

**Programa De Prevención De Lesiones Musculo Esqueléticas En La Empresa Pacific  
Petroleum Energy SAS**

Martha Consuelo Rodríguez Morales  
Edwin David Ibarra Chacón

Asesor  
Luz Marleny Moncada Rodriguez

Especialización En Gerencia De La Seguridad Y Salud En El Trabajo

Dirección De Posgrados

Universidad Ecci

Bogotá D.C. Junio 2021

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS EN LA EMPRESA PPE SAS

**Programa De Prevención De Lesiones Musculo Esqueléticas En La Empresa Pacific  
Petroleum Energy SAS**

Autores

Martha Consuelo Rodríguez Morales

Edwin David Ibarra Chacón

Asesor

Luz Marleny Moncada Rodriguez

Especialización En Gerencia De La Seguridad Y Salud En El Trabajo

Dirección De Posgrados

Universidad Ecci

Bogotá D.C. Junio 2021

## Contenido

### Contenido2

Índice de Tablas .....	4
Introducción .....	8
<a href="#">+</a> Resumen.....	10
Problema de Investigación .....	12
2.1    Planteamiento del Problema.....	12
Delimitación del problema.....	13
2.2    Formulación del Problema .....	13
Objetivos... ..	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos específicos. ....	15
Justificación y Delimitación.....	16
4.1 Justificación .....	16
4.2 Delimitaciones .....	19
4.3 Limitaciones.....	19
5.        Marco de Referencia de la Investigación .....	20
5.1. Estado del Arte.....	20
5.2 Marco Teórico.....	38
5.3    Marco teórico en función del lector .....	39
5.4 Marco Legal segundo nivel.....	56
6.        Marco Metodológico de la Investigación.....	59
6.1 Fases de estudio .....	59
6.2 Diagnostico de la empresa frente a la prevención de lesiones osteomusculares en el proceso de WELL TESTING .....	60

6.3	Método REBA. Método escogido .....	66
6.4	Análisis de la información .....	75
7.	Resultados y propuesta.....	79
7.1	Resultados .....	79
7.2	Discusión.....	81
7.3	Propuesta de un plan de control .....	84
8.	Análisis Financiero (costo-beneficio) .....	91
9.1.	Conclusiones .....	95
8.2	Recomendaciones.....	98
10.	Referencias Bibliográficas y Web grafía. ....	100
11.	Anexos.....	102
11.1	Programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas para la empresa PPE.....	102
11.2	Análisis de riesgo por oficio .....	111
11.3	Pausas Activas para el proceso de WELL TESTIND.....	112
11.4	Tarjeta de observación del comportamiento .....	113

## Índice de Tablas

Tabla 1. Aumento de enfermedades laborales desde el año 2001 al 2011.....	17
Tabla 2. Aumento de la enfermedad laboral desde 2008 hasta el 2015 .....	18
Tabla 3. Métodos de evaluación de factores de riesgos ergonómicos .....	50
Tabla 4. Herramientas utilizadas en la construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING .....	55
Tabla 5. Pasos de la tarea de la construcción de línea de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING .....	63
Tabla 6. Puntuación del tronco.....	68
Tabla 7. Puntuación cuando hay flexión del tronco.....	68
Tabla 8. Puntuación del cuello .....	69
Tabla 9. Puntuación de cuello cuando hay rotación/inclinación de cabeza .....	69
Tabla 10. Puntuación de las piernas .....	69
Tabla 11. Puntuación de piernas con flexión de rodillas.....	69
Tabla 12. Puntuación del brazo .....	70
Tabla 13. Puntuación según extensión de brazo .....	70
Tabla 14. Puntuación según movimiento de brazo .....	71
Tabla 15. Puntuación según flexión de antebrazo.....	71
Tabla 16 . Puntuación de la muñeca, según flexión .....	71
Tabla 17. Puntuación de muñeca, según desviación .....	72
Tabla 18. Puntuación para el grupo A.....	72
Tabla 19. Puntuación para el Grupo B. ....	72
Tabla 20. Modificación de la puntuación del grupo A, según carga o fuerza.....	73
Tabla 21. Incremento de puntuación del grupo A, según carga o fuerzas ejercidas .....	73
Tabla 22. Incremento de puntuación del grupo B, según la calidad del agarre .....	74
Tabla 23. Puntuación C Puntuación A (anterior Grupo A); Puntuación B (Anterior Grupo B) .....	74
Tabla 24. Puntuación final. Incremento de la puntuación C según actividad muscular .....	75
Tabla 25. Valores de riesgo, según Método REBA .....	75
Tabla 26. Recurso Humano del proyecto .....	62
Tabla 27. Recurso físicos .....	62

Tabla 28.Evaluación de riesgo ergonómico. Método REBA .....	76
Tabla 29.Valor del riesgo ergonómico por número de etapas.....	79
Tabla 30.Valor del riesgo por etapa de la actividad.....	79
Tabla 31.Comparación de puntuación A, B y REBA de acuerdo con cada etapa .....	81

## Índice de Figuras

Ilustración 1 Dimensiones antropométricas relevantes (de pie).....	47
Ilustración 2 Dimensiones antropométricas relevantes sentado.....	47
Ilustración 3 Planos de referencia .....	48
Ilustración 4 Estructura para realizar un proceso de WELL TESTING .....	54

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 Porcentaje de valor de riesgo ergonómico por etapas.....	79
Gráfico 2 Valor de riesgo ergonómico por cada etapa de la actividad .....	80
Gráfico 3 Comparación de la puntuación A, B y REBA, según etapa de la actividad .....	81

## Introducción

El presente proyecto de investigación refiere al diseño de un programa de prevención de riesgos ergonómicos, aplicable a empresas del sector petrolero; específicamente en las actividades de construcción de líneas de conducción de petróleo-crudo en procesos de Well Testing.

Se definió este tipo de proyecto ya que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el dolor de espalda constituye la alteración de la salud de los trabajadores de mayor costo y prevalencia en la industria petrolera, siendo la primera causa de consulta médica con un 70% de frecuencia.

Adicionalmente el Anuario de Estadísticas Laborales y Asuntos Sociales del 2001 (España), los países que conforman la Unión Europea, durante ese año reportaron 22.844 enfermedades laborales, de las cuales el 81,6% fueron por Lesiones Músculo-Esqueléticas y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, registró en los meses de enero a junio de 2003, 1.284 enfermedades de origen profesional y el 90,5% de ellas corresponden a las Lesiones Músculo-Esqueléticas.

En Colombia la industria petrolera agrupa a un número importante de trabajadores que laboran en la explotación de hidrocarburos, gran parte de ellos ejecutan sus tareas ocupacionales en campos petroleros, realizando actividades de construcción de líneas de conducción de petrolero, que por razones propias de la tarea; exponen al trabajador a presentar lesiones músculo esqueléticas.

Un campo petrolero constituye un lugar de trabajo muy particular, en ella los trabajadores laboran con herramientas pesadas cuyas características que dificulta la fácil manipulación, lo cual genera condiciones de riesgo. El trabajador de los procesos de Well Testing (líneas de conducción de crudo a altas presiones) se enfrenta en la cotidianidad de su desempeño a la manipulación constante y ensamblaje de estructuras tubulares que van desde la cabeza de pozo de producción hasta los tanques de almacenamiento del crudo, estas estructuras tubulares tienen un diámetro estándar 3 y 4 pulgadas y el levantamiento implica un esfuerzo físico considerable por tratarse de una estructura con un peso estimado de 25 kilogramos aprox.

que tiene que ser ejecutado en simultaneo por 2 trabajadores, y el levantamiento se hace desde el suelo hasta una altura máxima de 60 centímetros.

Adicionalmente del esfuerzo de levantamiento de tubería, los trabajadores de well testing utilizan herramientas para la construcción de la línea de conducción, como mazos y llaves de tubo que pueden tener un peso aproximado de 12 kilogramos las cuales se utilizan para asegurar la tubería con el fin de evitar posibles derrames de crudo e incidentes de explosiones por las altas presiones dentro de la tubería y se suma las posiciones incómodas y forzadas que se debe realizar el trabajador para completar la actividad.

Para determinar la valoración de los riesgos ergonómicos se escogió el método REBA (Rapid Entire Body Assessment)- consiste en la evaluación de rápida de cuerpo entero que fue desarrollado en Nottingham por Sue Hignett y Lynn McAtamney, adicionalmente se tendrá en cuenta la legislación colombiana para prevención de lesiones osteomusculares.

La gran limitación del trabajo es el desplazamiento a los campos petroleros, ya que la ubicación de estos sitios se encuentra generalmente en zonas que son de difícil acceso para ingresar, ya sea por la condición del entorno y/o por la situación social del país.

La presentación del proyecto se desarrolla teniendo en cuenta la metodología de presentación de trabajos APA séptima edición y la asesoría de la Dirección de postgrados de la Universidad ECCI.

## Resumen

El presente trabajo pretende contribuir a la valoración del riesgo de lesiones osteomusculares; como son las inflamaciones agudas o crónicas de tendones, músculos, cápsulas o nervios, que afecta particularmente, mano, muñeca, codo, hombro o tronco y región dorsal-espalda; que pueden generar trabajadores del sector petrolero, específicamente en la construcción de líneas de conducción de petróleo en procesos de well testing y a partir de estos datos, diseñar el programa de prevención de riesgos ergonómicos, específico para esta actividad extemporánea

Estas lesiones osteomusculares pueden aparecer por el levantamiento de tubería que puede tener un peso mayor a 25 kilogramos, por movimiento repetitivos y esfuerzos con herramientas como mazos, la cuales pueden tener un peso de 12 kilogramos adicionalmente por posturas forzadas debido a la construcción de las líneas de producción, de acuerdo a los planos que exige el proceso y se suma las condiciones ambientales como son temperaturas entre 28 -32 C y humedades relativas de la región sur de Colombia.

Se puede aseverar que con la información obtenida se evidencia que existe un alto grado de afectación de lesiones osteo-musculares agudas y crónicas, secundarias al manejo manual de cargas y movimientos repetitivos relacionados con la tarea descrita. En la investigación se emplea el método REBA, permitiendo la evaluación del nivel de riesgo para el levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas respectivamente. Las recomendaciones propuestas se basan en implementar un programa enfocado en la prevención de dichos trastornos para así controlar la incidencia y severidad de las lesiones osteo-musculares.

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment)- consiste en la evaluación de rápida de cuerpo entero que fue desarrollado en Nottingham por Sue Hignett y Lynn McAtamney, adicionalmente se tendrá en cuenta la legislación colombiana para prevención de lesiones osteomusculares.

**Palabras Clave:** Ergonómico, REBA, Prevención, Herramientas, Seguimiento

## Problema de Investigación

### 2.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el dolor de espalda constituye la alteración de la salud de los trabajadores de mayor costo y prevalencia en la industria, siendo la primera causa de consulta médica con un 70% de frecuencia.

Según el Anuario de Estadísticas Laborales y Asuntos Sociales del 2001 (España), los países que conforman la Unión Europea, durante ese año reportaron 22.844 enfermedades laborales, de las cuales el 81,6% fueron por Lesiones Músculo-Esqueléticas y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, registró en los meses de enero a junio de 2003, 1.284 enfermedades de origen profesional y el 90,5% de ellas corresponden a las Lesiones Músculo-Esqueléticas.

En Colombia la industria petrolera agrupa a un número importante de trabajadores que laboran en la explotación de hidrocarburos, gran parte de ellos ejecutan sus tareas ocupacionales en Plataformas, realizando actividades de perforación, que por razones propias exponen al trabajador al riesgo de padecer lesiones músculo esqueléticas.

Una plataforma de perforación constituye un lugar de trabajo muy particular, en ella los trabajadores laboran con equipos pesados cuyas características son el elevado peso y masa que determinan un gran volumen, que dificulta la fácil manipulación, lo cual genera condiciones de riesgo. El trabajador de well testing (líneas de conducción de crudo) se enfrenta en la cotidianidad de su desempeño a la manipulación constante y ensamblaje de estructuras tubulares que van desde la cabeza de pozo de producción hasta los tanques de almacenamiento del crudo, estas estructuras tubulares tienen un diámetro estándar 3 y 4 pulgadas y el levantamiento implica un esfuerzo físico considerable por tratarse de una estructura con un peso estimado de 25 kilogramos aprox. que tiene que ser ejecutado en simultaneo por 2 trabajadores, y el levantamiento se hace desde el suelo hasta una altura máxima de 60 centímetros, adicionalmente utilizan herramientas tipo mazo con pesos aproximadamente de 12 kilogramos y realizan posiciones incómodas y forzadas

En este ensamblaje de tubería donde participan activamente los trabajadores con una elevada demanda física, en jornadas de 12 horas, bajo condiciones ambientales propias de la zona, se debe tener en cuenta que, una vez iniciada la tarea el proceso no puede detenerse, y por consiguiente debe ser ejecutado hasta finalizarlo.

### Delimitación del problema

Delimitación espacial: El proyecto se limitará en la zona de Villa Garzón Putumayo, específicamente campo Costayaco Operadora Gran Tierra.

Delimitación temporal: Cubrirá un periodo de 6 meses desde enero a junio del 2021

Delimitación temática: El proyecto identificará los controles y actividades hasta establecer el programa de intervención de lesiones musculo esqueléticos por riesgos relevantes en actividades de construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING de la empresa P.P.E SAS.

Delimitación universo: La información del proyecto se recolectará observando dos cuadrillas de WELL TESTING, específicamente los cargos de operador y supervisor de la empresa; entre los años 20 a 45 años.

Delimitación conceptual: la valoración del riesgo de las actividades del proceso de WELL TESTING, se realizará con el método REBA (Rapid Entire Body Assessment)- Rápida evaluación de cuerpo entero y con observación de la tarea de este proceso.

Por lo anterior se formulan las siguientes preguntas.

## **2.2 Formulación del Problema**

La empresa Pacific Petroleum Energy P.P.E. SAS tiene alta experiencia en proceso de WELL TESTING, pero en la actualidad no ha implementado un programa de intervención de lesiones osteomusculares, Siendo estas lesiones las principales causas de efectos negativos en la salud de los colaboradores.

El presente estudio busca valorar factores de riesgos ergonómicos como: a) el levantamiento de líneas de conducción de crudo, b) las posturas forzadas y c) movimientos repetitivos; mediante el

método REBA y la interpretación del entorno ambiental del trabajador para realizar actividades de WELL TESTING en la empresa P.P.E. SAS.

¿Cuál es la valoración de los riesgos biomecánicos, cuando se realizan actividades de construcción de líneas de conducción de crudo en los procesos de Well Testing, en la empresa PPE SAS?

¿Cuáles son las actividades y controles del programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas en la Construcción de líneas de conducción de crudo en los procesos de Well Testing, en la zona de Villa Garzón campo Costayaco de la empresa PPE SAS?

## Objetivos

### **3.1 Objetivo general**

Diseñar un Programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas, en trabajadores que realizan actividades de construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de Well Testing, de la empresa PPE. SAS.

### **3.2 Objetivos específicos.**

1. Diagnosticar las condiciones de la empresa frente a la prevención de lesiones osteomusculares, en el proceso de well testing.
2. Investigar métodos valoración de riesgo ergonómico internacionales y/o nacionales; acordes con las posiciones ergonómicas que realiza el trabajador en el proceso del well testing.
3. Analizar los resultados de acuerdo con las valoraciones obtenidas del método seleccionado
4. Definir propuesta de medidas de control para la prevención de lesiones osteomusculares; dentro de un programa de prevención.

## Justificación y Delimitación

### 4.1 Justificación

Al interior de las empresas de sector petrolero se presentan enfermedades laborales muchas veces incapacitantes que se detectan y se dan soluciones o controles de riesgo inmediatamente, pero no se tiene claridad del origen ni las consecuencias que se pueden presentar por enfermedades labores por lesiones osteomusculares, debido a que no se realiza un estudio profundo ni previo por parte de las empresas de la valoración de estos riesgos ni de los controles del riesgo para minimizar este tipo de lesiones.

Al no tener conocimiento real del valor de riesgo y de cómo puede afectar el no control de este tipo de amenazas, no se pueden realizar programas de prevención de lesiones osteomusculares que impacten en la disminución del riesgo, generando obviamente enfermedades laborales, pero con el agravante de ser detectadas después de varios de años cuando el trabajador está afectado en sus movimientos y ha aumentado considerablemente los días de incapacidad.

La falta de programas de prevención de enfermedades de lesiones osteomusculares; generan disminución de la capacidad laboral del trabajador obteniéndose incapacidades largas y disminución en la autoestima del trabajador y en su producción, para lo cual puede adicionalmente a la enfermedad laboral de origen osteomuscular, generar posibles problemas sociales entre sus relaciones laborales y familiares.

Las actividades habituales dentro del ambiente laboral, deben en lo posible favorecer no solo la parte económica y productiva del sector, sino mantener un equilibrio con la salud de los colaboradores por ello el presente estudio propone la mitigación y control de los principales factores de riesgos ergonómicos que están provocando afecciones en la salud del trabajador, y sin afectar de manera importante la producción, desarrollando un plan que priorice la salud del trabajador con disminución de gastos por ausentismo, incidentes o accidentes que se presenten y de ser posible no afecte la producción de la empresa. Los casos que se presentan relacionados a

patología osteo-muscular, específicamente de problemas lumbares, hombros, muñecas entre otros, ocasiona bajas en el personal por permisos para recuperación de ahí la preocupación la empresa ya que podrían convertirse a futuro en una problemática social y legal, es por ello que el presente estudio pretende controlar la problemática desde su raíz.

Por otro lado, y de acuerdo con la revisión bibliográfica y marco legal; como la *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME).2006* donde afirman que los aumentos de desórdenes musculo esqueléticos aumentan de un 61% en el 2001 a 82% en el 2004 y las estadísticas reportadas por FASECOLDA. 2011 para empresas de riesgo V (incluyen las empresas del sector minero) en el 2001 aparecen 64 enfermedades profesionales y en el 2011 se reportan 889 enfermedades para un aumento de 1289%, dando una importante justificación a la elaboración de este proyecto.

*Tabla 1.* Aumento de enfermedades laborales desde el año 2001 al 2011.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Clase de riesgo</b>												
<b>II</b>	42	72	74	94	96	168	113	473	750	999	1309	1365
<b>III</b>	221	232	302	392	422	644	428	1520	2301	3000	3691	3615
<b>IV</b>	95	76	125	214	118	126	72	268	591	372	819	741
<b>V</b>	64	84	119	156	89	141	96	220	759	669	918	889
<b>Sin informacion</b>	25	17	1		51		1346	208				
<b>total</b>	520	630	754	1028	959	1453	2331	3351	5373	6891	9411	9117

Fuente CTRP- Fasecolda Encuesta Sistema de información General, calculos CTRP Fasecolda

Adicionalmente teniendo en cuenta los años 2008 al 2015 las enfermedades laborales aumentan, independientemente del riesgo de 4604 a 9583, como se puede evidenciar en la tabla No

Tabla 2. Aumento de la enfermedad laboral desde 2008 hasta el 2015

ESTADÍSTICAS A NIVEL NACIONAL 2008-2015								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Empresa afiliadas</b>	219998	448430	438081	491055	557	607959	595063	644011
<b>Trabajadores dependientes afiliados</b>	4784015	6630527	6681044	7291822	8099109	7959995	8509555	9148073
<b>Trabajadores independientes afiliados</b>	28823	70310	132614	207666	331686	311921	427376	508754
<b>Total de trabajadores afiliados</b>	4812838	6700836	6813658	7499488	8340796	8271915	8936931	9656828
<b>Accidentes de trabajo</b>	1344815	403519	450564	555479	659170	622486	688942	723836
<b>Enfermedades laborales</b>	4604	6010	8902	8277	10053	9483	9710	9583
<b>Muertes calificadas por AT</b>	445	586	689	692	676	706	564	563
Muertes calificadas por EL	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Pensiones de invalidez AT</b>	222	249	483	336	346	373	501	396
Pensiones de invalidez EL	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>65</b>
<b>Indemnizaciones por AT</b>	4584	6057	8808	7877	9862	8941	10474	10714
Indemnizaciones por ET	<b>807</b>	<b>1190</b>	<b>2295</b>	<b>2247</b>	<b>3030</b>	<b>2882</b>	<b>3533</b>	<b>4240</b>

Fuente Estadísticas Presidenciales, información enviada por las compañías . Cálculos Cámara técnica de riesgos laborales FASECOLDA

Adicionalmente la tesis de maestría “Perfil de salud laboral en Colombia a partir del análisis y caracterización de la enfermedad laboral reportada en el Sistema General de riesgos Laboral. Periodo 2004-2014 De Vargas Chavez, Yomary Liliana. 2019, “*En el sector petrolero los trabajadores que desempeñan operaciones de perforación se ven expuestos a exigencias por esfuerzos dinámicos y estáticos que se relacionan con la presentación de enfermedades musculoesqueléticas (Palacios, Colunga y cols, 2014)*”.

“Según los reportes presentados en la Segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Salud y de Trabajo del Ministerio del Trabajo del país, el 90% de las enfermedades laborales corresponden a las lesiones musculoesqueléticas, seguidas de patologías auditivas con el 4%, trastornos mentales que ha llegado al 1.1%, y lesiones de la piel con 1.0%, además de que la incidencia de enfermedades del sistema respiratorio ha alcanzado un 50% y ésta ha presentado un comportamiento constante en el transcurso de los años (Consejo Colombiano de Seguridad, 2014b). Esta información se encuentra relacionada con las enfermedades más prevalentes en los trabajadores de las actividades económicas en donde se presentan mayor reporte de número de

*enfermedades laborales. Las enfermedades musculoesqueléticas corresponden a las ocho primeras causas de enfermedad laboral definidas en el grupo XII de la Tabla de Enfermedades Laborales. Decreto 1477 de 2014.” (De Vargas Chavez, Yomary Liliana. 2019)*

Se justifica la elaboración de este proyecto para disminuir las lesiones osteomusculares y por ende se mejore la productividad en los procesos de armado de facilidades de WELL TESTING.

## **4.2 Delimitaciones**

Tiempo: septiembre 2020 a marzo 2021.

Actividades: Construcción de líneas de conducción de crudo en procesos de Well Testing de la empresa PPE SAS,

Espacio: Villagarzon Putumayo, El desarrollo del presente proyecto se lleva a cabo en la región sur del territorio colombiano, en una plataforma de perforación petrolera y de facilidades dedicada al proceso de extracción, conducción y almacenamiento de crudo

Temperatura 23 a 38 grados centígrados

Humedad relativa: 87%

## **4.3 Limitaciones**

Disponibilidad de desarrollo de actividades en campo según tiempos de operación de la empresa PPE SAS y controles de la pandemia.

Acceso a documentación de la organización.

Presupuesto limitado debido a que es suministrado por los investigadores.

## 5. Marco de Referencia de la Investigación

### 5.1. Estado del Arte

Con el fin de tener bases reales para la investigación; se realiza una investigación documental, buscando estudios donde se involucre las consecuencias y riesgos que se pueden generar lesiones musculo esqueléticas en los trabajadores. Para lo cual se revisaron investigaciones donde se evidencian estudios en el sector hidrocarburos o que utilizaran la herramienta REBA como método de investigación o en su defecto otro tipo de herramienta que sirva para la orientación de este proyecto.

A continuación, se listan los documentos revisados y se realiza una síntesis de cada uno de ellos, como base para la investigación de proyecto, las primeras cinco tesis son nacionales y se escogen porque fortalecen la inspección del proyecto; después de la tesis sexta se estudiaron tesis de latinoamericanas.

#### 5.1.1 Tesis Nacionales

5.1.1.1 Análisis de riesgo ergonómicos para los trabajadores de la constructora obras civiles Cristóbal Daza.

**Entidad:** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería. Especialización en Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo.

Autor: Contreras Gómez Leydi Marcela.

**Año:** 2018

El objetivo del estudio fue; *Realizar un análisis de riesgo ergonómico para la empresa Constructora Obras Civiles Cristóbal Daza SAS, con el propósito de elaborar recomendaciones que ayuden en la promoción y prevención de la salud de los trabajadores.*

Este proyecto realizó la identificación de peligros ergonómicos aplicando el método Mosler. Las actividades revisadas y analizadas fueron: Movimiento de tierra, excavación de cimientos

cimentación, Muros de contención, contra piso, pega de bloque, pegar de ladrillo limpio y farol, colocación de canales, instalación de parales, instalación de placas, tratamiento de juntas y lijado en seco.

Los resultados del análisis de riesgo ergonómico con la Metodología Mosler fueron que el 63% de las actividades se calificaron como riesgo muy elevado y el 35% de las actividades presentaron un riesgo alto y medio por lo cual aplicaron métodos más específicos como fueron: Método OWAS, NIOSH y OCRA.

Los resultados del proyecto fueron:

La accidentalidad se incrementa cuando el trabajador debe realizar manejo de cargas, movimiento forzados y/o repetitivos, debido a que aumenta la fatiga y por ende disminuye la concentración.

También se evidencia que no todas las actividades de obra civil, se califican con riesgo alto para lesiones osteomusculares, como es la limpieza final del centro de trabajo. Pero se debe hacer seguimiento y controles específicos con el fin de que no aumente el valor del riesgo.

Igualmente se concluyó que hay actividades que no se pueden dar recomendaciones específicas, debido a que son actividades que deben mantener la postura forzadas y solo se estableció la rotación de jornadas laborales y/o disminución de los tiempos de exposición.

Una de las grandes dificultades de la resolución del problema de esta tesis, es que no se pudo analizar con prioridad los factores de riesgos ergonómicos, debido a que la prioridad de análisis son los factores de riesgos de seguridad, debido a la alta frecuencia y severidad de los accidentes de trabajo en las actividades de construcción.

El aporte de esta investigación para nuestro proyecto es; como los investigadores realizan la metodología de medición, la cual nos da pautas para entender metodologías de valoración de factores de riesgos biomecánicos y adicionalmente el proyecto de investigación describe las debilidades que

se generaron las cuales nos ofrecen conocimiento de lo que puede ocurrir en nuestra investigación y así tener herramientas para mitigar y controlar este tipo de debilidades.

5.1.1.2 Evaluación de las condiciones ergonómicas para trabajadores de demarcación vial en la zona centro de la ciudad de Bogotá.

**Entidad:** Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Ingeniería Especialización en Higiene, Salud y Seguridad ocupacional.

**Autor:** García Arias Diego Fernando.

**Año:** 2018

El objetivo del estudio fue: *Evaluar las condiciones ergonómicas para trabajadores de demarcación vial en la zona centro de la ciudad de Bogotá.*

La valoración del riesgo ergonómico inicial se realiza con la GTC 45 de 2012, las valoraciones específicas se realizan con los métodos REBA, NIOSH, JSI.

De acuerdo con las metodologías utilizadas; las actividades de preparación de la pintura y la aplicación de la pintura sobre la carpeta asfáltica, se determinaron como actividades de alto riesgo. Las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos se establecieron como actividades de riesgo medio.

Para las actividades más críticas se establecieron ayudas mecánicas con el fin de bajar el riesgo y prevenir enfermedades de origen laboral.

Los resultados de la encuesta de morbilidad sentida y la aplicación del cuestionario nórdico fueron; molestias musculares en extremidades superiores y en algunos casos extremidades inferiores, en la zona dorso lumbar, sensación de cansancio y posturas incorrectas.

Este proyecto de investigación, nos orienta en la forma como se utiliza el método REBA, cuando hay ángulos de flexión y extensión, adicionalmente nos fortalece en escoger un método de medición como el REBA ya este método es especialmente para posturas forzadas y cambiantes

continuamente

5.1.1.3 Análisis comparativo del riesgo ergonómico, productividad y costos por el uso de herramientas manuales convencionales versus herramientas manuales innovadora en tareas de mantenimiento

**Entidad:** Escuela Colombiana de Ingenieros Colombia

**Investigador:** Franco Vargas Hever Alexander

**Año:** 2019

*El objetivo del estudio; Comparar desde el punto de vista económico, productivo y de salud el uso de herramientas manuales convencionales contra las herramientas manuales innovadores en tareas de mantenimiento empresarial, y así apoyar la toma de decisiones por parte de los directivos o jefes de mantenimiento. Tomado al pie de la letra de este estudio*

El estudio reviso las actividades de mantenimiento rutinarias, donde se utilicen herramientas manuales y que se observe un impacto negativo a la salud de los trabajadores, porque son actividades repetitivas.

El estudio se realizó con una lista de chequeo OCRA para las actividades de mantenimiento de clavado de puntillas convencional, clavado de puntillas con clavadora neumática, atornillar – desatornillar con atornillador convencional, agarre, torsión, cortes simples con pinza convencional.

El estudio luego de realizar el análisis de comparación, determina que el costo de herramientas innovadoras es justificable ya que disminuye considerablemente el riesgo en la salud de los trabajadores y aumenta la productividad.

Este estudio para nuestra investigación nos da pautas para estudiar y recomendar, si es posible en nuestro trabajo de investigación, el diseño de herramientas manuales que disminuyan el riesgo biomecánico de la operación de WELL TESTING, como por ejemplo para la actividad de agarre- torsión ya que este paso de la tarea se realiza tanto en las operaciones que se

inspeccionaron en este estudio; como en las operaciones de WELL TESTING.

5.1.1.4 Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero.

**Revista:** Nova. Volumen 18 toma 34. Colombia

**Investigadores:** Harold Cohen Padilla, Martha Carrillo Landazabal, Elías Bedoya Marrugo.

**Año:** 2020

El objetivo principal de la presente investigación es determinar el comportamiento ergonómico de los trabajadores que realizan labores de cargue de tuberías en las plataformas de perforación, entrando a analizar de manera previa las relaciones existentes entre las labores operativas, el clima de seguridad y otras variables además de componentes del comportamiento de seguridad de los trabajadores, en particular, las prácticas de seguridad conscientes e inconscientes.

Puntualmente, se hace énfasis en las acciones inconscientes debido a que como lo dicen Dahl and Kongsvik en los aportes encontrados en su obra “Safety climate and mindful safety practices in the oil and gas industry”, muy a pesar que los trabajadores son instruidos en el buen uso de los equipos de manipulación de carga, así como de las tareas que implican el uso de esfuerzos físicos como complemento de algunas tareas de vigor, los resultados demuestran que es importante dar alta prioridad a las características fundamentales del clima de seguridad y, en particular, al liderazgo de seguridad ya que factores como la alta repetitividad o monotonía de las tareas impiden que se ejecuten 100% de manera segura para la integridad física de los trabajadores.

El método para llevar acabo tal investigación consiste en analizar mediante análisis probabilístico y estadística los movimientos, repeticiones, condiciones pertinentes de la tarea y roles asociados a todo lo que la actividad operativa trae consigo, por ello se organizó dicha información desde dos tópicos, a saber: el que arroja el trabajador (Fuente primaria) y el entorno directo de la empresa así como el referencial que podemos contrastar al consultar a otros investigadores en estudios similares (fuentes secundarias). La estrategia de recolección de la información a través de unos “check list” o listas de chequeo, observación directa y algunas

entrevistas de modo que puedan identificarse las tareas con mayor carga postural y así identificar el daño. Para la identificación de estos riesgos se han desarrollado diversos métodos, herramientas y ecuaciones que guiarán la búsqueda de estas acciones peligrosas. Para un mejor estudio se aplicó el método RULA, con las abreviaturas de Rapid Upper Limb Assessment, permite evaluar posturas concretas. Este método evalúa como la exposición de los operarios a puestos de trabajo inadecuados los expone a trastornos en los miembros superiores. Usualmente, se debe a la postura del trabajador, continuidad en los movimientos, la carga aplicada a la tarea. También se toma como método de valoración del riesgo REBA para posturas forzada.

Las conclusiones de este proyecto es que se deben hacer cambios en la forma de levantar, arrastrar y sostener cargas.

El estudio de esta revista, nos da pautas para establecer conclusiones de nuestro proyecto de investigación, como es verificar la rotación del personal, herramientas de levantamiento de cargas, revisar los pesos máximos que levantan los trabajadores que no pueden sobre pasar los 25 kilogramos e inspección de tareas de las operaciones escogidas de WELL TESTING.

5.1.1.5 Programa de prevención de los desórdenes músculo esqueléticos del miembro superior y columna vertebral en trabajadores de la IPS Indígena Mallamas.

**Entidad:** Universidad CES Facultad de Medicina área de salud pública. Especialización en Gerencia en Seguridad y Salud en el Trabajo. Pasto Nariño Colombia.

**Investigadores:** Karol Guisell Muñoz Enríquez, Emmanuel Alejandro Rosero Flórez, Dayan Lorena Torres Ortega

**Año:** 2017

El objetivo general del proyecto es diseñar un programa de prevención de desórdenes músculo esqueléticos del miembro superior para la IPS Indígena Mallamas.

El estudio fue descriptivo de corte transversal, el cual busca la información de las sintomatologías de los trabajadores de la IPS, específicamente en desórdenes músculo esqueléticos. La población escogida fueron 50 trabajadores 36 mujeres y 14 hombres.

Para realizar el estudio se aplicó el instrumento de encuestas sociodemográfica, donde se incluyeron adicionalmente la encuesta de morbilidad

De acuerdo con los resultados se evidencia que si se presentan sintomatología de lesiones osteomusculares; en manos, brazos, hombros y muñecas. De acuerdo con estos resultados los investigadores definen el programa de prevención de desórdenes musculo esqueléticos de miembro superior y columna vertebral.

Esta tesis de especialización, fue importante en nuestra investigación debido a que nos presenta pautas para realizar el programa de prevención de lesiones músculo esqueléticas y se observa cuáles pueden ser los pasos a seguir en el diseño de este tipo de programas. Es de destacar que el programa de prevención está basado en actividades de manejo de posturas, aspectos psicológico y nutricionales y en el análisis de puestos de trabajo

5.1.1.6 Estudio cualitativo y cuantitativo de los determinantes de riesgos ergonómicos y exposición en cuñeros de Saxon Energy Services del Ecuador S.A

**Entidad:** Universidad Tecnológica Equinoccial. Dirección General de Posgrados Maestría en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo

**Investigador:** Cortez Camacho Cristian Mauricio.

**Año:** 2015

Aunque esta tesis no es Nacional, se toma como referencia, debido que analiza actividades del sector petrolero específicamente para el cargo de cuñeros

*“Objetivo general*

*“Realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de los determinantes de riesgos ergonómicos y exposición en cuñeros de Saxon Energy Services del Ecuador S.A.”*

*Objetivos específicos*

*Identificar los determinantes de riesgos ergonómicos por puestos de trabajo y actividades de cuñeros de un equipo de reacondicionamiento de pozos.*

*Caracterizar la exposición de riesgo ergonómico en cuñeros de un equipo de reacondicionamiento de pozos petroleros.*

*Establecer la relación de los determinantes de riesgos ergonómicos y exposición en cuñeros.*

*Realizar una propuesta preliminar basada en los hallazgos del estudio.”*

El estudio se realizó a una población de 42 trabajadores de la empresa SAXON ENERGY SERVICES DEL ECUADOR SAS, específicamente cuñeros de 7 equipos de perforación, realizaron una descripción detallada de su puesto de trabajo, analizando el puesto de trabajo y ejecutando encuesta a los trabajadores; identificando la edad del personal, antigüedad en la empresa, superficie de la carga, conocimiento del peso de la carga que levantan diariamente los trabajadores, entre otras variables. También se analiza las estadísticas de lesiones de los cuñeros en empresas del sector de hidrocarburos

Luego de analizada la información se realiza la valoración del riesgo de lesiones osteomusculares utilizaron las metodologías RULA, REBA y GINSHT.

Las conclusiones del estudio en resumen fueron; determinar cambios en herramientas de trabajo, uso de herramientas adicionales para levantamiento de cargas. El valor del riesgo para este tipo de actividades fue alto; debido a que los cambios recomendados se necesitan inversiones y cambios en equipos considerables la alta dirección debe estar altamente comprometida con la implementación de estas recomendaciones. También se concluyó, según el análisis antropométrico, que los cuñeros no cumplen con las medidas simétricas óptimas para el trabajo.

Este proyecto de investigación nos ayuda a comprender como se realiza la valoración del

riesgo biomecánico, teniendo en cuenta el método de valoración REBA, también nos da pautas para tener en cuenta medidas preventivas para evitar lesiones musculo esqueléticas, como son: la rotación de puestos de trabajo, manejo de restricciones cuando un trabajador presenta una patología de este tipo, el tipo de controles médicos que se deben tener en cuenta para este tipo de actividades, programas de capacitación al personal expuesto y una recomendación que nos pareció importante para tenerla en cuenta en nuestra investigación fue la descripción de un perfil de cargo.

#### 5.1.2 Tesis Internacionales

5.1.2.1 Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros

**Entidad:** Universidad Técnica de Cotopaxi CIYA

**Investigadores:** Espin Cristian y Vélez Sánchez Ramón

**Año:** 2017

Esta investigación pretende contribuir al conocimiento de los daños osteomuscular en trabajadores de un taller de mantenimiento de motores de combustión interna, utilizando métodos y técnicas de medición de riesgos ergonómicos.

Con el fin de cumplir el objetivo de este estudio se utilizó para la identificación de los riesgos ergonómicos, la matriz INSHT para determinar el nivel de riesgo, el método para valorar el levantamiento manual de carga NIOSH y el método REA para la evaluación de posturas forzadas durante las actividades de mantenimiento de motores de combustión interna.

Para la elaboración de este estudio; se analizaron 6 puestos de trabajo del taller de mantenimiento, se identificaron 5 factores de riesgos ergonómicos; levantamiento manual de objetos, movimiento corporal repetitivo, postura forzada, sobreesfuerzo físico y uso de pantallas de visualización PDV'S.

Teniendo en cuenta los factores de riesgos identificados, se evalúan con las metodologías escogidas y adicionalmente se analiza el índice de morbilidad para lo cual se evidencia que el

índice de morbilidad más alto es de 39% que corresponde a afectaciones osteomusculares.

La conclusión de este estudio es que las lesiones osteomusculares de los trabajadores afectan considerablemente las condiciones de vida de los trabajadores a través de los años.

Este proyecto, nos orienta que para este tipo de actividad los factores de riesgos más altos son levantamiento de cargas y posturas forzadas, las cuales se realizan en un tiempo de 5 a 6 horas y también nos da una orientación para la valoración del riesgo biomecánico con el método REBA.

#### 5.1.2.2 Evaluación ergonómica de puestos de trabajo mediante la técnica REBA

**Entidad:** Universidad Tecnológica de Panamá

**Investigadores:** Calderón Rita, Henríquez Julián, Henríquez Verónica, Mendoza Eloísa y de Moreno Maritza.

**Año:** 2018.

El objetivo de este estudio es la valoración de los factores de riesgos ergonómicos del puesto de trabajo operador encargado de surtir la materia prima para la elaboración y almacenamiento de productos terminado en la bodega,

Se realiza un seguimiento de las actividades que realiza este cargo, teniendo en cuenta el tiempo de duración de cada actividad.

Analizando las actividades desarrolladas por el puesto de trabajo, se determinaron cuáles eran los problemas ergonómicos del puesto escogido los cuales fueron esfuerzo; almacenamiento a la altura del suelo, manipulación y levantamiento manual de cargas por encima de los hombros.

Las conclusiones del estudio son administrativas como la rotación de personal, exámenes médicos exhaustivos que incluya el componente ergonómico al ingreso del personal y cambios en el ambiente laboral y en los puestos de trabajo.

Este artículo describe al detalle el método REBA, para lo cual nos enseña cómo es el

método, como se calcula y como se valora el riesgo biomecánico y que se debe tener en cuenta completa la medición utilizando este tipo de metodología. Además, dentro de las conclusiones nos indican que actividades se pueden realizar para la prevención de lesiones musculo esquelética como son rotación del puesto de trabajo, exámenes médicos ocupacionales que determinen si el trabajador padece de algún trastorno musculo esquelético

5.1.2.3 Sintomatología músculo-esquelética asociada a factores de riesgo ergonómico en trabajadores administrativos y operativos.

**Entidad:** Universidad Internacional SEK. Proyecto de Titulación asociado al Programa de investigación sobre seguridad y salud en el trabajo. Ecuador

**Investigador:** Reyes Cárdenas Carla Valquiria

**Año** 2019

El objetivo del estudio es *“Presentar el perfil epidemiológico de la sintomatología observada en trabajadores expuestos a factores de riesgo ergonómico y estimar la probabilidad de aparición y asociación de los Trauma Musculo Esqueletico de posible origen laboral”*

El estudio es descriptivo de corte transversal realizado a los trabajadores del sector público de Gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Inbabura Ecuador.

La muestra objeto del estudio fueron 200 trabajadores expuestos a factores de riesgos; con las siguientes características; 72 operativos y 128 administrativos, 63 mujeres y 137 hombres, con edades comprometidas entre los 24 y 71 años,

A cada uno de los trabajadores se les aplico el cuestionario nórdico estandarizado sobre síntomas osteomusculares; para valorar 9 regiones corporales para conocer molestias y /o dolores en cuellos, hombros, codo/antebrazo zona dorsal, zona lumbar muñeca/manos, cadera/muslos, rodillas.

De acuerdo con los resultados del estudio se concluye que los trastornos musculo esqueléticos están estrechamente relacionados con movimientos repetitivos, posturas forzadas

inadecuadas y hábitos de higiene postura, otra causa que puede generar daños o aumenta las lesiones osteomusculares son la estresores y tiempos prolongados de trabajo, adicionalmente estos trastornos van aumentando con el tiempo.

La conclusión de esta investigación es que se debe realizar un Programa de vigilancia epidemiológica, sobre todo a los grupos vulnerables como mujeres adultas.

El aporte de este estudio a nuestra investigación refuerza nuestra teoría, la cual es que las lesiones musculo esqueléticas comienzan aparecer a una edad media madura (después de los 30 años), para lo cual las partes del cuerpo más afectadas son cuello y espalda. También apoya nuestra teoría que el puesto de trabajo afecta considerablemente la salud de los trabajadores. Pero también nos demuestra que hay otros factores como; los factores sicosociales que también afectan la salud de los trabajadores, desde el punto de vista de factor de riesgo biomecánico.

5.1.2.4 Valoración postural y riesgo de lesión músculo-esquelética en trabajadores de una plataforma de perforación petrolera lacustre.

**Revista:** Salud de los Trabajadores. Volumen16 tomo 1:29-38. España

**Investigadores:** Troconis F, Palma A, Montiel M, Quevedo A, Rojas L, Chacin B,

**Año:** 2008

El objetivo de este estudio es valorar el riesgo de lesión musculo esquelético de los trabajadores que realizan labores en una plataforma de perforación petrolera lacustre. El estudio realizado fue descriptivo de corte transversal en 55 trabajadores hombres entre edades de 33 a 47 años.

El método de valoración del riesgo biomecánico fue: el método REBA, la valoración más alta de acuerdo con este método se obtuvo para los obreros de taladro.

El estudio de esta revista aporta a nuestra investigación como se deben realizar las correlaciones de la puntuación del método REBA por segmentos corporales. También nos orienta de cómo realizar la recolección de datos cuando se revisa cada tarea y definir las posturas predominantes.

El estudio también determina que la falta de descanso con pausas adecuadas y el uso excesivo de la fuerza es un factor relevante; que da como consecuencia la aparición de lesiones musculo esqueléticas, adicionalmente la falta de que el puesto de trabajo sea apropiado para la labor y para el trabajador aumenta el riesgo de las lesiones. La antigüedad en el puesto de trabajo también es un factor relevante que suma para la aparición de enfermedades musculo esqueléticas.

Y por último el estudio concluye que es necesario la realización de un programa de vigilancia epidemiológica para la prevención de lesiones musculo esqueléticas, específicamente para el cargo de obreros de taladro, es importante que este programa es alineado con el rediseño de puesto de trabajo y con programa de nutrición.

5.1.2.5 Evaluación según el método REBA del riesgo ergonómico del fisioterapeuta al realizar una manipulación vertebral dorsal.

**Entidad:** Universidad Miguel Hernández. España

**Investigador:** Serrano Salinas Óscar

**Año:** 2019

El objetivo de este estudio es *“Evaluar mediante el método REBA los riesgos ergonómicos a los que está expuesto un fisioterapeuta al realizar la técnica osteopática de manipulación vertebral dorsal denominada dog technic”*.

#### *Objetivos Específicos*

- *Analizar la postura adoptada por el fisioterapeuta en el momento de realizar la técnica osteopática dog technic.*

- *Determinar el nivel de riesgo ergonómico para el fisioterapeuta que realiza la técnica osteopática de manipulación vertebral dorsal denominada dog technic.*

- *Proponer medidas preventivas y correctoras buscando eliminar si es posible, o disminuir, los riesgos ergonómicos que pudieran derivarse al realizar dicha manipulación vertebral.”* Tomado al pie de la letra de la tesis de maestría.

Aunque este estudio no se realiza en actividades del sector petrolero se toma como referencia para verificar como se utiliza el método REBA en actividades de levantamiento de cargas.

En el estudio se describe las ventajas y como se utiliza el método REBA para la actividad de levantamiento de pacientes por parte del fisioterapeuta, para lo cual se realiza seguimiento a las mediciones posturales de la manipulación cuando el fisioterapeuta levanta el paciente hasta la elevación más alta y cuando deja el paciente ubicado en posición horizontal en la camilla. Ya escogida las posiciones de manipulación se escogen los pacientes y el desarrollo de las mediciones sobre las posturas del terapeuta.

Las conclusiones del estudio son:

La evaluación del riesgo ergonómico según el método REBA es elevado, por lo tanto, se deben implementar medidas preventivas con el fin de bajar el nivel de riesgo por lo menos a medio. Los factores que aumentan el riesgo ergonómico son el tipo de agarre y no poder utilizar una ayuda mecánica para levantamiento de paciente.

Adicionalmente, el estudio da unas recomendaciones como son estilos de vida saludable del fisioterapeuta, ajustes de puesto de trabajo y de la camilla.

La investigación que se describe en esta tesis de maestría, nos orienta como se debe realizar la valoración de las posturas, utilizando el método de valoración REBA y como se deben realizar recomendaciones de la mejora de puestos de trabajo, ya que esta tesis a diferencia de las demás tesis estudiadas si establece recomendaciones en los puestos de trabajo y en herramientas para minimizar la aparición de lesiones osteomusculares.

5.1.2.6 Efectos en los trabajadores con exposición a riesgo ergonómico en la nave de envasado de GLP y propuesta de un plan de control

**Entidad:** Universidad Internacional SEK. Facultad de Seguridad y Salud Ocupacional.

Ecuador

**Investigadora:** Md. Lucrecia del Pilar Chugá Porras

**Año:** 2014

El objetivo trazado para el presente proyecto es identificar los principales efectos en la salud de los trabajadores de la nave de envasado de GLP que son gases licuados de petróleo de la planta Pifo ubicada en Quito Ecuador por exposición al riesgo ergonómico de posturas forzadas, movimientos repetitivos y levantamiento manual de cargas, a partir de los resultados del estudio se va a proyecta un plan de control.

El proyecto se realiza mediante método predictivo, partiendo de una hipótesis que tendrá que ser comprobada, y se utilizó los métodos de RULA, REBA y NIOSH, para la evaluación de movimientos repetitivos de miembros superiores, evaluación de posturas; y, levantamiento de cargas, respectivamente. La aplicación de estos métodos permitió determinar el riesgo de lesiones musculo-esqueléticas que tiene cada uno de los puestos de trabajo. Para el análisis de las posturas se tomaron fotos y videos a los trabajadores durante su actividad laboral, tomando en cuenta todos los puestos de trabajo.

Las conclusiones principales del proyecto fueron; el riesgo ergonómico es alto para el levantamiento de cargas, ya sea en la carga o descarga de cilindros de GLP, movimientos repetitivos y posturas forzada. También se evidencia que hay relación directa entre el tiempo de exposición y el tipo de lesión osteomuscular.

Esta tesis para obtener el título de Magister en SST, nos da orientación en cómo se deben presentar los planes de control, de acuerdo con las valoraciones de riesgos; ya en este documento las dividen en actividades de medicina preventiva, higiene industrial y seguridad industrial, programa de capacitación y diseños de puestos de trabajo. También la tesis plantea el diseño de programas de incentivos y motivación a los trabajadores en cambio del castigo de conductas inseguras.

#### **5.1.2.7 Síntomas Músculo-Esqueléticos en Trabajadores Operativos del Área de**

### **Mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana.2014.**

**Revista:** Ciencia y Trabajo. Año 16. Número 15 diciembre 2014. Ecuador

**Investigadores:** Agila Palacios, Colunga Rodriguez Cecilia, Gonzales Muñoz Elvia, y Delgado Garcia Diemen.

**Año** 2014

Determinar la prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores operativos del puesto de trabajo mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana. Se establece por metodología un estudio transversal en 102 trabajadores de sexo masculino, correspondientes al puesto de trabajo de mantenimiento de una empresa petrolera, situada en una locación de la Provincia de Sucumbíos, durante el año 2013; la edad comprendida estuvo entre 18 y 49 años. Para la recolección de datos a cada uno de los trabajadores, previo consentimiento informado se aplicó: un Cuestionario Socio-Demográfico, una Historia Médica Ocupacional y el Cuestionario Nórdico Estandarizado.

**Resultados:** La mayor prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos, se encuentra en el grupo de trabajadores de entre 30 y 40 años de edad, en las regiones anatómicas: espalda baja 66 (64,7%), seguido de espalda alta 44 (43,1%), cuello 38 (37,3%) y hombro 27 (26,5%), siendo los más afectados los puestos de trabajo técnico-eléctrico y técnico-mecánico. La regresión logística binaria determinó que las variables no son estadísticamente significativas y, por lo tanto, por sí solas no explican la aparición de síntomas Músculo-Esqueléticos.

**Conclusión:** existe una elevada prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos en la población estudiada, por lo que se recomienda efectuar una evaluación ergonómica exhaustiva de los puestos de trabajo y posteriormente buscar mecanismos y estrategias de control y prevención de riesgos ergonómicos, con la finalidad de minimizar el desarrollo de lesiones músculo-esqueléticos en la población de estudio.

El estudio realizado en esta revista, nos fortalece la decisión de realizar una investigación cuantitativa más que cualitativa ya que, es necesario establecer la valoración del riesgo de la postura del trabajador, para definir el programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas.

#### 5.1.2.8 Evaluación de puestos de trabajo en un taladro de perforación petrolera. Estado Anzoátegui.

**Entidad:** Universidad Nacional Experimental de Guayana. Coordinación General de Investigación y postgrado especialidad en salud ocupacional: medicina del trabajo. Venezuela

**Investigador:** De Gouveia C. Eddy

**Año:** 2008

El objetivo de este estudio era; evaluar a través del método REBA los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo de un taladro de perforación petrolera.

El método establecido para la presente investigación consistió en describir las tareas reales (prescrita, ejecutada) que realizan los trabajadores en cada puesto de trabajo del taladro de perforación petrolera, identificando cuáles son los puestos de trabajo con mayor nivel de riesgo de padecer trastornos músculo esqueléticos en el taladro de perforación petrolera y se analizó la carga postural por el método REBA de los puestos de trabajo del taladro de perforación petrolera.

Los resultados obtenidos en la evaluación ergonómica se obtienen aplicando el método REBA a la población trabajadora objeto de estudio durante el desarrollo del trabajo. Esta herramienta de análisis postural ofrece una evaluación objetiva durante el desempeño del trabajo por observación directa y video grabación que nos indica los límites de los ángulos del cuerpo en movimiento. Asimismo, se presenta la descripción del puesto de trabajo (tarea prescrita), la descripción de las tareas principales ejecutadas por los trabajadores, los riesgos ergonómicos potenciales y de cómo afectan en el desempeño del trabajo y la puntuación según la evaluación por el método REBA.

La investigación de esta tesis nos dio herramientas para establecer un plan de trabajo para realizar la evaluación REBA, en los procesos operativos de WELL TESTING. También nos indica que es importante revisar e inspeccionar las tareas que se realizan al detalle, con el fin de detectar el valor del riesgo relevante para determinar el plan de control efectivo.

#### 5.1.2.9 Evaluar posturas forzadas en los trabajadores del puesto cuñero del taladro de perforación Hidrocarburífero

**Entidad:** Universidad Internacional SEK. Facultad de Seguridad y Salud Ocupacional.

Ecuador

**Investigador:** Md. María Isabel Gómez Llerena.

**Año:** 2019

El objetivo principal del presente estudio fue el de determinar el tiempo que presentan la percepción sintomatológica, analizar la percepción sintomatológica por edad y antigüedad laboral y evaluar el nivel de riesgo por posturas forzadas de las tareas diarias en los trabajadores cuñeros. Se establece como método un estudio descriptivo de corte transversal con una muestra de 30 trabajadores cuñeros, en los que se utilizó el Cuestionario Nórdico Estandarizado, que evalúa la percepción sintomatológica musculoesquelética, tomando en cuenta las variables del tiempo que presentan malestar, por grupos de edades y antigüedad laboral, para determinar el nivel de riesgo por posturas forzadas, se aplicó el método ergonómico REBA (Rapid Entire Body Assessment) analizando la variable riesgo por tarea. Resultados: Se determina mayor prevalencia sintomatológica en muñecas (43,0%), luego espalda baja (32,0%).

En conclusión, hay prevalencia por percepción sintomatológica musculoesquelética en los colaboradores cuñeros en muñecas (43,0%), espalda baja (32,0%) y en mismo nivel espalda alta y rodillas (25,0% ambas) de los últimos 7 días, de igual manera por la sintomatología de los últimos 12 meses en muñeca (32,0%), cuello (24,0%) y espalda baja (20,0%). El personal de los 20 a 30 años presenta malestar en muñecas (33,3%) y en igual espalda alta y espalda baja (22,2%), entre los 31 a 40 años muñecas (50,0%) y espalda baja (70,0%) y > de 40 años en cuello (100,0%). En todos los grupos de edades no hay prevalencia sintomatológica en hombros, codos y caderas. En cuanto la antigüedad, los trabajadores con más de 4 a 6 años laborando hay prevalencia sintomatológica en muñecas (46,2%), espalda baja (38,5%) y en igualdad cuello y espalda alta (30,8%) y el grupo que lleva más de 7 años laborando presentan malestar espalda baja (71,4%), cuello y muñecas (42, % ambas). El resultado de los segmentos corporales con la frecuencia relativa del trabajador más experimentado dio como resultado; posturas funcionales en cuello (66,7%), piernas (66,7%) y antebrazo (100,0%) y posturas asimétricas en tronco (66,7%), brazos

(100,0%) y muñecas (66,7%). El nivel riesgo ergonómico por posturas forzadas en las tareas 1 y 3 en los trabajadores cuñeros es medio (66,7%) y la tarea 2 presenta un riesgo alto (33,3%) en que se requiere un pronto actuación.

Esta investigación nos orienta de cuál es la parte del cuerpo afectada en operaciones del sector petrolero con el fin de tenerlo en cuenta, cuando se inspeccionen las operaciones de WELL TESTING, es importante, que se tenga en cuenta las posturas que afecten cuello y espalda tanto como baja y alta.

## **5.2 Marco Teórico**

### 5.2.1 Definiciones

#### 5.2.1.1 Ergonomía:

Ciencia que se deriva de dos palabras griegas: ergo (trabajo) y nomos (Leyes, reglas). De manera que, en el estricto sentido de la palabra, significa leyes o reglas del trabajo. Fue introducida en 1949 por el psicólogo británico K.F.H. Murrell

El autor (Cortès Diaz, 2012) menciona que: Ergonomía es una disciplina o ingeniería de los factores humanos, de carácter multidisciplinar, centrada en el sistema persona máquina, cuyo objetivo consiste en la adaptación del ambiente o condición de trabajo a la persona con el fin de conseguir la mejor armonía posible entre condiciones óptimas de confort y la eficacia productiva. (pág. 588)

#### 5.2.1.2. Trastornos musculo esqueléticos

(López & Cuevas, 2015) al referirse a los trastornos musculo esqueléticos, son patologías músculo esqueléticas que aparecen cuando el hombre está expuesto a factores de riesgos presentes en actividades laborales o extra laborales que sobre exigen una determinada estructura y exceden el período de recuperación visco elástico necesario de los tejidos demandados.

### 5.2.1.3 Postura forzada

Cuando un individuo ejecuta sus tareas y su cuerpo hace esfuerzo continuo por mantener equilibrio para evitar caídas o desequilibrios.

### 5.2.2.4 Movimientos repetitivos

El trabajo repetitivo o movimiento repetitivo se caracteriza originalmente porque los ciclos de actividad efectuados por ciclos y se repiten en forma frecuentemente durante la jornada laboral

### 5.2.2.5 Métodos de evaluación ergonómica:

Los métodos de evaluación de los trastornos musculo esqueléticos (TME) permiten valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo. Con el análisis de los resultados obtenidos se plantean soluciones que permitan reducir el riesgo y lo lleven a niveles aceptables.

### 5.2.2.6 Método REBA

REBA (Rapid Entire Body Assessment), Publicado en el año 2000 en la revista Applied Ergonomics. Este método está indicado para la evaluación de riesgo de lesiones musculo esqueléticas relacionadas con posturas por sobreesfuerzo impredecibles adoptadas durante el desarrollo de una tarea. Se ha empleado en tareas realizadas de pie en las que existe riesgo no sólo para la columna, sino que también se presenta para los miembros superiores.

## 5.3 Marco teórico en función del lector

Con el fin de entender la importancia de la ergonomía, en la mejora de la salud de los trabajadores, se investigó la historia de esta ciencia y así tener claro cómo se transformó y como la investigación de esta tesis, está alineada con todo el proceso de mejora de puesto de trabajo.

Adicionalmente, a través del tiempo se evidencio los cambios de puestos de trabajo y controles de prevención de enfermedades laborales por causa de lesiones musculo esqueléticas, lo cual es una información importante para generar planes de acción de prevención de este tipo de patologías y complementa las recomendaciones y conclusiones de este proyecto.

### 5.3.1. Reseña histórica de la ergonomía

El estudio de la ergonomía se inicia históricamente desde el siglo XV cuando aparece los manuscritos del Leonardo Da Vinci; “Cuadernos de ergonomía”1498 y se le considera el precursor de la biomecánica moderna, por sus estudios del movimiento de los segmentos corporales.

Luego, en el siglo XVI Albero Durero se le considera el primer hombre que realiza estudios sobre la antropometría moderna en su libro “El arte de la Medida”. Y en este mismo siglo se busca la adecuación de las profesiones a las personas como lo escribe Juan de Dios Huarte en su “Examen de ingenios”.

Pero solo en la revolución industrial se realizan las primeras investigaciones científicas; debido a una concepción errada de que el hombre se debe ajustar a las maquinas. En 1829 Dupine expreso y defendió la necesidad de ajustar las herramientas al hombre y no el hombre a las herramientas ya que el equipo era el que determinaba su ritmo y los puestos de trabajo no se ajustaban a los trabajadores, por ende el que se tenía que ajustar al puesto de trabajo o la maquina era el hombre modificando su músculos, reflejos, posiciones de brazos, manos, etc; afectando considerablemente su parte osteomuscular, y como denuncia Karl Marx en 1850 “La deshumanización del trabajo”.

A partir de la teoría de Taylor se establece la organización del trabajo donde se pretende aumentar la producción y evitar el control de los tiempos de producción por parte del obrero; Bunker Gilbreth, sistematiza la metodología de tiempos y movimiento; donde se realiza un seguimiento de la labor, paso a paso con el fin de conocer el trabajo en detalle y así establecer métodos para mejora el trabajo analizado.

En la primera guerra mundial definitivamente se evidencia y se concluye que el hombre no es parte de la máquina y no se debe adaptar a ella, debido a que genera efectos negativos, como pérdidas de tiempo, errores y riesgos innecesarios tanto para el operario como la eficiencia de la labor que está realizando. Luego aparece el estudio de “las cargas fundamentales que rigen la eficiencia humana” donde se mide la fatiga con el fin de establecer la relación entre las

condiciones de trabajo y el rendimiento, este estudio realizado por Castillo y Prieto.

En 1914 Jules Amar estudia los tipos de contracción muscular dinámica y estática, originando el interés por los problemas de fatiga muscular y el entorno de trabajo del operario. En 1927 Elton Mayo concluye que efectivamente si existe relación entre el ambiente y el comportamiento, a partir de esta afirmación se inicia el sistema hombre-máquina, con el fin de conseguir un ambiente de trabajo más equilibrado.

Y finalmente a partir de la segunda guerra mundial, se empieza a trabajar para que el entorno y la maquina se adecue al hombre y no viceversa; y se analiza que el entorno como iluminación, ruido y ambiente afecta las condiciones de salud del trabajador y por ende el rendimiento de su trabajo. En este mismo tiempo se funda la Sociedad Ergonómica de Investigación Científica Japonesa, donde se comienza a utilizar el término ergonomía como leyes del trabajo y trabajar como una verdadera ciencia.

### 5.3.2 Objetivo de la ergonomía

Para tener claro el objetivo de este proyecto; se investigó la definición de la ciencia de la ergonomía para estar alineados con este fin y que la investigación sea parte de la mejora de la ergonomía.

La ergonomía como su definición lo describe y en la cual se apoya este proyecto (Cortés Díaz, 2012): “Ergonomía es una disciplina o ingeniería de los factores humanos, de carácter multidisciplinar, centrada en el sistema persona máquina, cuyo objetivo consiste en la adaptación del ambiente o condición de trabajo a la persona con el fin de conseguir la mejor armonía posible entre condiciones óptimas de confort y la eficacia productiva.”

Teniendo en cuenta la primicia de que la condición de trabajo se debe adaptar a la persona, se busca como entender los objetivos de la ergonomía los cuales debe estar basados en estudiar, las capacidades físicas del cuerpo humano, incluyendo sus limitaciones, teniendo en cuenta la labor que realiza el trabajador, las herramientas que utiliza y su entorno. Estos estudios se deben realizar

con inspecciones y/o análisis de puesto de trabajo; con el objetivo de, determinar cuáles son los factores riesgo y los controles que ayuden a mejorar la eficiencia del trabajo y la prevención de lesiones osteomusculares en los trabajadores.

Por lo tanto, las ventajas de la ergonomía se pueden evidenciar en los factores personales y factores de trabajo, los cuales son parte fundamental para el cumplimiento de los objetivos de prevención y control de enfermedades laborales como son las lesiones osteomusculares y aumentar la eficacia y la eficiencia de los procesos productivos.

Los factores de trabajo que se favorecen por los estudios ergonómicos son: diseño de puestos de trabajo adecuados, herramienta adecuada para realizar la labor, programas de capacitación adecuados para las labores analizadas, uso adecuado de herramientas de trabajo y ejecución de trabajo con cumplimiento de normas para la evitar daños osteomusculares.

Los factores personales que se favorecen por los estudios ergonómicos son: puestos de trabajo adecuados, teniendo en cuenta la altura, peso, tallo, fuerza y alcance del trabajadores, prevención del estrés debido a los diseños específicos de los puestos de trabajos para cada trabajador, disminución de la fatiga debido a la carga o duración de la tarea, aumento del conocimiento del trabajador para que ejecute su labor con eficacia, aumento de la motivación por tener un puesto de trabajo adecuado y orden claras para ejecutarlo.

### 5.3.3 Tipos de ergonomías

Para conocer y cumplir con los objetivos de la ergonomía es importante tener claro los tipos de ergonomía y los temas que analiza cada tipo. Los tipos de ergonomía son: teniendo en cuenta la descripción del artículo( Tipos de Ergonomía, 2019) <https://ergonomiaweb.com/tipos-de-ergonomia/>

#### 5.3.3.1 Ergonomía temporal

Estudia el bienestar del trabajador evaluando los tiempos de trabajo, las pausas, el tiempo de reposo; así como, la duración de la jornada, los turnos, los horarios de trabajo y los descansos durante una jornada de trabajo.

*Su objetivo es optimizar la mecanización del trabajo para evitar problemas de fatiga física y mental en los trabajadores.*

#### 5.3.3.2 Ergonomía cognitiva

Analiza la interacción entre el humano y las máquinas. Este tipo de ergonomía también considera algunos aspectos como la carga de trabajo mental, el proceso de toma de decisiones.

La interacción humana – maquina, el stress laboral y el desarrollo de programas de capacitación.

Su objetivo es aplicar la ergonomía en la evaluación y el diseño de máquinas y herramientas

#### 5.3.3.3 Ergonomía ambiental

Estudia las condiciones físicas que acompañan al trabajador cuando realiza su tarea. Tiene en cuenta su entorno como el nivel de la iluminación, vibraciones, nivel del ambiente térmico y el nivel de ruido.

*Su objetivo es gestionar y obtener condiciones de trabajo adecuadas y confortables, ayuda a la evaluación y al diseño de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de aumentar la seguridad, confort y desempeño de quienes trabajan allí.*

#### 5.3.3.4. Ergonomía de necesidades específicas

Se enfoca en el desarrollo y diseño de los equipos para personas que tengan alguna discapacidad física. También para el personal infantil y escolar o el diseño de algunos ambientes autónomos.

Por lo tanto, son diseños que se realizan para una situación única y un usuario en específico, cada uno tiene características diferentes.

#### 3.3.3.5 Ergonomía biomecánica

Estudia el cuerpo humano, desde diferentes puntos de vista, principalmente la mecánica clásica y la biología. También se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología.

*Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo.*

Diseñan tareas y actividades para que los trabajadores puedan realizarlas sin ningún riesgo o lesiones.

#### 5.3.3.6 Ergonomía de diseño y evaluación

Contribuye a reducir el esfuerzo y el estrés innecesario en los trabajadores. Dicha reducción produce un incremento significativo en la seguridad, eficiencia y sobre todo en la productividad.

*Su objetivo principal es la evaluación y diseño de equipos, sistemas y espacios adecuados de trabajo.*

#### 5.3.3.7 Ergonomía preventiva

Estudia y analiza las condiciones de la seguridad, confort laboral y la salud. Trabaja en estrecha relación con las disciplinas que se encargan de la higiene industrial en las áreas de trabajo.

Por lo tanto, contribuye directamente con la optimización de otras especialidades de la ergonomía, como la biomecánica y fisiología, ya que se basan en estudios previos relacionados con el esfuerzo y la fatiga muscular.

#### 5.3.3.8 Ergonomía Correctiva

También se denomina Ergonomía Interventiva, actúa sobre problemas concretos que surgen en el curso del proceso de trabajo. Podemos definirla como la ergonomía “a posteriori”, es decir la que se dedica a solucionar problemas existentes.

Su objetivo principal es utilizar las técnicas ergonómicas para corregir los errores de diseño de los puestos de trabajo que han dado lugar a accidentes, lesiones o quejas de los trabajadores.

#### 5.3.3.9 Macroergonomía

Es el diseño del sistema global de la organización, el cual comienza definiendo los

objetivos globales del sistema total de la Organización, luego continua con la definición de funciones y objetivos de cada uno de los sistemas, subsistemas, y posteriormente la especificación de los objetivos de cada uno de los trabajos, con un correcto diseño de los puestos, adaptados al trabajador.

#### 5.3.3.10 Antropometría

Esta área se encarga de brindarle fundamentos a la ergonomía, mediante el análisis del cuerpo humano y las medidas del mismo. Todos estos datos antropométricos son empleados para diseñar las áreas de trabajo, herramientas, equipos de seguridad y protección personal.

#### 5.3.3.11 Ergonomía Física o Química

Considera aspectos relacionados con las características anatómicas, fisiológicas, antropométricas y biomecánicas del ser humano. Se consideran aspectos como posturas de trabajo, presencia de sobre esfuerzo, manejo manual de materiales de trabajo, movimientos repetitivos y lesiones de músculos, evaluación y diseño de puestos de trabajo cuidando en todo momento la seguridad y salud en el trabajo.

#### 5.3.3.12 Ergonomía Organizacional

Optimiza sistemas del tipo socio – técnico, donde se considera aspectos relacionados a las estructuras organizacionales, incluyendo sus políticas y los procesos que desarrollan. Además, los factores que analizan son, psicosociales, los relacionados a la comunicación, gerencia de recursos humanos, diseño de actividades, diseño de horas laborables, así como el trabajo en turnos. También estudia los principios de trabajo en equipo, ergonomía de tipo comunitario, organizaciones virtuales y el aseguramiento de la calidad en el desarrollo de procesos.

#### 5.3.3.13 Ergonomía de la comunicación

Diseñar la comunicación entre los trabajadores, así como manejo óptimo entre trabajadores

y las máquinas. El estudio se basa en optimizar las herramientas de comunicación haciendo uso de dibujos, textos con información, tableros visuales, presentaciones de datos, elementos operativos de control, señales de seguridad, entre otras con el fin de facilitar y optimizar dicha comunicación.

Como se puede evidenciar en los tipos de ergonomías y con el fin de establecer los objetivos de la ergonomía; todas tiene como común denominador; realiza sus estudios en forma interdisciplinaria, ya que se tiene que trabajar con áreas de gerencia, recurso humano, mantenimiento, producción y otros tipos de disciplinas como higienista, médica, fisioterapeuta, ingeniería; entre otros.

De acuerdo con toda la investigación documental realizada se pueden definir que los objetivos de la ergonomía son:

Identificar los factores de riesgos ergonómicos, en los diferentes puestos de trabajo en estudio.

Disminuir el valor de los riesgos, con el fin de prevenir enfermedades laborales como lesiones osteomusculares.

Diseñar puesto de trabajo y/o herramientas, con el fin de evitar la fatiga del trabajador, minimizar el estrés laboral, aumentar la satisfacción por el trabajo y aumentar la eficacia de los procesos.

#### 5.3.4 Disciplinas relacionadas con la ergonomía

Tener claro las disciplinas relacionadas con la ergonomía, fue uno de los temas investigados más importantes, porque se entendió como se define las características físicas del hombre y algo relevante para el proyecto fue como se divide el cuerpo humano en planos y cuáles son los posibles movimientos que pueden tener las partes del cuerpo humano, ya que en el método REBA es necesario dividir el cuerpo de acuerdo a sus partes y movimientos, por esta razón a continuación se describe las disciplinas importantes que interaccionan con la ergonomía.

##### 5.3.4.1 Antropometría

El término antropometría proviene del griego *anthropos* (hombre) y *metrikos* (medida) y

trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. Definición tomada de Esperanza Valero Cabello Centro Nacional de Nuevas Tecnologías Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

El objetivo principal de la antropometría en ergonomía; es adaptar el entorno al cuerpo humano en movimiento y para realizar diseños de puestos de trabajo, es necesario realizar las medidas del cuerpo humano con el fin de que el puesto de trabajo sea el más adecuado para el trabajador.

Para diseños de puestos de trabajo es necesario realizar este tipo de medidas

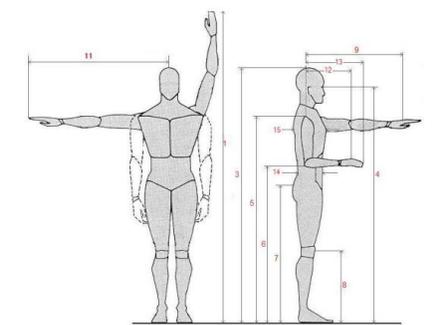


Ilustración 1 Dimensiones antropométricas relevantes (de pie)

Fuente: ([https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/2956\\_antropometria.pdf?](https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/2956_antropometria.pdf?)

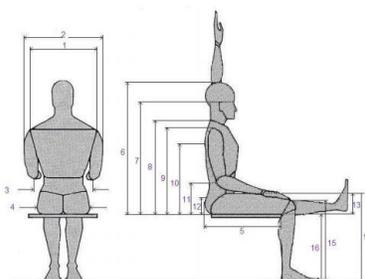


Ilustración 2 Dimensiones antropométricas relevantes sentado

Fuente: ([https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/2956\\_antropometria.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFBJGCIWME&Signature=k2R3repez6WqIH9xCJFmEOC%2FqJ0%3D&Expires=1623080404](https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/2956_antropometria.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFBJGCIWME&Signature=k2R3repez6WqIH9xCJFmEOC%2FqJ0%3D&Expires=1623080404))

### 5.3.4.1.1 Antropometría estática y dinámica

Para realizar un diseño de puesto de trabajo es importante tener claro; las definiciones de antropometría estática y dinámica; la primera es la toman dimensiones del cuerpo fijo y determinado; la segunda son las medidas cuando el cuerpo humano está en continuo movimiento, por lo anterior, en la mayoría de los casos se realizará, el diseño de puestos de trabajo con

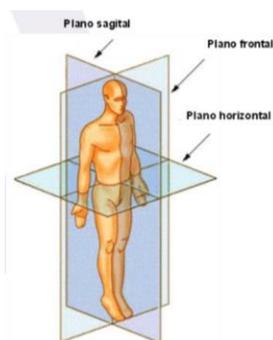
antropometría dinámica.

#### 5.3.4.2 Biomecánica

La biomecánica es el estudio de la estructura, función y movimiento de los aspectos mecánicos de los sistemas biológicos, utilizando los métodos de la mecánica. La biomecánica es una rama de la biofísica. Definición tomada de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Biomec%C3%A1nica>. 2018

Para realizar el estudio de las posturas de trabajo y del cuerpo humano es necesario conocer los planos de referencia; los cuales son superficies planas imaginarias que dividen el cuerpo en dos partes y que permiten describir la ubicación y localización de las distintas partes y órganos del cuerpo humano. Definición tomada de Esperanza Valero Cabello Centro Nacional de Nuevas Tecnologías Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo



*Ilustración 3 Planos de referencia*

Fuente: Esperanza Valero Cabello Centro Nacional de Nuevas Tecnologías Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

El plano frontal; este plano divide el cuerpo en dos partes una anterior y otra posterior, donde se evidencia los movimientos de aducción y abducción.

El plano horizontal; este plano divide el cuerpo en una zona superior e inferior; donde se puede evidenciar los movimientos de rotación perpendicular a un plano, llamados rotación interna o externa, los cuales pueden ser hacia adentro o hacia afuera de la línea de media del cuerpo.

El plano sagital medio es una superficie vertical que pasa exactamente por la mitad del cuerpo dividiéndolo en dos mitades simétricas, derecha e izquierda.

### 5.3.5 Evaluación de riesgos ergonómicos

El objetivo de las evaluaciones de riesgos ergonómicos, es valorar el riesgo con el fin de establecer controles que minimicen o supriman el riesgo, y así prevenir lesiones osteomusculares. Para seleccionar el método de medición de factores de riesgos ergonómicos, se investigó todos los métodos de medición, para escoger el más adecuado y eficiente en las operaciones del sector petrolero; específicamente en procesos de WELL TESTING. Por esta razón y para claridad del lector a continuación, se describen todos los métodos de medición y explica por qué se escoge el método REBA.

*Con respecto a las lesiones osteomusculares, los estudios de la Administración de Salud y Seguridad en el Trabajo de EE. UU. (OSHA) sobre los factores de riesgo ergonómico, han asociado cinco peligros al respecto: (tomado de Ergonomía Quirúrgica Prevención de trastornos musculo esqueléticos en la práctica quirúrgica ISBN: 978-84-09-13460-1)*

- 1. Desempeñar el mismo movimiento o patrón de movimientos cada varios segundos durante más de dos horas ininterrumpidas.*
- 2. Mantener partes del cuerpo en posturas fijas o forzadas durante más de dos horas en un mismo turno de trabajo.*
- 3. Usar herramientas que producen vibración durante más de dos horas.*
- 4. Realizar esfuerzos vigorosos durante más de dos horas de trabajo.*
- 5. Levantar manualmente pesos con frecuencia o con sobreesfuerzo.*

En Colombia; la mayoría de empresas para la identificación de peligros se basan en la GTC 045/ 2012 su anexo A; aunque es un anexo informativo es una ayuda documental fundamental, para determinar qué clase de peligros ergonómicos pueden aparecer en una actividad y/o en una tarea específica.

La GTC 45 / 2012 en su anexo A; clasifica de la siguiente manera los peligros ergonómicos (biomecánicos):

Postura (prolongada mantenido, forzada, anti gravitacional)

Esfuerzo

Movimiento repetitivo

Manipulación de cargas.

Para los peligros de vibración los clasifica como peligros físicos y se define como vibración (cuerpo entero, segmentaria).

### 5.3.5.1 Métodos de evaluación de factores de riesgos ergonómicos

Luego de establecer y definir la investigación, los factores de riesgos que se van a evaluar, es importante escoger la evaluación más acertada para obtener datos que se sirvan para minimizar el riesgo ergonómico y tener en cuenta que las metodológicas de evaluación deben reducir el error experimental.

Los métodos de evaluación de factores de riesgos ergonómicos están descritos en la siguiente tabla

*Tabla 3.* Métodos de evaluación de factores de riesgos ergonómicos

<b>Método</b>	<b>Descripción del Método</b>
Cualitativo	Cuestionario de investigación: Cuestionario Nórdico Estandarizado Escalas de opinión: Escala de percepción del esfuerzo de Borg
cuantitativo: OBSERVACION DIRECTA	RULA, REBA Y OCRA
CUANTITATIVOS DE ALTA PRECISIÓN	Análisis del movimiento basado en tecnología inercial. Análisis del movimiento basado en tecnología óptica electromiografía de superficie

---

Cuantitativos en experimentación

Termografía

---

Fuente: Ergonomía Quirúrgica Prevención de trastornos musculo esqueléticos en la práctica quirúrgica ISBN: 978-84-09-13460-1

#### 5.3.5.1 Métodos Cualitativos

Estos métodos se basan en la opinión expresada del individuo, utilizan instrumentos como cuestionarios o escalas de opinión.

##### 5.3.5.1.1 Cuestionarios de investigación

Es una herramienta de recolección de información de las preguntas formuladas a los individuos en estudio, realmente es una percepción subjetiva. Es una herramienta de costo muy bajo y recoge la información de lo que siente o percibe el individuo que está en estudio.

Para que el cuestionario de investigación sea efectivo en el estudio, debe cumplir con tres pasos fundamentales; diseño, validación y adaptación transcultural.

En el diseño del cuestionario se debe tener en cuenta, las preguntas, el orden de las preguntas, que las preguntas si sirvan para la investigación, se debe establecer la puntuación y valoración de cada una de las preguntas, es importante que se evalúe el cuestionario con una muestra de individuos antes de ser utilizada en la investigación, la muestra debe ser representativa, por lo tanto, se debe establecer una metodología para determinar el tamaño de la muestra, por último el cuestionario debe ser lo más claro posible, es recomendable establecer un instructivo para su entendimiento.

En la validación del cuestionario se debe tener en cuenta; viabilidad, reproducibilidad, sensibilidad y validez.

La adaptación transcultural del cuestionario de investigación indica que debe ser en un lenguaje que entienda los individuos del estudio, no es solo traducción a su lengua si no que adicionalmente, requiere de una estandarizado y perfeccionado del documento.

##### 5.3.5.1.1 Escalas de opinión

Es un instrumento utilizado en las Ciencias Sociales que se encuentra dirigido en general, para la medición de aspectos relacionados a la intensidad de un sentimiento o una actitud de un grupo de personas respecto a un tema en particular. Definición tomada de <http://elproyectedeinvestigacionysufases.blogspot.com/2016/03/las-escalas-de-opiniones-actitudes>.

Dentro de las escalas de opinión se encuentra las EVA´s “escalas visuales analógicas” escalas que permiten que el individuo en estudio, exprese el dolor que siente en alguna parte del cuerpo. Se diseñan de escala de 0 a 10 con intervalos de medición iguales y el individuo escoge el valor del dolor que siente de acuerdo con la parte del cuerpo afectada.

Otra escala de opinión muy conocida es la escala de esfuerzo percibido (*rating of perceived exertion*) fue creada por G. Borg en 1966. Según Borg, la “percepción de esfuerzo es la sensación de lo dura y extenuante que es una tarea física”. Por esta razón esta escala mide la percepción de la carga de la tarea física a la que ha sido sometido el trabajador.

#### 5.3.5.2 Métodos Cuantitativos

Debido a que el proyecto se realizó con una sola cuadrilla de tres personas, se establece que la valoración del riesgo biomecánico sea un método cuantitativo y no cualitativo por no tener una muestra suficiente de personal para obtener resultados representativos. Por esta razón a continuación se definen los posibles métodos de medición y se describe cual método se escoge.

##### 5.3.5.2.1 Métodos observacionales

Estos métodos son los más útiles para valorar factores de riesgo ergonómicos extremos, adicionalmente los resultados de estas investigaciones sirven como entradas para estudios más profundos. Los métodos observacionales más conocidos son:

###### 5.3.5.2.1.1 Método RULA (Rapid Upper Limb Assesment)

RULA valora la carga estática en las extremidades superiores. Analiza una sola postura, que puede ser la mantenida durante más tiempo o la más exigente, a la que se le otorga una puntuación a partir de la cual se establece un determinado nivel de actuación.

RULA evalúa cuatro factores de riesgo (número de movimientos, exigencia muscular estática, fuerza y posturas), pero no considera otros factores de riesgo ergonómico relevantes como son la velocidad, la precisión de movimientos, la frecuencia y la duración de las pausas.

#### 5.3.5.2.1.2 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA permite una valoración rápida de todo el cuerpo. Codifica cada segmento corporal individualmente y considera la repercusión del manejo de cargas, el tipo de agarre, las posturas estáticas, dinámicas o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura. El resultado final se asocia con un nivel de riesgo a padecer lesiones musculo esqueléticas y establece un nivel de acción.

Este método fue el escogido para el desarrollo de este proyecto y se explica con más detalle en el capítulo 6. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN. Se eligió debido a su rápida valoración y se puede valorar el riesgo por agarre, peso de la carga y la postura estática.

#### 5.3.5.2.1.3 Método OCRA (Occupational Repetitive Action)

OCRA valora el riesgo asociado a un trabajo repetitivo, a posturas inadecuadas o estáticas, a fuerzas, a movimientos forzados y a la falta de descanso o periodos de recuperación, valorándolos a lo largo del tiempo de actividad del trabajador. Considera asimismo otros factores influyentes, tales como las vibraciones, la exposición al frío o los ritmos de trabajo.

Otras mediciones cuantitativas son; análisis de movimiento basado en tecnología inercial, análisis de movimiento basado en tecnología óptica, electromiografía superficial y termografía.

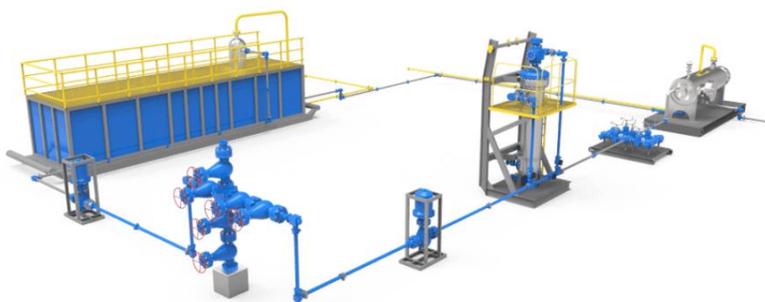
#### 5.3.6 Proceso de WELL TESTING

Con el fin de que se entienda el objetivo de este proyecto y porque se escoge el proceso de WELL TESTING a continuación, se describe como son las actividades y que es un proceso de WELL TESTING.

### 5.3.6.1 WELL TESTING

El proceso de Well testing (prueba de pozos) son pruebas que se realizan a un pozo petrolero para obtener y monitorear ciertos parámetros dinámicos ya sea en el fondo y/o en superficie que permiten determinar, por ejemplo: el daño total de la formación, permeabilidades, áreas de drene, almacenamiento, la presión del yacimiento, que tipo de fluido se produce y cuáles son sus propiedades físicas a través de pruebas de laboratorio que complementan al well testing. Definición tomada de <https://epmex.org/news/2020/06/30>.

Con ayuda de estas pruebas y los análisis de laboratorio a los que se someten los pozos, se obtienen parámetros que se pueden utilizar en un análisis nodal y crear escenarios los cuales permiten documentar quizás una propuesta para implementar un sistema artificial de producción, estimar los volúmenes de producción, si hay que efectuar una estimulación o fracturamiento, o alguna otra intervención. Tomado de <https://epmex.org/news/2020/06/30>.



*Ilustración 4 Estructura para realizar un proceso de WELL TESTING*

Fuente <https://epmex.org/news/2020/06/30>.

Como se puede evidenciar en la figura No 4 se describe las instalaciones y estructura de los equipos para ejecutar el proceso de WELL TESTING, para realizar el proceso es necesario que se construya toda la línea de conducción de crudo, esta parte del proceso es la que se analiza en este

proyecto con el objetivo de determinar los factores de riesgos de la construcción de facilidades del proceso de WELL TESTING.

### 5.3.6.2 Herramientas manuales utilizadas en el proceso de WELL TESTING

Para el construir las líneas de conducción de crudo, para el proceso de WELL TESTING se utilizan las siguientes herramientas manuales, las cuales se revisaron en la investigación de este proyecto

*Tabla 4.* Herramientas utilizadas en la construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING

Herramienta	Descripción
 <p data-bbox="191 978 730 1041"><a href="https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81PDls%2B43NL.AC.SL1500.jpg">https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81PDls%2B43NL.AC.SL1500.jpg</a></p>	<p data-bbox="870 978 1378 1073">Mazo para ajustar tuberías, con peso de 7 kilogramos</p>
 <p data-bbox="191 1318 688 1381"><a href="https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41sScwLwfoL.AC.SX425.jpg">https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41sScwLwfoL.AC.SX425.jpg</a></p>	<p data-bbox="870 1203 1378 1297">Llave de tubo de longitud de 12 pulgadas, peso de 12 kilogramo</p>
 <p data-bbox="191 1593 841 1675"><a href="https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2FGClicaciones%2Fposts%2Fherramienta-menor-v-su-clasificaci%25C3%25B3ncomo-todos-conocemos-este-concepto-hace-">https://www.google.com/url?sa=i&amp;url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2FGClicaciones%2Fposts%2Fherramienta-menor-v-su-clasificaci%25C3%25B3ncomo-todos-conocemos-este-concepto-hace-</a></p>	<p data-bbox="870 1451 1120 1482">Herramienta menor</p>

Herramientas que era necesario revisarlas y conocerlas, para tener en cuenta labores y la forma de agarre de la herramienta, su forma y peso.

## **5.4 Marco Legal segundo nivel**

Con el fin de cumplir con la legislación colombiana para factores de riesgos ergonómicos, se realizó una investigación legal que aplicará a este proyecto, a continuación, se describe los requisitos legales revisados y que puede afectar este proyecto de investigación, es importante aclarar que solo se tuvo en cuenta, para este proyecto la legislación colombiana, debido a que la investigación se desarrolla en el territorio nacional:

**5.4.1 Código sustantivo del trabajo 1950.** Artículo 348 Medidas de higiene y seguridad, modificado por el artículo 10 del decreto 13 de 1967, el cual afirma que todos los empleadores deben acondicionar locales que garantice la salud de los trabajadores; realizar exámenes médicos a todo el personal y adoptar las medidas de higiene necesario para la protección de la salud de los empleados a su servicio.

**5.4.1 Ley 9 de 1979 Por el cual se dictan medidas sanitarias. Ministerio de salud.** Ley que en su Título III artículo 80; establece normas para prevenir todo daño a la salud de los trabajadores por el entorno y exige proteger a todos los trabajadores contra los riesgos que afecten la salud, para lo cual se deben eliminar o minimizar a través de controles específicos.

En el artículo 81 define que la salud de los trabajadores es indispensable para el desarrollo del país.

En el artículo 84, se definen las obligaciones de los empleados, la cuales se centran en proporcionar y mantener un ambiente de trabajo en condiciones de higiene adecuadas, minimizando los riesgos a los que está expuesto el trabajador.

**5.4.2 Decreto 614 de 1984.** Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país, en su Artículo 2, refuerza lo establecido en la ley 9/1979; donde se exige que se debe proteger la salud de los trabajadores, prevenir daños a la salud de los trabajadores, proteger al personal contra los riesgos que puedan afectar la vida de los empleados y por ultimo demanda eliminar y controlar los agentes nocivos para la salud.

En el artículo 24 Responsabilidades de los patronos. Implementar y mantener un programa

de salud de ocupacional, ahora un Sistema de gestión en seguridad, salud en el trabajo.

En el artículo 30 se define que dentro del programa de salud ocupacional ahora Sistema de gestión en seguridad, salud en el trabajo, se debe implementar y mantener el subprograma de medicina preventiva, donde se deben desarrollar actividades de prevención de enfermedades profesional..., educación en salud

**5.4.2 Resolución 1016 de 1989.** Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En su artículo segundo, describe que el programa de salud ocupacional debe ser integrar formado por los subprogramas de Higiene y seguridad industrial y medicina preventiva y del trabajo y este programa debe tener como objetivo preservar la salud de los trabajadores y los subprogramas se deben realiza en la empresa en forma integrada con todas las disciplinas que participen.

En el artículo decimo; se establece el objetivo de los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo, el cual es promoción y control de la salud del trabajador, protegiéndolo de los factores de riesgo ocupacionales. También en su ítem 11 del mismo artículo se describe que se deben diseñar y ejecutar programas para la prevención y control de enfermedades relacionadas o agravadas por el trabajo

**5.4.3 Constitución Política del 1991 artículo 25.** El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.

**5.4.4 Resolución 2346 de 2007.** Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales. La cual describe que se deben realizar exámenes medico ocupacionales comparte de la promoción y prevención de la salud de los trabajadores, los cuales son mecanismos de prevención y control.

**5.4.5 Resolución 2844 de 2007-** Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. Esta guía da los parámetros para manejar las posibles enfermedades de desorden musculo esqueléticos; específicamente de Dolor lumbar por levantamiento de caras y hombro doloroso por factores de riesgos del trabajo.

**5.4.6 Ley 1562 de 2012.** por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Esta ley define el concepto de enfermedad laboral, con el fin de que y da los lineamientos para que posteriormente se establezcan las enfermedades laborales.

**5.4.7 Decreto 1477 de 2014** Por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales. Este decreto establece las enfermedades laborales, identificadas hasta el día de su emisión, se revisa este decreto para identificar las posibles enfermedades por lesiones osteomusculares, ocasionadas por el trabajo. Se revisa las enfermedades laborales, Anexo técnico 1.5 Agentes ergonómicos y las enfermedades grupo XII – enfermedades del sistema músculo esquelético y tejido conjuntivo, donde en una tabla se describe los agentes etiológicos /factores de riesgo ocupacional – Ocupaciones (industrias donde se realizan esos factores de riesgo) y las posibles enfermedades musculo esqueléticas que se pueden generar.

Luego más adelante en el decreto describe las enfermedades musculo esqueléticas y las clasifican de acuerdo con el código CIE 10.

## 6. Marco Metodológico de la Investigación.

El marco metodológico de la investigación es inductivo- descriptivo-cualitativo, se escoge un método cualitativo de observación el cual es el Método REBA, para la etapa específica del proceso de WELL TESTING construcción de línea de conducción de crudo.

Esta investigación se realizó en la empresa PETROLEUM PACIFIC ENERGY. PPE SAS, empresa dedica a la prestación de servicios petroleros, a diferentes operadoras de perforación de petrolero en el país. Empresa creada desde 2010 y con una experiencia bastante amplia en el sector petrolero en procesos de WELL TESTING

### 6.1 Fases de estudio

Fases	ACTIVIDADES	2021					
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DIAGNOSTICO	1. Revisar y entender los procedimientos operativos de WELL TESTING	P					
		E					
	2. Revisar el paso a paso de los proceso de WELL TESTING, con el fin de establecer las tareas críticas, desde el componente ergonómicos	P					
		E					
	1.3 Determinar las tareas criticas del well testing, que afecten la parte osteomuscular del trabajador	P					
		E					
INVESTIGACION	1.4 Escoger la muestra de trabajadores que va hacer estudiada.	P					
		E					
	1.5 Revisar historias clínicas de la muestra de los trabajadores escogidos	P					
		E					
	1.6 Revisar indicadores de ausentismo por lesiones osteomusculares por la actividades de WELL TESTING	P					
		E					
ANALISIS DE RESULTADOS	2.1 Investigar métodos de valoración de posturas corporales		P				
			E				
	2.2 Escoger el método de valoración, de acuerdo con las posturas evidenciadas en los procesos de well testing		P				
			E				
ANALISIS DE RESULTADOS	2.3 Investigar sobre tesis internacionales y nacionales de valoración de posturas corporales		P				
			E				
	2.4 Investigar legislación nacional aplicable a la prevención de riesgo ergonómico		P				
			E				
	3.1 Realizar la justificación del proyecto			P	P		
				E	E		
ANALISIS DE RESULTADOS	3.2. Definir el problema del proyecto			P	P		
				E	E		
				P	P		

	3.3 Describir el marco teórico del proyecto y las definiciones claves para entender nuestro proyecto	E	E
	3.4 Identificar los factores de riesgos ergonómicos del proceso de well testing	P	P
	3.5 Valoración del riesgo de las posturas corporales, de acuerdo con el método definido.	E	E
	3.5 Análisis de la información obtenida por el método definido	P	P
		E	E
REALIZAR PROPUESTA	4.1 Proponer el programa de prevención de lesiones osteomusculares, en procesos de WELL TESTING de la empresa PPE SAS	P	P
	4.2. Proponer medidas de control para la prevención de lesiones osteomusculares	E	E
	4.3 Proponer presupuesto para implementar la medidas de control, definidas en el punto anterior	P	P

## 6.2 Diagnostico de la empresa frente a la prevención de lesiones osteomusculares en el proceso de WELL TESTING

### 6.2.1 Recolección de la información

#### 6.2.1.1 Fuentes de información primaria

Con el fin de entender las operaciones de la empresa PPE SAS, se realizó revisión de los documentos de operación de la empresa donde se describe como es el proceso de WELL TESTING, adicionalmente se revisaron los documentos del SG SST como fueron la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos del proceso de WELL TESTING y los indicadores de ausentismo del año 2020, de igual forma se realizaron entrevistas con los trabajadores que participan en el proceso de WELL TESTING y se revisaron sus historias clínicas.

Por otro lado, se realizó observación de la tarea de la construcción de WELL TESTING, con el fin de obtener la información más real del proceso y así establecer la cuantificación del riesgo según el método REBA

#### 6.2.2 Fuentes de información secundaria

Las fuentes secundarias de información; fueron las tesis de grado de especialización que tienen estudios ergonómicos, especialmente con métodos cuantitativo de observación, las cuales se describe en el numeral de 5.1 del estado del arte. Adicionalmente se revisaron Normas técnicas de

evaluación de riesgos ergonómicos colombianas e internacionales.

También se revisaron los documentos que describen detalladamente la evaluación del método REBA. También se revisó documentos que describen el proceso de WELL TESTING y clases de herramientas que se utilizan en procesos de facilidades del sector

### 6.2.3 Procedimientos y documentación revisada

Inicialmente se revisa la documentación, que puede aportar al estudio y solución de este proyecto, para lo cual se realizó una entrevista con el personal de SST de la empresa, donde entrega la documentación que pueda ser relevante para este proyecto.

Los documentos solicitados fueron;

Matriz de peligros y valoración de riesgos del proceso de WELL TESTITNG

Análisis de ausentismo del año 2020

Historias clínicas de los trabajadores que realizan WELL TESTING y

Procedimiento de WELL TESTING

Aunque dentro de la revisión realizada a los documentos, no se evidencia que se tenga enfermedades de origen laboral por lesiones osteomusculares, ni sintomatología sentida reportada por los trabajadores, pero se debe a que no se tiene una valoración exhaustiva adicionalmente dentro de la matriz de identificación de peligros se tiene valorado este riesgo como medio y no se le ha dado la importancia para desarrollar actividades de prevención ni de control.

Tampoco se evidencia ausentismo por lesiones osteomusculares por labores en el proceso de WELL TESTING. En cuanto a las historia clínicas se evidencia que no se describen ninguna patología por diagnosticos debido a lesiones osteomusculares, pero es importante tener en cuenta que estas historias clínicas revisadas son de personas relativamente muy jóvenes menores de 35 años, edad que no es construmbre que aparezcan este tipo de lesiones.

### 6.2.3 Población y muestra

La población escogida para este proyecto fueron tres trabajadores que realizan la actividad del proceso de WELL TESTING, Un supervisor y dos Auxiliares. En el momento de la investigación y por la afectación de la pandemia solo se tiene esta cuadrilla de trabajo, por lo tanto,

se trabajó con el 100% de la población de la empresa que realiza operaciones de WELL TESTING.

La población es de género masculino, entre edad de 20 y 35 años, solo se incluye población que ejecute labores de construcción de facilidades para el sector petrolero.

#### 6.2.4 Recurso y materiales

##### 6.2.4.1 Presupuesto

*Tabla 5.* Recurso Humano del proyecto

<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Responsabilidad y funciones dentro del proyecto</b>	<b>Horas de trabajo</b>
<b>Integrante 1 del proyecto de investigación</b>	Profesión médica. Revisión de las posiciones ergonómicas de los trabajadores Análisis de los resultados y desarrollo de las conclusiones del proyecto	250 horas
<b>Integrante 2 del proyecto de investigación</b>	Profesión Ingeniera Química, Revisión e implementación de la metodología de investigación. Análisis de los resultados y desarrollo de las conclusiones del proyecto	250 horas

*Tabla 6.* Recurso físicos

<b>Descripción</b>	<b>Propósito del proyecto</b>
--------------------	-------------------------------

Computadores	Elaboración del documento del proyecto
Cámaras fotográficas	Toma de fotografías de las tareas del proyecto
Plataformas de comunicación meet, WhatsApp y correos electrónicos	Comunicación de la empresa con los responsables del proyecto
Transporte	A las sedes de la empresa, para verificar las actividades del proyecto

### 6.2.3 Tareas del proceso de WELL TESTING

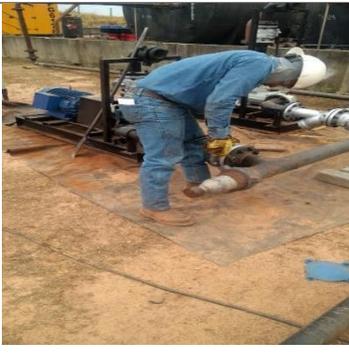
Luego con la técnica de observación a la actividad específica de construcción de crudo en el proceso de WELL TESTING, se verifica como se realiza la tarea, para lo cual se toman fotos de la operación paso a paso y se establece la continuidad de la tarea.

Tabla 7. Pasos de la tarea de la construcción de línea de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING

PASO DE LA TAREA			
FASE	TAREA	FOTO	DESCRIPCION DE LA TAREA
1.	Traslado de la tubería y accesorios		<p>Después de establecer la zona, donde se va construir el equipo de WELL TESTING, se envía la tubería, accesorios, herramientas y equipos para esta operación a través de transporte terrestre. Cuando estos elementos llegan al campo de producción los trabajadores bajan la tubería y la llevan cargando a la zona específica de construcción.</p> <p>En ocasiones no se traslada la tubería, debido a que el vehículo de transporte puede llegar hasta la zona de descargue final</p> <p>Peso de la tubería: De 2" sch 40 pesa 5.44 kilos x metro</p>

<p><b>2.</b> Preparación del terreno</p>		<p>Después de que llegan tubería, equipos, herramientas y accesorios, se revisa el terreno y los planos para organizar la ubicación de los equipos y tubería. Se limpia el terreno, se barre se organiza las geomembranas encima del suelo, para evitar que se contamine por derrames de crudo</p>
<p><b>3.</b> Construcción de la línea</p>		
<p>Etapa 1</p>		<p>Luego que ya se ubica cada uno de los accesorios y tubería, se comienza a armar la línea de conducción de crudo, de acuerdo con los planos aprobados por el cliente.</p>
<p>Etapa 2</p>		<p>Se realizan uniones de tubería con flanges a través de los tornillos de la tubería con herramientas manuales.</p>
<p>Etapa 3</p>		<p>Se verifica que la altura de la tubería sea uniforme para que no se interrumpa la conducción del crudo.</p>
<p>Etapa 4</p>		<p>La tubería se debe ubicar de acuerdo con el plano del cliente y para ajustar se puede usar un palo de madera y/o llave de tubo</p>

---

Etapa 5		Para la construcción de la línea de conducción se debe ajustar y colocar accesorios con herramientas manuales y realizando postura sostenidas, para lograr cumplir con la labor
Etapa 6		Para ajustar la tubería y evitar derrames de crudo cuando se ha terminado la construcción de la línea, se verifica su ensamble apretando con llaves de tubo
Etapa 7		Para finalizar se debe ajustar los accesorios de la tubería con mazo de cobre.

---

Estos pasos de la tarea se repiten cuantas veces sea necesario, hasta terminar la construcción completa del equipo de WELL TESTING y se ha aprobado por el cliente para la medición de parámetros de la operación.

Luego de revisar la operación al detalle y la facilidad del método para utilizarlo en este tipo de actividades se escoge la valoración del riesgo con el método REBA, el cual se describe en el numeral 6.3 Método REBA.

### **6.3 Método REBA. Método escogido**

Luego de investigar tesis internacionales y nacionales, legislación Colombiana se define que el método REBA, es el más adecuado para valorar este tipo de riesgo para esta actividades.

Toda la información del Método REBA se obtuvo y se basó en lo descrito en Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta12-05-2021]. Disponible online:

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

El método REBA, tiene bastante similitud con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), pero este último analiza de las extremidades superiores y a trabajos en los que se realiza movimientos repetitivos. La bondad del método REBA (Rapid Entire Body Assessment). es que es un método más general e incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, tiene en cuenta extremidades superiores (brazo, antebrazo y muñeca), tronco, de cuello y piernas, además incorpora un nuevo concepto que se llama “la gravedad asistida” esto se refiere al efecto que tiene la gravedad sobre posturas de brazo levantado.

Las ventajas del método REBA son:

Método específico para el análisis postural sensible para evaluar riesgos ergonómicos en una variedad de tareas, Segmenta el cuerpo para codificarlos individualmente, teniendo en cuenta la referencias a los planos de movimiento

Se puede cuantificar para actividad muscular por posturas estáticas segmento corporal o una parte del cuerpo y posturas dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo, repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.

Se reflejar la interacción o conexión entre la persona y la carga

Se puede analizar la variable de agarre, para evaluar la manipulación manual de pesos

Se obtiene puntuaciones finales con el fin de que sean utilizadas para definir controles de prevención.

Es un método de observación, por lo tanto, es un método económico de realizar.

El método REBA se aplicó teniendo como base las técnicas NIOSH (Waters et al., 1993), Proporción de Esfuerzo Percibida (Borg 1985), OWAS, Inspección de las partes del cuerpo (Corlett and Bishop, 1976) y RULA (McAtamney and Corlett, 1993).

### 6.3.1 Pasos para desarrollar el método REBA

Los pasos a seguir para realizar la valoración del riesgo ergonómico, según el método REBA son:

#### 6.3.1.1 Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador

Inicialmente se observa al trabajador en los diferentes ciclos de trabajo, cuando los ciclos son muy largos, se puede segmentar el ciclo, con el fin de que el análisis y la observación sean más eficiente.

#### 6.3.1.2 Selección de las posturas a evaluar

Para esta etapa, se debe escoger posturas que a priori, se observe una mayor carga postural, teniendo en cuenta su duración, frecuencias o desviaciones respecto a la posición neutra. Es importante tener en cuenta el tiempo que el trabajador dura en cada postura.

Determinar si se evalúa el lado izquierdo del cuerpo o el derecho

Un experto en temas de evaluación de lados del cuerpo, puedo escoger solamente revisando los ciclos de trabajo, pero para este proyecto se escogerán los dos lados del cuerpo, para cubrir todas las posibilidades de lesiones osteomusculares.

Tomar los ángulos requeridos y determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo

Para tomar los ángulos requeridos se observa la tarea de acuerdo con los ciclos establecido, es importante tomar registro fotográfico, para analizar los ángulos que realiza el trabajador.

Luego de determinar los ángulos se calcula la puntuación de cada parte del cuerpo,

teniendo en cuenta estos parámetros

### 6.3.1.3 Calculo de la puntuación

El método REBA divide el cuerpo en dos Grupos A y B. Grupo A; Tronco, cuello y piernas Grupo B; Brazos, antebrazos y muñecas; y luego se cuantifica los ángulos de trabajo según la siguiente puntuación.

#### Grupo A

*Tabla 8.* Puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Esta puntuación valora la flexión del tronco. Se aumentará en un punto cuando exista rotación o inclinación lateral del tronco.

*Tabla 9.* Puntuación cuando hay flexión del tronco

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Se tienen en cuenta dos flexiones mayores y menores de 20 grados y extensión

*Tabla 10.* Puntuación del cuello

Posición	Puntuación
<b>Flexión entre 0° y 20°</b>	<b>1</b>
<b>Flexión &gt;20° o extensión</b>	<b>2</b>

La puntuación del cuello, será aumentada en un punto cuando se presente rotación inclinación lateral de la cabeza.

*Tabla 11.* Puntuación de cuello cuando hay rotación/inclinación de cabeza

Posición	Puntuación
<b>Cabeza rotada o con inclinación lateral</b>	<b>+1</b>

La puntuación de las piernas está afectada por la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.

*Tabla 12.* Puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

La puntuación de las piernas aumenta un punto cuando existe flexión de una o ambas rodillas, el incremento podrá ser hasta de 2 unidades si existe flexión de más de 60 grados. Diferencia es cuando el trabajador está sentado, en esta situación no se incrementa la puntuación.

*Tabla 13.* Puntuación de piernas con flexión de rodillas

Posición	Puntuación
----------	------------

Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

## Grupo B

En este grupo se valora los brazos, antebrazo y muñeca, se debe escoger solo la puntuación de un solo lado, pero por seguridad del estudio se evalúan los dos lados y los resultados determinaran que lado se escogerá, teniendo en cuenta su resultado final.

La puntuación del brazo resulta a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco

*Tabla 14.* Puntuación del brazo

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Esta puntuación aumentará un punto si se presenta elevación del hombro, brazo abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si se presenta rotación del brazo. Sí el trabajador dentro de su puesto de trabajo, tiene un punto de apoyo donde puede descansar el brazo mientras desarrolla su tarea, la puntuación disminuye.

*Tabla 15.* Puntuación según extensión de brazo

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3

Flexión >90°	4
--------------	---

*Tabla 16.* Puntuación según movimiento de brazo

Posición	Puntuación
Brazo abducido o brazo rotado	+1
Hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, teniendo en cuenta el eje del antebrazo y el eje del brazo.

*Tabla 17.* Puntuación según flexión de antebrazo

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión / extensión medido desde la posición neutra.

*Tabla 18 .* Puntuación de la muñeca, según flexión

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

La puntuación de la muñeca aumentará un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión.

*Tabla 19.* Puntuación de muñeca, según desviación

Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	+1

Valoradas las posturas de los trabajadores, de acuerdo con el grupo A y grupo B se calculan puntuaciones globales de cada grupo.

Para obtener los resultados de la puntuación del Grupo A se empleará el siguiente cruce de valores:

*Tabla 20.* Puntuación para el grupo A

	<b>Cuello</b>											
	<b>1</b>				<b>2</b>				<b>3</b>			
	<b>Piernas</b>				<b>Piernas</b>				<b>Piernas</b>			
<b>Tronco</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
<b>2</b>	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
<b>3</b>	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
<b>4</b>	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
<b>5</b>	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Para obtener los resultados de la puntuación del Grupo B, se empleará el siguiente cruce de valores:

*Tabla 21.* Puntuación para el Grupo B.

<b>ANTEBRAZO</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Muñeca</b>	<b>Muñeca</b>

<b>Brazo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	1	2	2	1	2	3
<b>2</b>	1	2	3	2	3	4
<b>3</b>	3	4	5	4	5	5
<b>4</b>	4	5	5	5	6	7
<b>5</b>	6	7	8	7	8	8
<b>6</b>	7	8	8	8	9	9

La anterior valoración es la puntuación global del grupo A y B; pero es importante tener en cuenta la fuerza que ejecuta el individuo y el tipo de agarre que se utiliza para levantar cargas.

Para lo cual se hace una modificación de la puntuación del grupo A para fuerza ejercida y del grupo B para tipo de agarre. La fuerza ejercida modificará el puntaje del grupo A si el peso es mayor de 5 kilogramos.

*Tabla 22.* Modificación de la puntuación del grupo A, según carga o fuerza

<b>Carga o fuerza</b>	<b>Puntuación</b>
Carga o fuerza menor de 5 kilogramos	0
Carga o fuerza entre 5 a 10 kilogramos	+1
Carga o fuerza mayor de 5 kilogramos	+2

*Tabla 23.* Incremento de puntuación del grupo A, según carga o fuerzas ejercidas

<b>Carga o fuerza</b>	<b>Puntuación</b>
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

Como se explica en anteriormente, la puntuación del grupo B, se modifica de acuerdo con la calidad de agarre, según la tabla No 25

*Tabla 24.* Incremento de puntuación del grupo B, según la calidad del agarre

<b>Calidad de agarre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Bueno</b>	El agarre es de asas o agarraderas y las manos pueden agarrar bien el objeto	0
<b>Regular</b>	El agarre es de asas o agarraderas, pero el tamaño no es el adecuado o al sujetar el objeto se flexiona los dedos 90°	+1
<b>Malo</b>	Los objetos para levantar son voluminosa granel, irregulares o con aristas y los dedos realizan fuerza presionado los laterales del objeto.	+2
<b>Inaceptable</b>	El agarre es torpe o inseguro	+3

Luego de la nueva puntuación se calcula la puntuación C

*Tabla 25.* Puntuación C Puntuación A (anterior Grupo A); Puntuación B (Anterior Grupo B)

Puntuación A	Puntuación B											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

*Tabla 26.* Puntuación final. Incremento de la puntuación C según actividad muscular

<b>Tipo de actividad muscular</b>	<b>Puntuación</b>
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

#### 6.3.1.4 Nivel de Actuación

De acuerdo con la puntuación final se determina el valor del riesgo, teniendo en cuenta la siguiente tabla.

*Tabla 27.* Valores de riesgo, según Método REBA

<b>Puntuación</b>	<b>Nivel</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Acciones de prevención</b>
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

De acuerdo con la valoración del riesgo que resulte de la evaluación del método, se definen las actividades de prevención y control del riesgo ergonómico, actividades que son entradas para desarrollar el programa de prevención del riesgo ergonómico, el gran objetivo de este proyecto.

#### 6.4 Análisis de la información

Teniendo en cuenta los pasos de la tarea que se escogieron y el método REBA se obtienen los siguientes resultados

Tabla 28. Evaluación de riesgo ergonómico. Método REBA

PASO DE LA TAREA	FOTOGRAFIA	EVALUACION METODO REBA												VALOR DEL RIESGO	INTERVENCION ERGONOMICA	
		GRUPO A			CARGA / FUERZA	PUNT. A	GRUPO B			AGARRE	PUNT. B	PUNT. C	PUNT. ACT			PUNT. REBA
		TRONCO	CUELLO	PIERNAS			BRAZOS	ANTEBRAZO	MUÑECAS							
Preparación del terreno		3	3	2	0	6	3	2	1	0	4	7	2	9	ALTO	Es necesaria la actuación de inmediato
Construcción de la línea. Etapa 1		4	3	3	0	8	3	1	1	0	3	8	2	10	ALTO	Es necesaria la actuación de inmediato
Construcción de la línea. Etapa 2		1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	2	BAJO	No es necesaria actuación

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS EN LA EMPRESA PPE SAS

<p>Construcción de la línea. Etapa 3</p>		4	2	2	1	7	4	1	1	1	5	9	1	10	ALTO	Es necesaria la actuación de inmediato
<p>Construcción de la línea. Etapa 4</p>		2	2	1	1	4	3	1	1	1	4	4	2	6	MEDIO	Es necesario la actuación
<p>Construcción de la línea. Etapa 5</p>		3	1	1	1	3	3	1	1	1	5	9	1	5	MEDIO	Es necesario la actuación

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS EN LA EMPRESA PPE SAS

<p>Construcción de la línea. Etapa 6</p>		1	1	1	2	4	3	1	1	1	5	4	1	5	<p><b>MEDIO</b></p>	<p>Es necesario la actuación</p>
<p>Construcción de la línea. Etapa 7</p>		1	1	1	2	3	3	2	1	1	4	4	2	6	<p><b>MEDIO</b></p>	<p>Es necesario la actuación</p>

## 7. Resultados y propuesta

### 7.1 Resultados

Se analizaron 8 etapas del proceso y de acuerdo con los datos obtenidos de la actividad de WELL TESTING de construcción de la línea de conducción de crudo, se puede describir

Tabla 29. Valor del riesgo biomecánico número de etapas

VALOR DEL RIESGO	TOTAL DE ETAPAS
ALTO	3
BAJO	1
MEDIO	4
<b>Total general</b>	<b>8</b>

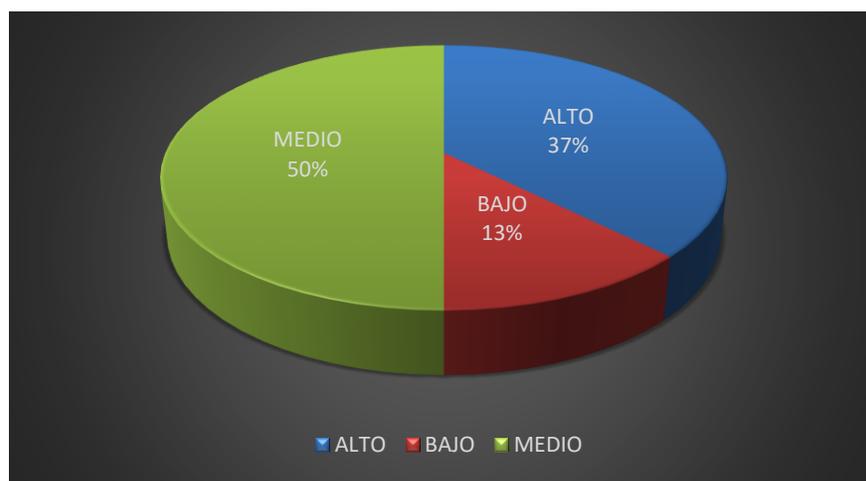


Gráfico 1 Porcentaje de valor de riesgo ergonómico por etapas

El 50% de las etapas analizadas, obtuvieron valor del riesgo biomecánico medio y el 37% de las actividades obtuvieron un valor de riesgo de alto, para un total de 87%.

Tabla 30. Valor del riesgo por etapa de la actividad

Paso de la tarea	PUNT. REBA	RIESGO
Construcción de la línea. Etapa 1	10	ALTO
Construcción de la línea. Etapa 2	2	BAJO
Construcción de la línea. Etapa 3	10	ALTO
Construcción de la línea. Etapa 4	6	MEDIO
Construcción de la línea. Etapa 5	5	MEDIO
Construcción de la línea. Etapa 6	5	MEDIO

<b>Construcción de la línea. Etapa 7</b>	6	<b>MEDIO</b>
<b>Preparación del terreno</b>	9	<b>ALTO</b>

Las etapas con el riesgo más alto son la construcción de línea etapa uno y la etapa tres, seguido de la actividad de preparación del terreno.

Las etapas de construcción 4,5,6 y 7 obtuvieron un valor de riesgo medio y la etapa de construcción 2 obtuvo un valor de riesgo bajo de 2 puntos.

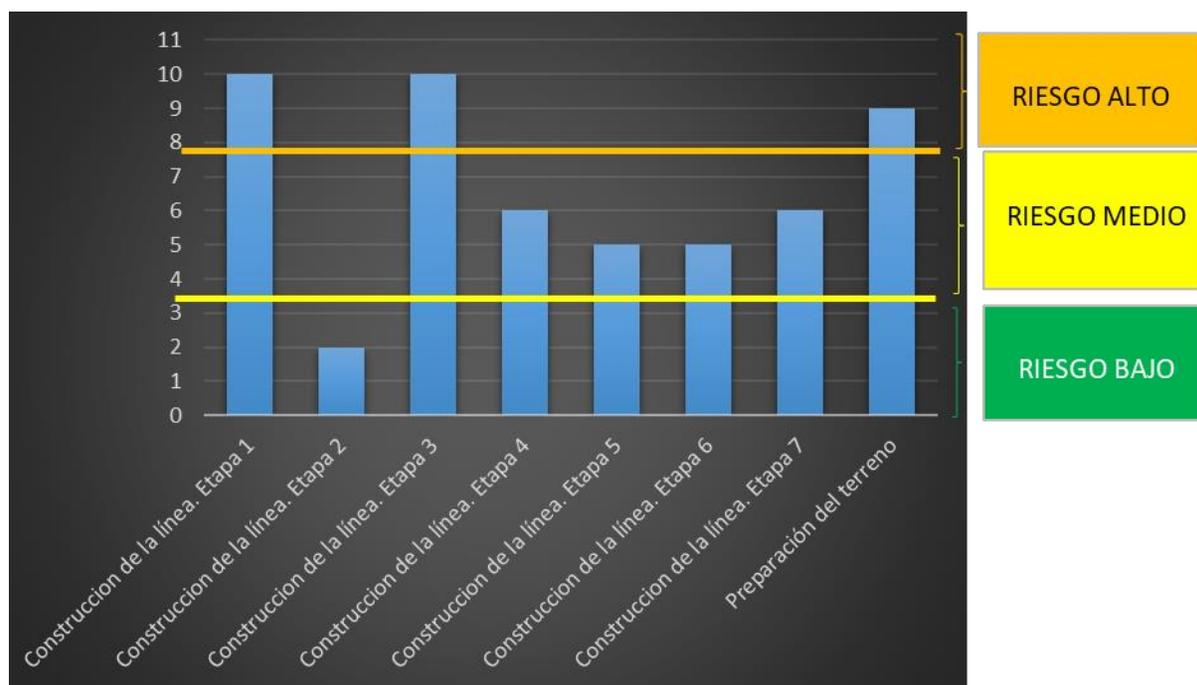


Gráfico 2 Valor de riesgo ergonómico por cada etapa de la actividad

Teniendo en cuenta los valores de puntuación A, B, C, y REBA se evidencia que la actividad de construcción de línea de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING, afecta en mayor intensidad la parte de cuello, tronco y piernas. Por esta razón es importante tener en cuenta este análisis en la elaboración de controles del programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas

Tabla 31. Comparación de puntuación A, B y REBA de acuerdo con cada etapa

TAREA	PUNT. A	PUNT. B	PUNT. REBA
<b>PT</b>	6	4	9
<b>ETAPA 1</b>	8	3	10
<b>ETAPA 2</b>	2	1	2
<b>ETAPA 3</b>	7	5	10
<b>ETAPA 4</b>	4	4	6
<b>ETAPA 5</b>	3	5	5
<b>ETAPA 6</b>	4	5	5
<b>ETAPA 7</b>	3	4	6

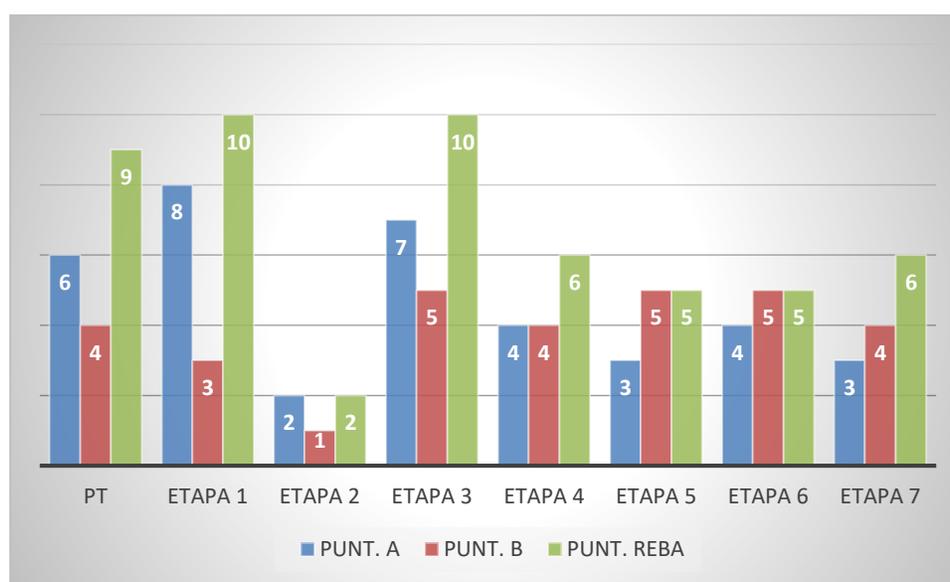


Gráfico 3 Comparación de la puntuación A, B y REBA, según etapa de la actividad

De acuerdo con lo anterior, los factores de riesgos biomecánicos que son de mayor riesgo son las posturas forzadas y mantenidas que puedan generar consecuencias como daños a la columna, cuello y piernas.

## 7.2 Discusión

La Identificar los Factores riesgos biomecánicos de las actividades de construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de Well Testing, se realizó con las inspecciones visuales a las tareas de la operación y teniendo en cuenta la clasificación de riesgos de la GTC

45 de 2012 se determina que los factores de riesgo biomecánicos para esta actividad; son posturas prolongada, mantenida, forzada, esfuerzo y manipulación de cargas; y analizando los datos obtenidos de las valoraciones de REBA, las posturas forzadas, mantenidas de las operaciones pueden afectar cuello, tronco y piernas de los trabajadores de la empresa PPE SAS. Con este tipo de factores de riesgos identificados se evidencia que pueden aparecer enfermedades laborales causadas por lesiones osteomusculares a través del tiempo, por esta razón es importante que este estudio continúe teniendo en cuenta la variable de tiempo de exposición al factor de riesgo identificado. Este resultado es el esperado teniendo en cuenta la revisión bibliográfica de la tesis “*Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores de taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicio petroleros*” de la Universidad técnica de Cotopaxi CIYA 2017; donde su conclusión es que el 60% de los trabajadores del taller de mantenimiento están expuestos a posturas forzada y levantamiento de cargas en un tiempo de 5 a 6 horas. También revisando el artículo de “*Valoración postural y riesgo de lesión musculo esquelética en trabajadores de una plataforma de perforación petrolera lacustre*”, 2008, una de sus conclusiones fue que los valores de REBA evidencia una relación significativa entre la adopción de posturas inadecuadas por tiempo prolongado.

La valoración del riesgo biomecánico por medio del método REBA (Rapid Entire Body Assessment)- Rápida evaluación de cuerpo entero, se evidencia que para la operación de WELL TESTING el 87% de las etapas de esta operación se clasifican entre medio y alto; para lo cual se determina que esta operación tiene una valoración media-alta para los riesgos biomecánicos. De acuerdo con estos resultados las etapas donde se prepara el terreno y la etapa 1 y 3 de la construcción de la línea son las que se valoran como riesgo alto, es importante aclarar que estas etapas se realizan posiciones sostenidas con tiempos mayores a 5 o 6 horas, donde se afecta notablemente el tronco, cintura, cuello y piernas. Con el valor de estos riesgos se afianza que la actividad construcción de línea de WELL TESTING es una operación que puede afectar la salud de los trabajadores, es importante que este estudio continúe realizando seguimiento de exámenes médicos ocupacionales periódicos con énfasis osteomuscular de los trabajadores que realizan este tipo de tareas. La valoración del riesgo alto de esta operación, realizada con esta metodología, es la esperada teniendo en cuenta la

revisión de la tesis de *“efectos en los trabajadores con exposición a riesgo ergonómico en la nave de envasado de glp y propuesta de un plan de control”*. 2014 donde se concluye que el riesgo es alto para posturas forzadas en los puestos de los estibadores de cilindros de GLP, y también teniendo en cuenta el artículo *“Evaluar posturas forzadas en los trabajadores del puesto cuñero del taladro de perforación Hidrocarburiífero”*. 2019, donde se evidencia que los cuñeros que tienen más de 7 años laborando tiene prevalencia alta de afecciones en espalda baja en un 71,4%, cuello y muñecas en un 42% ambas, por posturas forzadas.

Analizando los resultados obtenidos de la valoración de riesgos biomecánicos, por medio del método REBA; en el proceso de WELL TESTING en la empresa de PPE SAS. El 37% de las etapas analizadas obtuvieron una valoración del riesgo alto; el 50% de estas etapas obtuvieron una valoración de riesgo medio. Una sola etapa obtuvo riesgo bajo. Los datos obtenidos de la valoración del grupo A definido en la metodología REBA evidencian que tiene una gran incidencia en el resultado final de la puntuación REBA, para lo cual se determina que las operaciones de WELL TESTING afecta en mayor grado las partes del cuerpo tronco, cuello y piernas, también se puede determinar que el levantamiento de carga no es significativo en el puntaje final de REBA. Por otro lado, revisando los valores del riesgo del grupo B específicamente agarre es insignificante en la valoración final; de acuerdo con el método escogido. Aunque inicialmente se pensó que los factores de riesgo biomecánico más alto era el levantamiento de cargas, por el levantamiento de tubería y por uso de herramientas pesadas como la llave de tubo y el mazo; se evidencia con esta valoración final que estos factores riesgos se valoraron como riesgo medio. De acuerdo con la valoración del riesgo y evidenciando que el agarre no es significativo para la operación de WELL TESTING no se tuvo en cuenta la tesis de grado *“Análisis comparativo del riesgo ergonómico, productividad y costos por el uso de herramientas manuales convencionales versus herramientas manuales innovadora en tareas de mantenimiento”*. 2019 para recomendar diseños de herramientas manuales innovadoras.

Los componentes y controles para el programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas, en actividades de construcción de líneas de conducción de crudo en el proceso de WELL TESTING, en la empresa PPE SAS, se determinaron teniendo en cuenta que los

resultados de la valoración del riesgo REBA están entre alto y medio para este tipo de operaciones. Para el programa es importante tener en cuenta al trabajador, al entorno y al medio con el fin de que sea eficiente para la prevención de lesiones musculoesqueléticas, por esta razón el programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas tendrán como componentes subprogramas de medicina preventiva, subprograma de higiene industrial y el subprograma de seguridad industrial y un componente administrativo con el fin de que se implemente, se mantenga y se verifique continuamente. Para este programa específico se enfatiza en los componentes medicina preventiva primaria y de higiene industrial, para la parte de seguridad industrial se determinan actividades puntuales ya que de acuerdo con las valoraciones el agarre y levantamiento de cargas de herramientas manuales no es significativo para el puntaje final REBA. También se tiene en cuenta la metodología del ciclo PHVA; planear, hacer, verificar y actuar, con el fin de que el programa se mantenga a través del tiempo. Estas determinaciones de acuerdo con la tesis "*Programa de prevención de los desórdenes músculo esqueléticos del miembro superior y columna vertebral en trabajadores de la IPS indígena mallamas*", IPIALES, 2017, donde se realiza más un enfoque con los componentes de medicina preventiva y de higiene industrial. Es importante aclarar que este programa de prevención de lesiones osteomusculares también da respuesta para cumplir con los requisitos legales como son la ley 9 de 1979, el decreto 614 de 1984 y resolución 1016 de 1989; donde exigen un programa de prevención y cuidado de la salud de los trabajadores para riesgos prioritarios.

### **7.3 Propuesta de un plan de control**

La prevención está relacionada con la acción de anticipar las consecuencias negativas de una situación y la actuación para modificarla, con el fin de eliminar o minimizar los riesgos biomecánicos en la construcción de líneas conducción de crudo de well testing para la empresa PPE SAS.

El presente proyecto pretende controlar las condiciones que puedan causar alteraciones en la salud, tales como los accidentes y las enfermedades laborales que se pueden evitar si se lleva una adecuada prevención. Se puede definir a la prevención de las enfermedades como el conjunto de medidas o acciones dispuestas de manera anticipada para evitar la aparición de

efectos nocivos en la salud; por otra parte, en el control de enfermedades se incluyen acciones dirigidas a la disminución, limitación o mantenimiento de las mismas bajo un nivel en el cual el impacto negativo para la salud en los trabajadores es eliminado, tolerable o aceptable. La Seguridad e Higiene Industrial se enfoca en mantener el bienestar físico, mental y social de los trabajadores durante la ejecución de su trabajo, para lo cual existen actividades orientadas a preservar, conservar y mejorar la salud a través de la prevención y control de enfermedades o accidentes laborales. Es así que, un plan de control implica el conjunto de objetivos, acciones y procedimientos establecidos que se deben observar dentro del centro de trabajo para prevenir y controlar las enfermedades músculo-esqueléticas.

### 7.3.1 Estructuración de las medidas de control.

Para el diseño y desarrollo de un plan de control que evite las enfermedades laborales existen factores que deben ser considerados, como es el caso de la maquinaria, las herramientas, instalaciones locales, procedimientos, que interaccionan de manera directa con el trabajador de well testing de PPE SAS. Al mantenerse una visión integral del origen de los riesgos laborales es posible generar medidas de prevención apropiadas para reducir o eliminarlos. La prevención debe llevarse a cabo de manera planificada y organizada por personal profesional y debe contar con recursos humanos y materiales suficientes. La finalidad de toda acción preventiva está encaminada a evitar que el trabajador pierda su salud. Los programas preventivos y de control se encuentran como una de las herramientas para proveer de seguridad, protección y atención a los trabajadores en el desempeño de sus tareas. Para cumplir con estos objetivos se debe contar con elementos básicos como:

Datos generales de prevención de enfermedades y accidentes.

Evaluaciones médicas.

Investigación de los accidentes ocurridos.

Capacitación, entrenamiento y divulgación de acciones para evitar accidentes y enfermedades laborales.

Dentro de la estructuración de las medidas de control en los programas preventivos encaminados a procesos de producción, para evitar la posible aparición de enfermedades laborales es necesario: describir de manera sencilla la manera correcta de realizar cada

actividad laboral, explicar la necesidad del uso y manejo correcto de las herramientas, maquinarias, equipos de protección personal, describir la forma adecuada de realizar los diferentes procesos y las técnicas empleadas para ello, es indispensable que se entienda el ámbito legal del cumplimiento de la normativa relacionada a la actividad laboral, estableciendo estrategias de control, plan de control. Dentro de un plan de acción de prevención y para contribuir a mejorar la protección del trabajador se deben conocer las restricciones y limitaciones en las acciones a realizar. Es importante destacar que los programas de prevención de las lesiones osteo-musculares están dirigidos a cambiar los hábitos posturales y de vida de los trabajadores de well testing de PPE.

Es así que estos programas deben incluir las siguientes actividades (Organización Internacional del Trabajo): Actividades de medicina preventiva, actividades de higiene industrial, actividades de seguridad industrial y actividades administrativas

#### 7.3.1.1 Actividades de medicina preventiva:

Estas van dirigidas a la mejora y mantenimiento de las condiciones ideales de salud y calidad de vida, a la promoción y control de la salud de los trabajadores para garantizar óptimas condiciones de bienestar físico, mental y social en ellos, a la educación en el autocuidado, a la capacitación y entrenamiento en factores de riesgo para lesiones osteo-musculares, sus efectos, prevención detección, control y la manera de corregirlos.

Antes de desarrollar nuestra propuesta de intervención preventiva es importante definir conceptos en el ámbito de la medicina laboral u ocupacional:

La Promoción de la Salud: es una estrategia orientada a brindar los medios necesarios para controlar y mejorar la salud de los individuos, creando ambientes saludables, integrando actividades con la comunidad específica. Así, la Promoción de la Salud es esencialmente protectora y de fomento de estilos de vida saludables, dirige sus esfuerzos tanto a la población general como a los individuos en el contexto de su vida cotidiana; busca actuar en lo colectivo sobre los determinantes de la salud y en últimas, promueve el desarrollo humano y el bienestar tanto de la persona sana como enferma, en este contexto, la enfermedad es vista como una oportunidad para el crecimiento. Para el mejoramiento de la calidad de vida se necesita de un

proceso a largo plazo con acciones continuadas y aunque implica altas inversiones al inicio, su efectividad es significativa cuando se logra cambiar condiciones y estilos de vida.

Prevención de la Enfermedad: el concepto de Prevención está ligado al proceso salud-enfermedad; en cada época de la historia se han dado diferentes interpretaciones a la salud y a la enfermedad, las cuales a su vez se relacionan con las situaciones políticas, económicas y sociales de cada momento histórico. La prevención primaria es un conjunto de actividades encaminadas a evitar la aparición de enfermedades o problemas de salud mediante el control de los factores que causan dichos sucesos o eventos, todo con el fin de disminuir la incidencia de aparición de la enfermedad. La prevención secundaria está relacionada con la detección de la enfermedad en sus estadios iniciales para poder establecer medidas encaminadas a evitar la progresión de la misma. Dentro de las estrategias que se utilizan en este tipo de prevención se encuentran los diagnósticos precoces; es decir, la vigilancia de la salud de los trabajadores, la detección y tratamiento precoz de la enfermedad para evitar la aparición de deficiencias o discapacidades.

Y la prevención terciaria se encamina a tomar medidas para orientar el tratamiento y la rehabilitación de la enfermedad evitando el agravamiento y progresión de la enfermedad buscando mejorar la calidad de vida de los pacientes. Teniendo en cuenta esta información, el programa de prevención para Programa de Prevención de riesgo biomecánico en la Construcción de líneas crudo de Well Testing de PPE se dirige a la prevención primaria, debido a que dentro de la población trabajadora perteneciente al estudio se encuentran personas con riesgo de sufrir lesiones de origen osteo muscular debido a las operaciones que se desarrollan de manera cíclica.

A partir de la instrumentalización del método REBA y la interpretación del entorno ambiental del trabajador se obtiene las principales causas que se determinan como los posibles factores de riesgo para desarrollar lesiones osteo musculares. La implementación del método REBA nos ofrece datos estadísticos que reflejan del total de la población trabajadora el 50% de las actividades obtuvieron un valor de riesgo de alto, con compromiso para tronco, cuello y piernas, que para efectos prácticos serán los pilares en la constitución del siguiente plan de intervención preventivo.

### 7.3.1.2 Actividades de Higiene industrial

Para este proyecto se establece como actividades que inspecciones puesto de trabajo y comportamiento, teniendo en cuenta la verificación de los factores de riesgos biomecánicos.

Para lo cual se establecen formatos de inspección de estos puestos de trabajo. Como lo importante de este componente es también que todos los involucrados en el programa participen se implementa y se revisa el formato de condiciones de salud, entorno y actos inseguros con énfasis a la prevención de lesiones osteomusculares.

Es importante que dentro de estas actividades también se incluya los procedimientos seguros de trabajo, lo cual su único fin es prevenir enfermedades laborales por lesiones osteomusculares en operaciones de WELL TESTING.

De igual forma, como se describe para las actividades de medicina preventiva, se debe realizar capacitaciones de todos los procedimientos seguros que se establezcan.

### 7.3.1.3 Actividades preventivas de Seguridad industrial

Para complementar el proyecto es importante tener este componente dentro del programa, ya que a pesar que las herramientas que se manejan no son muchas, si es importante tener en buen estado y contraladas a través de los programas de mantenimiento de herramienta manual, por lo tanto, se verificó con la empresa que tuvieran los formatos de inspección y el programa de mantenimiento correspondiente.

### 7.3.1.4 Actividades preventivas administrativas

Si no se realiza un seguimiento y no hay una participación activa de la alta dirección y el programa de prevención no está enmarcado dentro del SG SST, es muy probable que no se implemente ni se mantenga, por lo tanto, se establecen actividades administrativas que se guían por el ciclo PHVA basado en los sistemas de gestión de la calidad.

De igual forma y siendo coherentes con el ciclo PHVA se definen unos indicadores

con una periodicidad de análisis, con el fin de detectar desviaciones del programa a tiempo y sean de fácil y pronta corrección.

Por esta razón es importante que el programa de prevención de lesiones osteomusculares se incluya dentro del SG SST.

### 7.3.1.5 Programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas para la empresa PPE SAS

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseña el programa de prevención de lesiones osteomusculares, para las actividades de Well Testing, específicamente la labor de construcción de líneas de conducción de crudo. Ver anexo 1.

### 7.3.1.6 Indicadores de gestión del programa de prevención

Con el fin de verificar el cumplimiento e implementación del programa de prevención, se definen los siguientes indicadores.

#### 7.3.1.6.1 Indicadores de cumplimiento

Nombre del indicador	Formula del indicador	Meta	Análisis del indicador
Cumplimiento del programa de prevención	$(\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{actividades propuestas}) * 100$	85%	Primer semestre
			Segundo Semestre
Cumplimiento del programa de capacitación	$(\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{actividades propuestas}) * 100$	85%	Primer semestre
			Segundo Semestre
Cumplimiento de la cobertura del programa de capacitación	$(\text{Personal que participa en las capacitaciones}) / (\text{personal expuesto al factor de riesgo biomecánico}) * 100$	90%	Primer semestre
			Segundo Semestre
Cumplimiento del programa de inspecciones	$(\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{actividades propuestas}) * 100$	85%	Primer semestre
			Segundo Semestre
Cumplimiento del programa de mantenimiento	$(\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{actividades propuestas}) * 100$	85%	Primer semestre
			Segundo Semestre

Ilustración 6 Indicadores de gestión

### 7.3.1.6.2 Indicadores de resultado

Nombre del indicador	Formula del indicador	Meta	Análisis del indicador
<b>Incidencia</b>	Nuevos casos de desorden musculo esquelético / Número de trabajadores	0	Primer semestre
			Segundo semestre
<b>Ausentismo</b>	(Días de incapacidad por lesiones osteomusculares en las operaciones de Well testing / días totales trabajadores)*100	0	Primer semestre
			Segundo semestre

Ilustración 7 Indicadores de resultado

### 7.3.1.6.2 Análisis de tendencias de las tarjetas reporte

Fecha	Tipo de reporte Condición /acto/ síntoma	Descripción del reporte	Solución

Ilustración 8 Analisis de tendencias

El análisis de las tendencias se debe realizar teniendo en cuenta el tipo de reporte, teniendo esta información se verificando cada seis meses y estableciendo acciones correctivas de acuerdo con la repetitividad del tipo de reporte.

## 8. Análisis Financiero (costo-beneficio)

El objetivo primordial de este proyecto es proponer un programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas, con el fin de que los trabajadores no sufran ningún tipo de enfermedad por esta causa. Pero también es importante que la empresa con la implementación de este programa logre aumentar la eficiencia del SG SST y bajar costos por incapacidades de los trabajadores y la posible pérdida de los clientes por no cumplir con los indicadores de prevalencia e incidencia por enfermedades laborales y sus requisitos del SG SST, de acuerdo con los estándares mínimos de la resolución 312 / 2019 y el decreto 1072 / 2015. Por esta razón se realiza la comparación de la inversión del programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas versus los costos por incapacidades de una persona con 3 días de incapacidad por alguna patología desorden musculo esquelético.

Para que el lector tenga claro el contexto de la empresa; es importante explicar que cuando se presenta una incapacidad de un operador de WELL TESTING; se debe tener claro que; si un trabajador no se presenta a trabajar es necesario realizar el traslado de un colaborador desde su ciudad natal hasta el campo petrolero que para este caso Villa garzon. El traslado se debe realizar ya que, según las normas de contratación, se debe contratar una persona de la zona pero este proceso de acuerdo con la legislación dura un mes, por esta razón y con el fin de cumplir con los requisitos de los clientes, es más fácil trasladar un trabajador experto para que ejecute las labores del empleado incapacitado, mientras este último llega de su incapacidad.

Teniendo en cuenta estos antecedentes; se determinaron los siguientes costos.

Tabla 35

## Inversión del programa de prevención

Estrategias	COSTO ADICIONAL	
Actualizar la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos, de acuerdo con los resultados de este proyecto	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Verificar y actualizar la matriz de requisitos legales, de acuerdo con lo evidenciado en este proyecto	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Actualización del programa de capacitación, específico para prevención del riesgo biomecánico.	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Escoger la población que participará en este programa de prevención	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Elaboración de los formatos de inspección de comportamiento en las operaciones de WELL TESTING	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Revisar y actualizar el reporte de condiciones y actos inseguros	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Elaboración del procedimiento seguro para WELL TESTING, incluyendo prevención del riesgo biomecánico	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Elaborar los folletos de divulgación de pausas activas	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Elaborar el reporte de sintomatología previa	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Actualizar el profesiograma de la empresa; teniendo en cuenta los hallazgos de este proyecto	Costo del médico asesor 4 horas	\$ 400.000
Revisar y actualizar el formato de inspección de herramienta de mano	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Actualizar el programa de mantenimiento de herramientas que se utilizan en las operaciones de WELL TESTING	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento	\$ -
Actualizar el programa de inspección de la empresa, para herramientas de WELL TESTING	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento	\$ -
Divulgación de peligros y valoración de riesgo biomecánico; teniendo en cuenta los resultados de este proyectos	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 8 horas al año	\$ -
Divulgar requisitos legales de prevención de riesgo ergonómicos, teniendo en cuenta los resultados de este proyecto	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 8 horas al año	\$ -
Inspección de comportamiento para operaciones de WELL TESTING, específicamente verificando posiciones ergonómicas de la labor	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 48 horas al año	\$ -
Realizar reporte de condiciones de salud, del entorno y actos inseguros	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento. 8 horas al año	\$ -
Divulgar el procedimiento de WELL TESTING	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS EN LA EMPRESA PPE SAS

Capacitación en levantamiento seguro de cargas	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Instrucción en cuidados de tronco, movimientos de abducción de miembro inferior bilateral, flexión y extensión, movimientos rotacionales, calistenia pre laboral general y pausas activas, (instrucción técnica)	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Instrucción en cuidados de cuello, movimientos rotacionales, extensión e hiperextensión del cuello, movimientos laterales del cuello, calistenia pre laboral general y pausas activas, (instrucción técnica)	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Instrucción en cuidados de piernas, movimientos de flexión y extensión, calistenia pre laboral general y pausas activas, (instrucción técnica)	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Capacitación en gimnasia laboral	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Capacitación en estilos de saludables de nutrición y comida saludable	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Capacitación en estilos de saludables de vida; Política de No alcohol y drogas y prevención del tabaquismo	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Capacitación en estilos saludables de vida: ejerció extra laboral	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de mantenimiento 32 horas al año	\$ -
Elaboración de exámenes médicos ocupacionales periódicos con énfasis osteomuscular	Exámenes médicos ocupacionales	\$ 300000
Inspección de herramientas manuales	Costo del tiempo que se toman para realiza la inspección 48 horas al año	\$ 1.440.000
Ejecutar el programa de mantenimiento de herramientas	Mantenimiento de herramientas manuales.	\$ 1.000.000
Calcular y analizar los indicadores de cumplimiento de este programa / Revisión gerencial	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Calcular y analizar los indicadores del cumplimiento del programa de capacitación	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Calcular y analizar los indicadores del cobertura del programa de capacitación	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Realizar las tendencias de los reportes generados por los trabajadores	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Calcular y analizar los indicadores del programa de inspecciones	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Calcular y analizar los indicadores del programa de mantenimiento	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS EN LA EMPRESA PPE SAS

Calcular y analizar el indicador por ausencia médico, debido a posibles lesiones musculo esqueléticas	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Calcular y analizar el indicador de incidencia por desórdenes musculo esqueléticos	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Analizar y cerrar las acciones correctivas y/o preventivas; generadas del cumplimiento o incumplimiento del indicadores de este programa	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
Establecer las acciones de mejora del programa de prevención	No hay costo adicional; ya que la empresa cuenta con personal competente y departamento de SST	\$ -
<b>TOTAL DE LA INVERSION EN UN AÑO</b>		<b>\$ 3'140.000</b>

*Tabla 36*

*Costos para cubrir la incapacidad de un trabajador*

<b>DATOS PARA REALIZAR LOS COSTOS</b>	<b>DIAS / COSTOS</b>
DIAS INCAPACIDAD	3
SALARIO PROMEDIO DEL UN OPERARIO DE WELL TESTING, INCLUYENDO PARAFISCALES	\$ 5.600.000
SALARIO POR DIA	\$ 186.667
COSTO DE PERSONA PARA SU REEMPLAZO	\$ 560.000
COSTO DE TRANSLADO DE LA PERSONA AL CAMPO, AVION Y CAMIONETA	\$ 800.000
COSTO HABITACION	\$ 180.000
COSTO COMIDA	\$ 135.000
COSTO DE LAVANDERIA	\$ 60.000
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 1.921.667</b>

Solo por tres días de incapacidad por una lesión musculo esquelética de un solo trabajador se tiene un costo de \$1'92167, comparándolo con la inversión de \$ 3'140.000 anual, la cual, es una inversión para todos los trabajadores que realizan Well testing. se justifica la inversión para la prevención de lesiones osteomusculares. Es importante tener en cuenta, que en los costos no se tuvieron en cuenta, los costos indirectos que pueden ocasionar por demanda por parte de los trabajadores o multas por la no implementación de programas de prevención. Las cuales pueden ocasionar hasta cierre parcial o total de la empresa donde se dejaría de generar ingresos para la compañía

## 9. Conclusiones y Recomendaciones

### 9.1. Conclusiones

9.1.1 De acuerdo con las inspecciones visuales a las tareas de la operación de construcción de líneas para el proceso de WELL TESTING y teniendo en cuenta la clasificación de riesgos de la GTC 45 de 2012 se determina que los factores de riesgo biomecánicos para esta actividad son posturas prolongada mantenida, forzada, esfuerzo y manipulación de cargas. y analizando los datos obtenidos de las valoraciones de REBA, las posturas forzadas, mantenidas de las operaciones pueden afectar cuello, tronco y piernas de los trabajadores de la empresa PPE SAS.

Teniendo en cuenta que el riesgo biomecánico se encuentra involucrado en casi todas las actividades laborales; para la industria de los hidrocarburos no es la excepción, constituye el proceso de well testing en una actividad de alto impacto sobre la salud física de los trabajadores con menor o mayor importancia clínica dependiendo de la naturaleza de la tarea. En este sentido y posterior al análisis realizado del riesgo biomecánico o ergonómico por posturas forzadas se establece la vital importancia de identificación precoz en campo y reconocer los factores agravantes y las medidas de intervención inmediatas con la población trabajadora.

Se concluye que una postura forzada se puede presentar al tener alguno o varios de las siguientes condiciones en la ejecución de una tarea:

Si se requiere mantener los brazos por encima del plano medio del cuerpo o alejados también de la línea media anatómica.

Que la tarea se realice en un espacio, reducido o limitado

Se presenta en la mayoría de casos al realizar la tarea en posición forzada, entendiéndose como la relación del cuerpo frente a la actividad de forma inclinada, agachada, con torsión o estiramiento de uno varios segmentos corporales.

Condición en la cual se manipule elementos llámese herramientas o instalaciones a una distancia excesiva

También podemos identificar una postura forzada mediante la valoración observacional del método REBA detectando la posición forzada del segmento corporal:

Las posturas forzadas pueden ser perjudiciales para la salud del trabajador debido a que se involucra la tensión y carga física sobre los músculos, pudiendo generar fatiga o lesiones en

los mismos.

9.1.2 De acuerdo con las valoraciones realizadas con este método se evidencia que el 87% de las etapas de esta operación se clasifican entre medio y alto; para lo cual se determina que esta operación tiene una valoración media-alta para los riesgos biomecánicos. Con estos resultados se evidencia que las etapas donde se prepara el terreno y la etapa 1 y 3 de construcción de la línea son las tareas con valoración de riesgo alta, es importante aclarar que estas etapas se realizan posiciones sostenidas con tiempos mayores a 5 o 6 horas donde se afecta notablemente el tronco, cintura, cuello y piernas.

De acuerdo a lo expuesto resulta atractivo y necesario garantizar de manera temprana el bienestar de los trabajadores, con esto logra disminuir los efectos negativos, tanto en la salud física, como en la productividad y calidad de la tarea industrial que se ejecuta para la empresa. Con lo expuesto, se puede concluir que los trabajadores de well testing de la empresa PPE SAS están expuestos a un grado de riesgo ergonómico importante que requiere plantear medidas de intervención tempranas que permitan minimizar el riesgo y prevenir el aumento del ausentismo laboral relacionado con patologías musculo esqueléticas de origen laboral. En este sentido se demuestra que la ejecución del método REBA para este estudio se refleja en la importancia a nivel ocupacional, estableciendo la relación existente entre las posturas adoptadas durante la jornada laboral, y las lesiones osteomusculares que se puedan ocasionar como consecuencia de la labor desarrollada.

Constituye el desarrollo de este trabajo en una oportunidad para brindar herramientas a la empresa PPE SAS que le permita implementar controles para minimizar el riesgo ergonómico propios de la tarea y de esta manera prevenir la incidencia de enfermedades laborales de origen osteomuscular y evitar que se incremente el ausentismo laboral como consecuencia de las mismas. El costo sobre el beneficio es a favor de la empresa, con efecto directo y positivo sobre la salud de sus trabajadores, definitivamente es más conveniente para la empresa actuar con medidas de prevención tempranas que el hecho que cubrir horas labor por ausencia del recurso humano a consecuencia de patologías prevenibles que muchas veces evolucionan con incapacidades prolongadas y secuelas irreversibles para la salud del trabajador.

9.1.3 El 37% de las etapas analizadas obtuvieron una valoración del riesgo de alto, el 50% de estas etapas obtuvieron una valoración del riesgo medio. Una sola etapa obtuvo riesgo

bajo. Los datos obtenidos de la valoración del grupo A definido en la metodología REBA evidencian que tiene una gran incidencia en el resultado final de la puntuación REBA, para lo cual se determina que las operaciones de WELL TESTING afecta en mayor grado las partes del cuerpo tronco, cuello y piernas, también se puede determinar que el levantamiento de carga no es significativo en esta operación. Adicionalmente revisando los valores del grupo B específicamente agarre se concluye que es insignificante en la valoración final del riesgo; de acuerdo con este método.

No nos queda duda que las posturas forzadas son perjudiciales para la salud del trabajador de well testing sobre todo para las etapas 4, 5, 6, 7, que corresponden a la construcción de la línea, actividad evaluada con el cincuenta por ciento (50%) del valor de riesgo general, en la cual involucra la tensión y carga física sobre los músculos, pudiendo generar fatiga o lesiones en los mismos. También se pueden presentar lesiones a nivel de tendones y estructura ósea de las regiones anatómicas evaluadas de cuello, tronco y piernas.

9.1.4 Teniendo en cuenta que los resultados de la valoración del riesgo REBA están entre alto y medio para las operaciones de WELL TESTING es prioritario establecer un programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas para esta operación en la empresa PPE SAS. Para el programa es importante tener en cuenta al trabajador, al entorno y al medio con el fin de que sea eficiente para la prevención de lesiones musculo esqueléticas, por esta razón el programa de prevención de lesiones musculo esqueléticas tendrán como componentes subprogramas de medicina preventiva, subprograma de higiene industrial y el subprograma de seguridad industrial y un componente adicional que es el administrativo con el fin de que se cumpla con la implementación, el mantenimiento y el seguimiento del programa y perdure a través del tiempo.

Estos cuatro ejes de intervención permitirán a PPE SAS velar por el bienestar de sus trabajadores, logrando así disminuir los efectos negativos, tanto en la salud de sus trabajadores como en la productividad de la empresa. De esta forma se concluye que los trabajadores de PPE SAS están expuestos a un grado medio-alto de riesgo ergonómico en la tarea cotidiana que desempeñan, y se hace necesario plantear medidas de intervención tempranas que permitan minimizar el riesgo y prevenir el aumento del ausentismo laboral relacionado con patologías

osteomusculares derivadas de la actividad de well testing.

## **8.2 Recomendaciones**

9.2.1 Continuar este estudio teniendo en cuenta como variable de afectación en la salud de los trabajadores; el tiempo de exposición a los factores de riesgos como posturas forzadas y sostenidas.

De esta manera nos permitirá visualizar de manera apropiada cual es la influencia de los riesgos ergonómicos sobre la salud de los trabajadores, y plantear un plan de control a mediano y corto plazo con el propósito de disminuir la incidencia de las lesiones osteo-musculares en el trabajador de well testing de PPE SAS.

9.2.2 Desarrollar en el trabajador de well testing de PPE SAS el fortalecimiento de la cultura del auto cuidado, mediante la aplicación de técnicas de promoción y prevención de la salud laboral para tender a la eliminación o disminución de los riesgos relacionados a esta actividad.

9.2.3 Desarrollar estrategias de control, partiendo del diagnóstico temprano, la intervención médica oportuna y el análisis ergonómico del posicionamiento del trabajador frente a su entorno laboral, causando así el efecto de disminuir la morbilidad presentada por afectaciones del sistema musculoesquelético.

9.2.4 Lograr que el ejercicio de las capacitaciones teórico y practica se convierta en una herramienta fundamental en la prevención de riesgos para evitar que un trabajador sea susceptible de presentar lesiones derivadas de esta actividad laboral, debido a que si no existe este paso importante en cada trabajador no se permite el desarrollo de habilidades en el individuo para la ejecución de la tarea asignada, siendo esta la menos costosa y de más fácil acceso para la prevención a favor del cuidado de la población trabajadora.

9.2.5 Realizar un mayor seguimiento por parte de la empresa a los programas de vigilancia epidemiológica de índole ocupacional y educar al trabajador en informar cuando se presente el inicio de las lesiones que pueden llegar a ser crónicas para obtener estadística real sobre la

situación de la salud de los trabajadores relacionada a su ejercicio laboral.

Es menester de la empresa educar al trabajador para que mantenga conductas seguras no solamente al desarrollar su actividad laboral sino el implementar en ellos una cultura de seguridad en cada acción que se realice inclusive extra-laboralmente.

9.2.6 Continuar con el programa de prevención teniendo en cuenta el subprograma de medicina preventiva secundaria; donde se realiza seguimiento de exámenes médicos ocupacionales periódicos con énfasis muscular, para detectar tempranamente desordenes musculo esqueléticos.

## 10. Referencias Bibliográficas y Web grafía.

- Reyes Cárdenas Carla Valquiria (2019). Sintomatología músculo-esquelética asociada a factores de riesgo ergonómico en trabajadores administrativos y operativos. Febrero 2019. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3490/2/>
- Espin Cristian Sánchez Vélez Ramón Vélez ; 2017, Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros. Junio 2017  
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/254>
- Calderón Rita, Henríquez Julián, Henríquez Verónica, Mendoza Eloisa, de Moreno Maritza. (2018). Evaluación ergonómica de puestos de trabajo mediante la técnica REBA. Junio 2018.  
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1866>
- Cortez Camacho Cristian Mauricio. 2015. Estudio cualitativo y cuantitativo de los determinantes de riesgos ergonómicos y exposición en cuñeros de Saxon Energy Services del Ecuador S.A. Agosto 2015.  
<http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/18049>
- Cortez Camacho Cristian Mauricio. 2015. Estudio cualitativo y cuantitativo de los determinantes de riesgos ergonómicos y exposición en cuñeros de Saxon Energy Services del Ecuador S.A. Agosto 2015.  
<http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/18049>
- Leáo V, de Paula A, Michaloski A. Avaliação do risco ergonómico do trabalhador da construção civil durante a tarefa do levantamento de paredes. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2006 [en línea]. Sao Paulo:UNESP 2007. [Citado may 2014]. Disponible en: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/)
- Troconis F, Palma A, Montiel M, Quevedo A, Rojas L, Chacin B, et al. Valoración postural y riesgo de lesión músculo-esquelética en trabajadores de una plataforma de perforación petrolera lacustre. Salud de los Trabajadores. 2008; 16(1):29-38.
- Fernández JD, Velez F, Brito A, D'Pool C. Síntomas musculoesqueléticos en conductores de buses de una institución universitaria. Instituto de Medicina del Trabajo e Higiene Industrial. 2012; 53(2): 125 – 137.
- Scat Cortés, María. (2004). Elementos de análisis del clima laboral. Revista Gestipolis. <http://www.gestipolis.com/canales3/rh/anclimlab.htm>. 05/03/2010
- Serrano Salinas Óscar; (2019). Evaluación según el método REBA del riesgo ergonómico del fisioterapeuta al realizar una manipulación vertebral dorsal. Junio 2019.  
<http://dspace.umh.es/handle/11000/5887>

- Garcia Arias Diego Fernando. (2018) Evaluación de las condiciones ergonómicas para los trabajadores de demarcación vial en la zona centro de la ciudad de Bogotá Universidad Francisco Distrital Franciso Jose de Caldas.
- Gomez Contreras Leydi Marcela, Tibasosa Bolivar Adriana Paola, Vargas Simbaqueba Wendy Lizeth. (2018). Análisis de riesgo ergonómico para los trabajadores de la constructora obras civiles Cristóbal Daza. ECCI Bogotá 2018.
- Reyes Arbolaez Armando. (2018) Intervención ergonómica en puestos de trabajo de la empresa de Bujías Neftalí Martínez. Universidad Central aria Abreli de las Villas.
- Cerón Espinoza Shara Paola (2015) Aplicación piloto de un programa de ergonomía participativa para la prevención y control de los factores de riesgo ergonómico en la empresa fabricante de bandas transportadora y de transmisión de la ciudad de Popayán, Universidad del Valle
- Luna Garcia Jairo Ernesto (2013) La ergonomía en la construcción de la salud de los trabajadores den Colombia. Revista Ciencia salud volumen 12 (especial) 77-82
- Valero Cabello Esperanza (2011). Antropometria. Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo. Ministerio de trabajo e inmigración. España
- Maestre Daza Linana Maria (2017). Ergonomia Ocupacional. Fundaciòn Universitaria del área Andina. 978-958-5460-54-6.
- Chuga Porras Lucrecia del Pilar. (2014) Efectos en los trabajadores con exposición a riesgo ergonómico en la nave de envasado de GLP y propuesta de un plan de control. Universidad Internacional SEK. Ecuador.
- Vargas Chàvez Yomary Liliana Vargas Chavez. (2018). Perfil de salud lboral en Colombia a partir del análisis y caracterización de la enfermedad laboral reportada en el Sistema General de Riesgos Laborales. Period 2004-2014. Universidad Nacional de Colombia.



















### 11.2 Análisis de riesgo por oficio

"ARO" ANALISIS DE RIESGO POR OFICIO			
PROCESO	OPERACIONES	ACTIVIDAD	WELL TESTING CONSTRUCCIÓN DE LINEA DE CONDUCCIÓN DE CRUDO
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD: CONSTRUIR LINEA DE CONDUCCIÓN DE CRUDO, PARA REALIZAR LAS OPERACIONES DE WELL TESTING		CARGOS RESPONSABLES	Supervisor de WELL TESTING y operadores de WELL TESTING
DOTACION	CAMISA MANGA LARGA PANTALON JEAN BOTAS DE SEGURIDAD	ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	Casco de seguridad, gafas oscuras de seguridad, guantes tipo ingeniero y cuando aplica protectores auditivos.
PASOS BASICOS DE LA TAREA	FACTORES DE RIESGO	HERRAMIENTAS	Mazo, llave de tubo y herramientas manuales
		MEDIDAS DE PREVENCIÓN	ESTANDAR DE TRABAJO
	Levantamiento de cargas mayores a 25 kilogramos.	Realizar gimnasia laboral previo a la labor	Realizar el traslado de la tubería con dos o mas persona y cumplir con la norma de levantamiento de carga
	Postura mantenida y forzada de 5 a 6 horas de trabajo	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de tronco, cuello y piernas	Realizar inspección del área Revisar el plano del cliente Realizar pausa activa de miembros inferiores
	Postura mantenida de 5 a 6 horas de trabajo	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de manos, tronco y cuello y piernas	Realizar inspección del área Uso continuo de EPP'S Revisar el plano del cliente Concentración en la tarea, ya que requiere de atención para el inicio de la línea de conducción de crudo Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco y manos
	Esfuerzo, postura mantenida de 5 a 6 horas	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de brazos, manos, tronco cuello y piernas. Ejercicios de fortalecimiento de brazos	Realizar inspección del área Uso continuo de EPP'S Revisar el plano del cliente Concentración en la tarea, ya que requiere de atención para construir la línea de conducción de crudo Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco y manos
	Postura mantenida de 5 a 6 horas de trabajo	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de manos, tronco y cuello y piernas	Realizar inspección del área Uso continuo de EPP'S Revisar el plano del cliente Concentración en la tarea, ya que requiere de atención para el inicio de la línea de conducción de crudo Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco y manos
	Esfuerzo, postura mantenida de 5 a 6 horas, posturas anti gravitacionales	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de brazos, manos, tronco, cuello y piernas. Ejercicios de fortalecimiento de brazos y piernas	Realizar inspección del área Uso continuo de EPP'S Inspección de herramienta manual Concentración en la tarea Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco, manos y piernas
	Esfuerzo, postura mantenida de 5 a 6 horas, posturas anti gravitacionales	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de brazos, manos, tronco, cuello y piernas. Ejercicios de fortalecimiento de brazos y piernas	Realizar inspección de la tarea Uso continuo de EPP'S Inspección de herramienta manual Concentración en la tarea Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco, manos y piernas
	Levantamiento de cargas mayores de 25 kilogramos y postura mantenida	Realizar gimnasia laboral previo a la labor Realizar pausa activa cada dos horas, realizando estiramiento de brazos, manos, tronco, cuello y piernas. Ejercicios de fortalecimiento de brazos y piernas	Realizar inspección de la tarea Uso continuo de EPP'S Inspección de herramienta manual Concentración en la tarea Realizar pausa activa de miembros inferiores, cuello, tronco, manos y piernas

### 11.3 Pausas Activas para el proceso de WELL TESTIND

PAUSAS ACTIVAS PROCESO WELL TESTING		
GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	
	<b>PAUSAS ACTIVAS PARA Miembro inferior:</b>  De pie, con las manos en la cintura y las piernas separadas. Dirigir la punta del pie de una pierna hacia fuera. Inclinar el cuerpo hacia la otra pierna.	
	<b>PAUSAS ACTIVAS para espalda:</b>  Estirar los brazos por encima de la cabeza. Inclinar el tronco hacia delante, manteniendo las piernas y los brazos estirados	
	2. De pie, entrelazar los dedos de las manos. Levantar los brazos por encima de la cabeza, manteniéndolos extendidos. Empujar los brazos hacia detrás y hacia arriba.	
<b>PAUSAS ACTIVAS PARA Miembros superior</b>		
	1. De pie, estirar los brazos hacia delante y entrelazar los dedos de las manos. Estirar los codos tanto como sea posible.	
<b>PAUSA ACTIVA PARA CUELLO</b>		
	Para estirar el cuello coger con la mano contraria la cabeza y acerca la cabeza al hombro	
	Para estirar el cuello coger con la mano contraria el menton y voltear la cabeza a la izquierda o derecha	
<b>PAUSA ACTIVA PARA BRAZO</b>		
	Coger el brazo estirado con el brazo contrario y oprmir hacia el pecho	

### 11.4 Tarjeta de observación del comportamiento

TARJETA DE OBSERVACION DEL COMPORTAMIENTO					
FECHA DE OBSERVACION:			RESPONSABLE DE LA OBSERVACION		
PROCESO: OPERACIONES		NOMBRE DE LA OPERACIÓN : WELL TESTING			
Item	COMPORTAMIENTO A OBSERVAR	OPERARIOS DE WELL TESTING			
		1	2	3	4
1	El trabajador levanta cargas de acuerdo con el estandar				
2	El trabajador esta realizando gimnasia laboral, previo labor?				
3	El trabajador esta realizando pausas activas cada dos horas?				
4	El trabajador esta realizando estiramiento de cuello?				
5	El trabajador esta realizando estiramiento de espalda?				
6	El trabajador esta realizando estiramiento de piernas?				
7	El trabajador realiza ejercicios para fortalecer brazos y piernas?				
8	El trabajador realiza inspección de herramientas?				
9	El trabajador realiza inspección de area de trabajo?				
10	El trabajador utiliza elementos de protección personal?				
CUMPLIMIENTO POR TRABAJADOR					
convenciones: 1: si el trabajador cumple 0: si el trabajador no cumple					
Total Trabajadores Observados			Total comportamientos observados:		
NOMBRE DEL TRABAJADOR					
1					
2					
3					
4					
5					