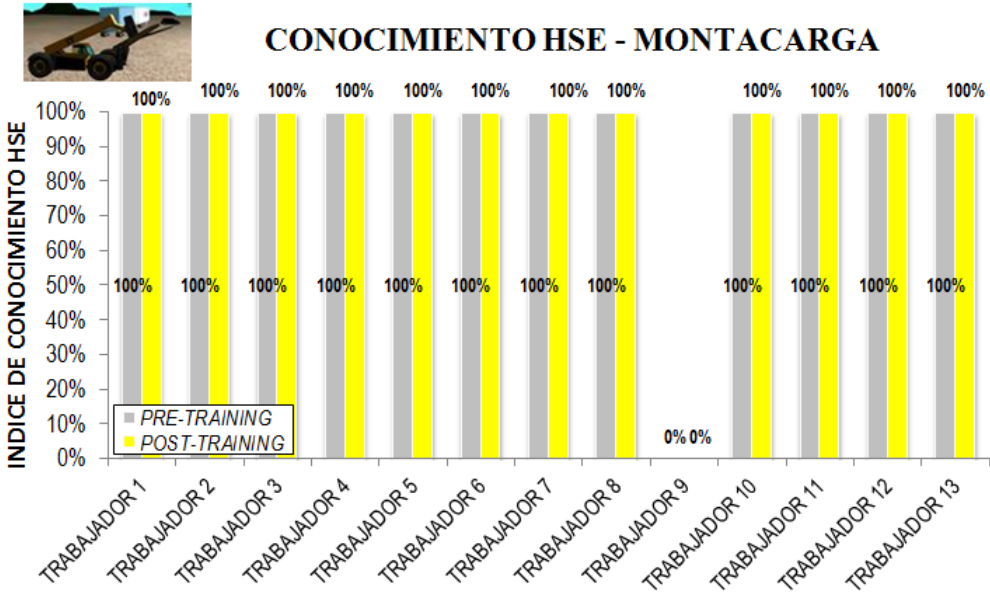
### 8.2.3.7 Conocimiento de riesgos en el sistema del montacargas.

El montacargas es el equipo móvil que más opera en los alrededores de las áreas más frecuentadas por los obreros de patio en un taladro de perforación. La visibilidad a todos los puntos alrededor del montacargas es restringida para la persona que está operando este vehículo. Por lo anterior es importante que los obreros de patio siempre tengan presente que la distancia de seguridad que debo mantener cuando el montacargas esta en movimiento es de 5 metros.

En la figura 56 se presentan los niveles de conocimiento de riesgos de los obreros de patio para la operación del montacargas. 12 de los 13 empleados mostraron un nivel de conocimiento de riesgos del 100% antes y después de la capacitación virtual. Un caso aislado del trabajador 9 mostro insuficiente conocimiento de riesgo

antes y después de la capacitación virtual. Para este trabajador el repaso de la operación y riesgos asociados con el montacargas debe ser inminente. En resumen para este sistema el entrenamiento virtual no tuvo efecto pero en el lado positivo se mostró que los obreros de patio están en un nivel alto de conocimiento de riesgos.

Figura 56. Conocimiento en HSE – Montacargas



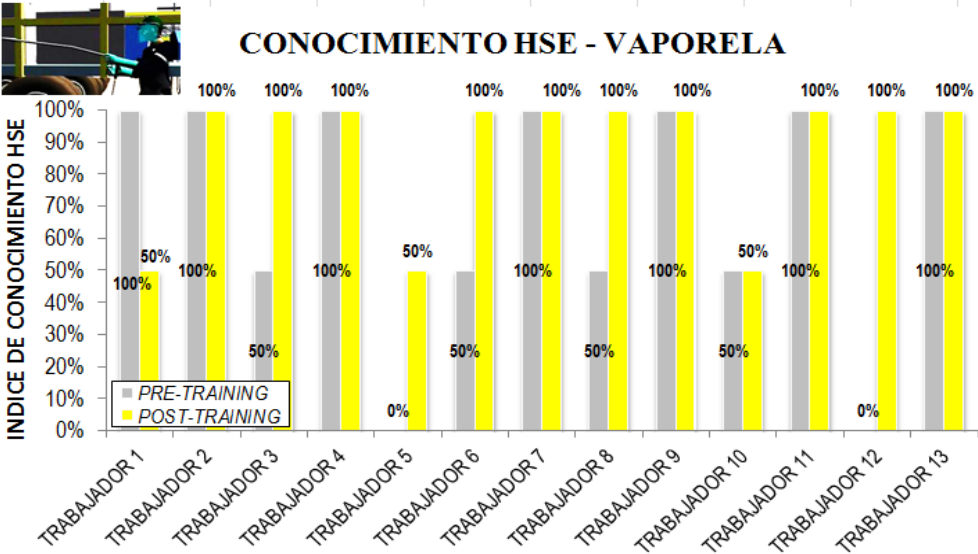
**8.2.3.8 Conocimiento de riesgos en el uso de la vapórela.**

La vapórela es la herramienta de lavado de equipos que usan los obreros de patio. Este uso seguro de esta herramienta que genera un chorro de agua a presión y alta temperatura es importante. Los obreros de patio deben usar este equipo responsablemente y no lavar sus elementos de protección personal al terminar el turno aunque parezca que no tiene ningún riesgo. Esta práctica está prohibida por la empresa del taladro de perforación.

La mejora promedio en conocimiento de riesgos del uso de la vapórela para los 13 trabajadores fue del 28%. En la figura 57 se presentan los niveles de

conocimiento de riesgos de los obreros de patio para la operación del montacargas. 10 de los 13 empleados mostraron un nivel de conocimiento de riesgos del 100% después de la capacitación virtual, la mejora más significativa la presento el trabajador 12 quien paso del 0% al 100% con la ayuda del entrenamiento virtual. Un caso aislado del trabajador 1 mostro que su conocimiento de riesgo después de la capacitación virtual desmejoro. 3 de los 13 empleados mostraron un nivel de conocimiento del 50% después del entrenamiento virtual y se les debe hacer un repaso de la operación y riesgos asociados con el uso de la vapórela.

Figura 57. Conocimiento en HSE – Vaporela



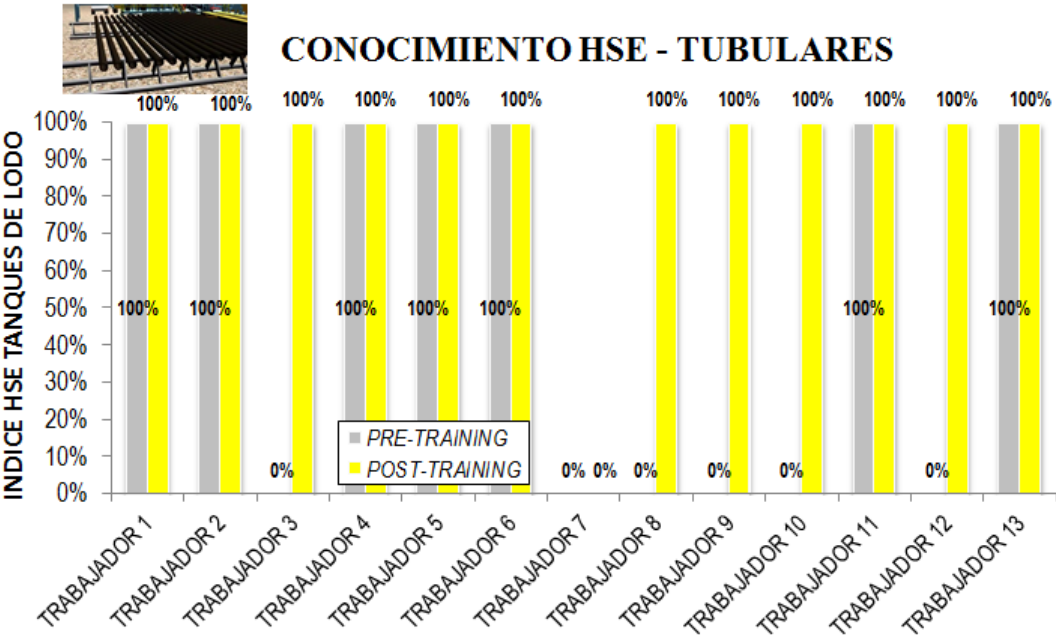
**8.2.3.9 Conocimiento de riesgos en el manejo de tubulares.**

Durante las operaciones de perforación los tubulares son movidos constantemente desde su punto de almacenamiento en el piso hasta la mesa de perforación para ser introducidos al hueco. Los obreros de patio son asignados a la manipulación de tubulares mientras se perfora y requieren una preparación efectiva sobre la

identificación de riesgos. Los peligros más significativos para los obreros de patio durante el contacto con tubulares son los puntos de atrapamiento de las manos y cuerpo mientras los tubulares se ruedan por los burros de tubería.

La mejora promedio en conocimiento de riesgos del uso de la vapórela para los 13 trabajadores fue del 71%. En la figura 58 se presentan los niveles de conocimiento de riesgos de los obreros de patio para la operación de tubulares. 12 de los 13 empleados mostraron un nivel de conocimiento de riesgos del 100% después de la capacitación virtual. 1 de los 13 trabajadores mostro un nivel de conocimiento del 0% después del entrenamiento virtual y se les debe hacer un repaso del manejo adecuado y riesgos asociados con la manipulación de tubulares.

Figura 58. Conocimiento en HSE – Tubulares

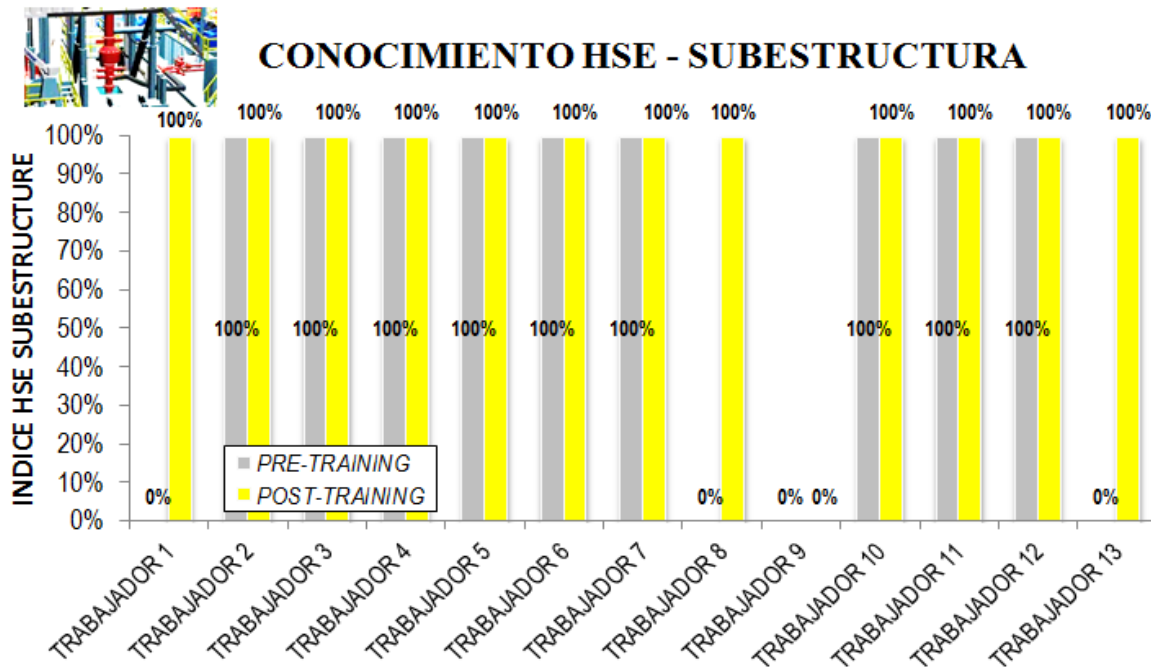


### **8.2.3.10 Conocimiento de riesgos en la subestructura.**

La caída de objetos desde diferentes alturas de trabajo en el taladro de perforación representa un riesgo para los obreros de patio que transitan por toda la locación. La subestructura es el área por debajo de donde los miembros de la cuadrilla de perforación realizan en trabajo de perforación de un pozo. Los obreros de patio deben entender que solamente pueden ingresar al área de la subestructura cuando el taladro este desarmado durante las operaciones de movilización.

La mejora promedio en conocimiento de riesgos del uso de la vapórela para los 13 trabajadores fue del 33%. En la figura 59 se presentan los niveles de conocimiento de riesgos de los obreros de patio para la operación de tubulares. 12 de los 13 empleados mostraron un nivel de conocimiento de riesgos del 100% después de la capacitación virtual. 1 de los 13 trabajadores mostro un nivel de conocimiento del 0% después del entrenamiento virtual y se le debe enseñar todos los riesgos relacionados con los trabajos en la subestructura.

Figura 59. Conocimiento en HSE – Subestructura



#### 8.2.4 ACEPTACION DEL USO DE ENTRENAMIENTO VIRTUAL PARA TALADROS DE PERFORACION

En la gráfica de la 60 a la 66 se ilustran los resultados de la encuesta de satisfacción de los obreros de patio que hicieron parte del estudio de conocimiento de riesgos en un taladro de perforación. En la figura 60 y 63 se observa el grado de aceptación de los trabajadores que participaron del estudio de efectividad del nuevo entrenamiento virtual para obreros de patio.

La figura 62 muestra como el 85% de los obreros de patio afirmaron que los equipos plasmados en entrenamiento virtual eran exactamente idénticos a los del taladro de perforación real. Mientras el otro 15% expreso que eran similares.

En la figura 66 los obreros de patio calificaron todo el programa de capacitación virtual y el 92% afirmó que el programa era excelente, el 8% afirmó que era muy bueno. Debido a la alta aceptación, las opciones de bueno regular y malo tuvieron 0%.

Figura 60. Claridad de las ideas presentadas en el entrenamiento virtual

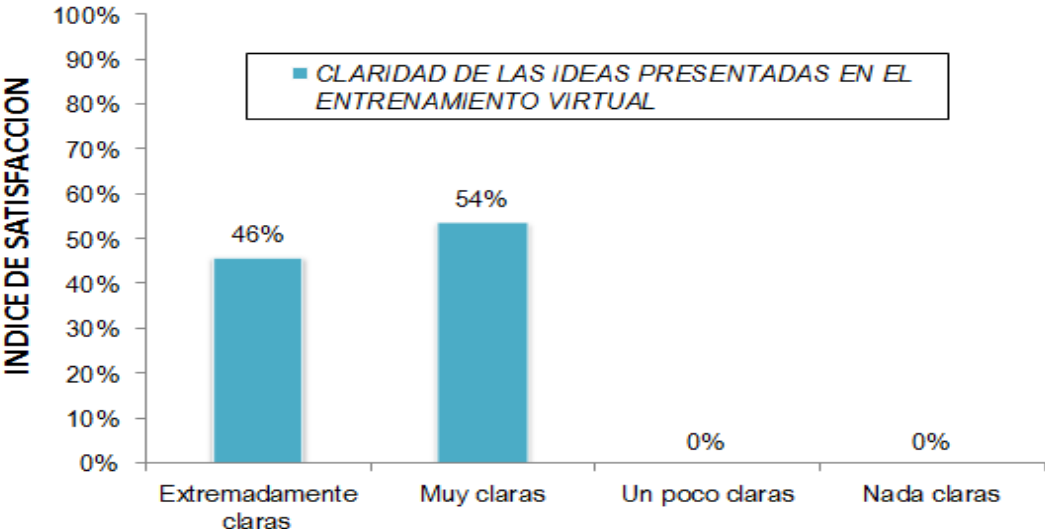


Figura 61. Conocimiento después del entrenamiento

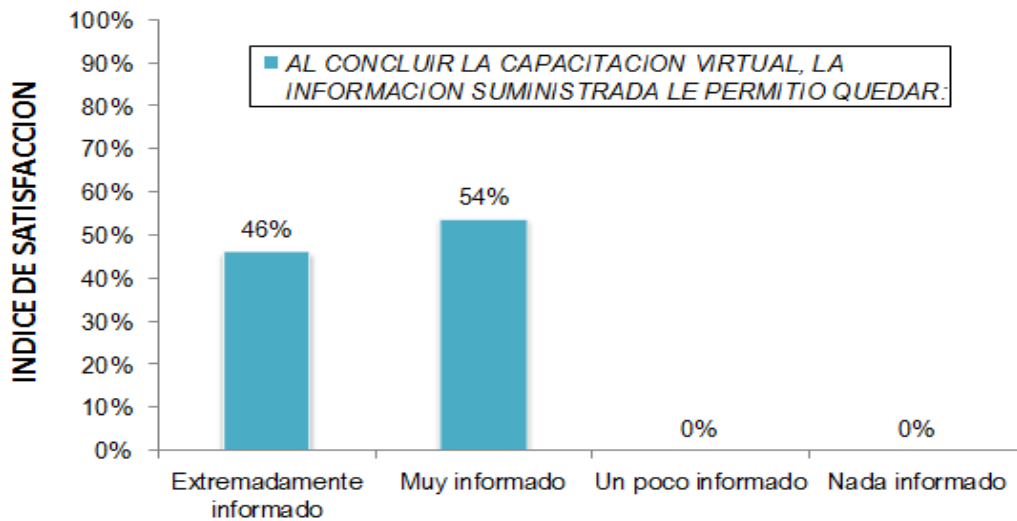


Figura 62. Calificación de la plataforma

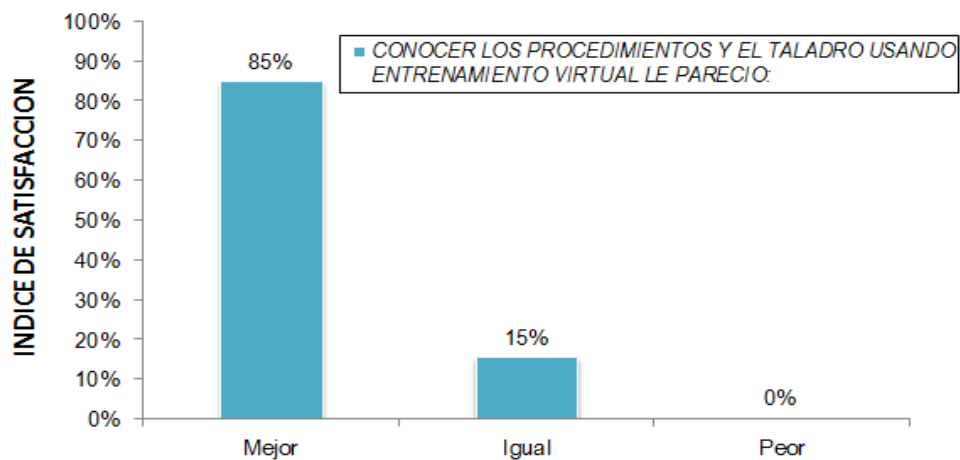


Figura 63. Importancia del entrenamiento para los empleados

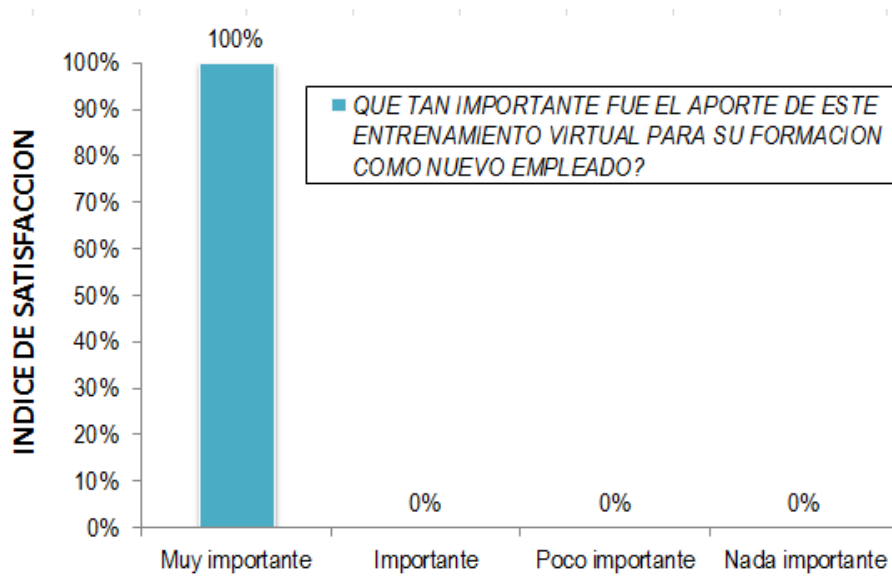


Figura 64. Similitud de los equipos

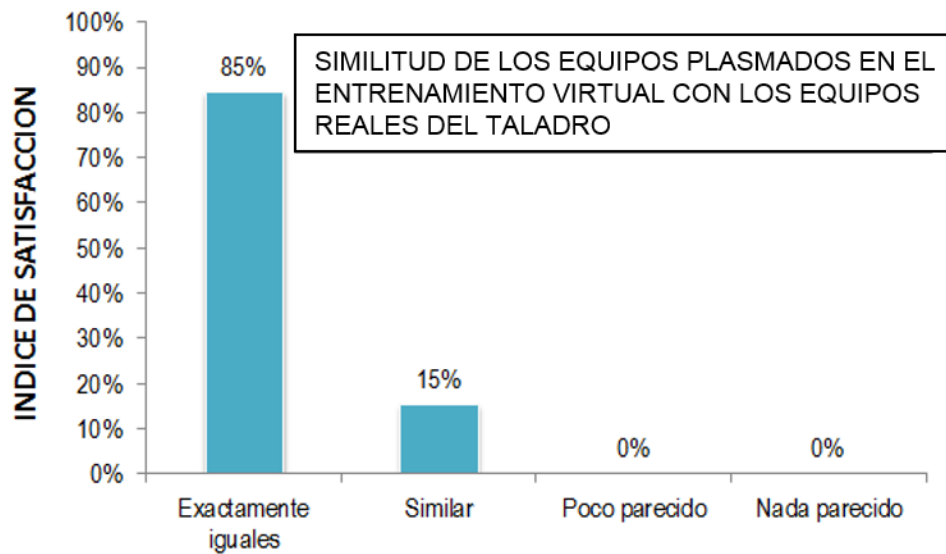


Figura 65. Calificación de las cartillas

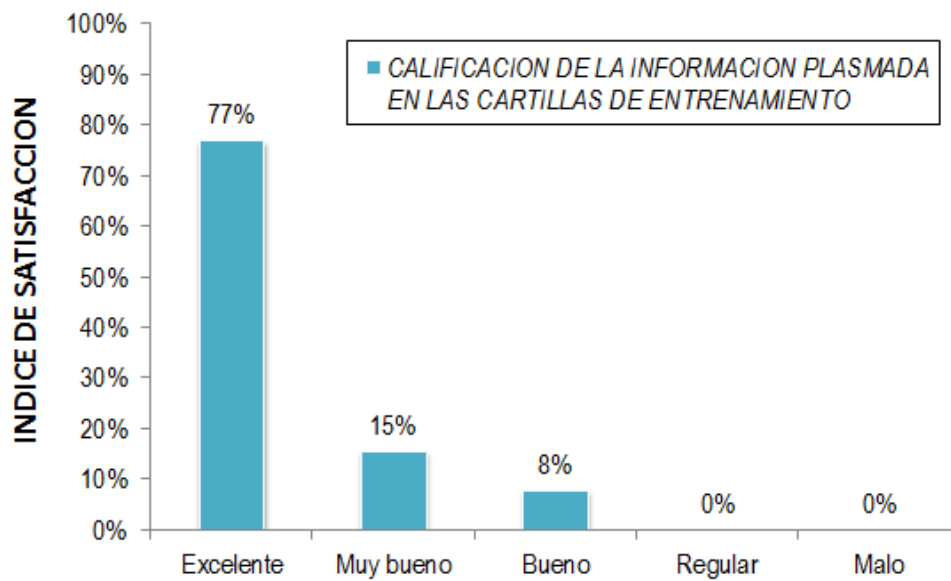
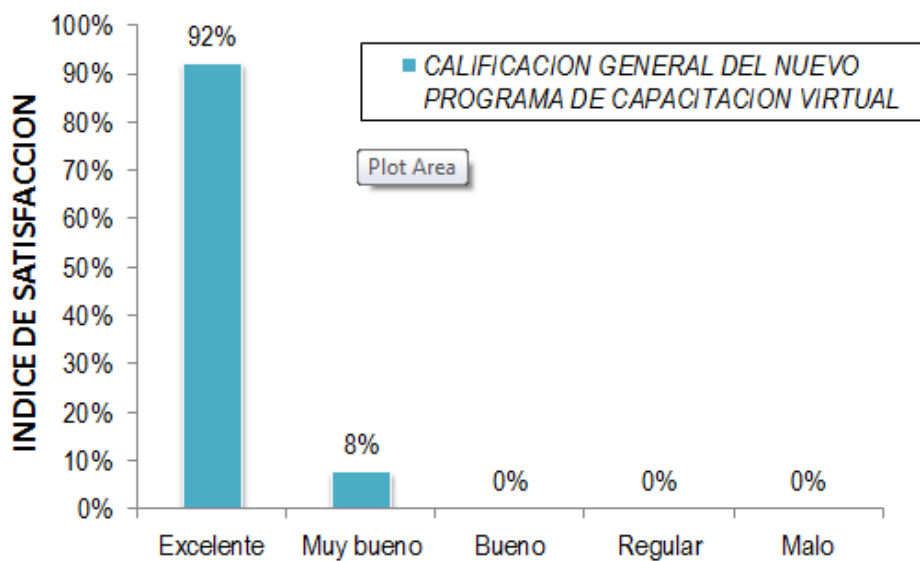


Figura 66. Calificación general de la plataforma virtual



## 9 CONCLUSIONES

El entrenamiento virtual aparte de modernizar y hacer más ilustrativa la estrategia de entrenamiento de obreros de patio, también mejora substancialmente el conocimiento en HSE que empiezan sus labores con equipos con los que nunca han estado en contacto. Lo más importante de un alto conocimiento de HSE es la reducción de actos inseguros, la corrección de condiciones inseguras y la prevención de accidentes que generen lesiones al trabajador o daño a los equipos.

Después de que los trabajadores observaron la plataforma virtual, se denota un claro aumento en el conocimiento de los procedimientos que deben realizar en el taladro (obrerros de patio), en promedio se observó un aumento del 24% en las respuestas correctas. La mayoría de los trabajadores obtuvieron un resultado superior al 90%. Los resultados de estas evaluaciones permitirán identificar a los empleados que necesitan capacitación adicional en HSE y los cuales deberán tener seguimiento por parte del supervisor y el ingeniero HSE.

Los resultados de las evaluaciones hechas una vez implementado el entrenamiento virtual fueron destacados. Todos los conocimientos fueron ubicados a un nivel alrededor del 90%. Este logro es muy importante ya que las actividades desarrolladas en el proceso de perforación del taladro involucran a todos los sistemas continuamente.

La lógica establecería que a mayor experiencia de los obreros de patio, mayor es el conocimiento de los riesgos de las actividades en un taladro de perforación, sin embargo, no hay una tendencia definida de la relación entre la experiencia y los conocimientos en HSE en un obrero de patio. De hecho, para algunos casos los obreros de patio sin experiencia recién contratados para un taladro de perforación demostraron mejor conocimiento en HSE que otros trabajadores que llevan varios meses haciendo parte de la operación.

Las operaciones donde se encontraron más falencias en HSE fueron las operaciones y sistemas relacionados con la electricidad con el 56% y manejo de tubulares con el 54%. Ambos sistemas contienen riesgos que son conocidos por terminar en lesiones incapacitantes y hasta fatalidades.

El aprendizaje obtenido con la plataforma virtual sobre los peligros eléctricos y peligros con el manejo de tubulares de en un taladro fueron los más altos. Los obreros de patio mejoraron su conocimiento sobre el sistema eléctrico en un 59% y sobre el sistema de tubulares en un 71%. El conocimiento de peligros en el sistema de la subestructura mejoro el 33%.

## 10 RECOMENDACIONES

La empresa se debería mantener a la vanguardia de las nuevas tecnologías tomando ventaja de estas para poder capacitar a su personal de una manera más efectiva, para de esta forma, reducir actos inseguros, accidentes y prevenir accidentes que generen lesiones al trabajador o daño a los equipos.

Se recomienda dar continuidad a la capacitación virtual, actualizándolo en cada momento que la empresa realice un cambio en algún procedimiento. Los supervisores no deben descuidar el entrenamiento personalizado que le debe dar a cada trabajador en campo.

Se recomienda actualizar constantemente el manual de funciones de cada trabajador, adecuándolo a cada taladro y a las condiciones que se presentan.

## BILIOGRAFIA

ASEGURADORA DE RIESGOS LABORALES COLMENA. Guía de procedimientos Seguros para la corrida de casing, arme y desarme de CRT. Bogotá, 2011. Disponible en los Taladros de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

ASOCIACION DE INGENIEROS DE PETROLEO. Panorama de capacitación en petroleras (en línea). < <http://www.aipmac.org.mx/mexico/Trabajos/Aula5/06.pdf>> (citado el 18 de diciembre de 2013).

BARRERA MONGUI, Leidy Rocío. Manual operacional y de seguridad industrial para ejecutar las actividades de perforación y coronamiento de pozos estratigráficos profundos “Caso base ANH-BVTURA-1-ST-P”.Universidad Industrial de Santander. Ingeniería Industrial. Disponible en el catálogo en línea de la Universidad Industrial de Santander < <http://tangara.uis.edu.co/>>

Brusco, Guido. Lewis, Pete. Williams, Mike. “Perforation de Pesos Verticals” Schlumberger. Houston. Disponible en línea <[https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish04/win04/02\\_drilling\\_straight\\_down.pdf](https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish04/win04/02_drilling_straight_down.pdf)>

CARDENAS, Olimpo. Estadísticas de accidentalidad en las compañías contratistas en Colombia. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 62.

Díaz Barriga, F. (2006). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados en TIC: un marco de referencia sociocultural y situado. Disponible en <http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/41/art1.pdf>> (citado el 10 de enero de 2014)

GERENCIA DE COMUNICACIONES. Las Enfermedades Profesionales en Cifras. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 28.

Gestrategica. Tres Claves para Implementar Estrategias de Capacitación Virtual en las Empresas. Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 102.

Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Manual de funciones para obreros de patio. Bogotá: Área de Talento Humano, 2010. Disponible en los Taladros de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

Helmerich & Payne (Colombia) Drilling Co. Metas en HSE para la operación internacional. Bogotá: Área de Seguridad Industrial, 2014. Disponible en la oficina de Helmerich and Payne Colombia Drilling para empleados directos.

LOPEZ ARCINIEGAZ, Paula Carmenza. Usos del agua de los caños La Cira y el reposo ubicados en el corregimiento el centro, municipio de Barrancabermeja. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias humanas. Disponible en el catálogo en línea de la UIS < <http://tangara.uis.edu.co/>>. P. 36.

Mergel, B. (1998). Diseño instruccional y teoría de aprendizaje. Occasional Papers in Educational Technology. Disponible en <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf> (citado el 10 de enero de 2014)

Media active 2007. EL GRAN LIBRO DE 3D STUDIO MAX. 9ed. México: Alfa omega grupo editor, 2007

ROJAS GUTIERREZ, Renán. Los adelantos tecnológicos y la SSA (¿HSE?). Revista Protección y Seguridad, Consejo Nacional de Seguridad. (Mayo-Junio 2013); p. 1.

SIMMONDS, John & ARMISTEAD, George. Safety in Petroleum Refining and Related Industries. 2nd Edition. Washington DC: John G. Simmonds & Co. Inc, 1959. 1 p. ISBN no disponible.

TARIFA, E. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Jujuy. Teoría de Modelos y Simulación (en línea). <http://www.modeloingenieria.edu.ar/unj/tms/apuntes/cp1.pdf>. (Citado el 20 de octubre de 2013).