ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES QUE REALIZAN LIMPIEZA E INSPECCIÓN POR MEDIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE CRUDO UBICADOS EN PUERTO BOYACÁ, COLOMBIA EN EL AÑO 2016.

LAURA MILENA POVEDA
NATALIA VELÁSQUEZ LEÓN

PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
BOGOTÁ D.C.
2017

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES QUE REALIZAN LIMPIEZA E INSPECCIÓN POR MEDIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE CRUDO UBICADOS EN PUERTO BOYACÁ, COLOMBIA EN EL AÑO 2016.

LAURA MILENA POVEDA
NATALIA VELÁSQUEZ LEÓN

ASESOR:
JAIRO JIMENEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
BOGOTÁ D.C.
2017

Tabla de Contenido

Pág.

Capítulo 1 8

Antecedentes 8

Título 9

Planteamiento de problema 9

Pregunta problema 10

Justificación 10

Hipótesis 12

Objetivos 12

Objetivo General 12

Objetivos específicos 12

Marco de Referencia 12

Diseño metodológico preliminar 15

Tipo de investigación 15

Tipo de diseño 16

Realización de anteproyecto 16

Recolección de información bibliográfica 16

Visitas a campo 16

Caracterización de procedimientos 17

Análisis de información preliminar 17

Toma de datos 17

Análisis de información 17

Conclusiones y recomendaciones 17

Población 18

Muestra 18

Variables 18

Personas que participan 19

Análisis de tiempos y costos 21

Capítulo 2 Consecución de objetivos 23

Recolección de información bibliográfica y caracterización de procedimientos: 23

Descripción de la empresa 23

Misión 23

Visión 24

Organigrama de la compañía 24

Mapa de procesos 25

Ensayos que realizan 25

Inspección Radiográfica 25

Medición de espesores: 26

Inspección Mediante Ultrasonidos 26

Caracterización del Proceso 26

Operaciones que intervienen en el proceso: 29

Resumen del diagrama 33

Identificar y valorar los peligros a los cuales están expuestos los trabajadores a través de la NTC-GTC 45 33

Establecer los niveles de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores 36

Peligros identificados como “No aceptables”: 39

Peligros identificados como “Aceptables con control específico”: 46

Realizar estudios complementarios que permitan definir los efectos sobre la salud de los trabajadores según los peligros identificados 48

Estudios Ergonómicos: 48

Estudios paraclínicos: 59

Establecer medidas de control para mitigar los peligros 65

Solución a la hipótesis de investigación 74

Discusión de resultados 74

Conclusiones y recomendaciones 79

Bibliografía 83

Lista de Tablas

Tabla 1 Variables de la investigación 18
Tabla 2 Personas que participan en la investigación 19
Tabla 3 Cronograma de actividades 21
Tabla 4 Peligros priorizados 37
Tabla 5 Métodos recomendados para realizar el análisis del puesto de trabajo 50
Tabla 6 Posturas observadas en las fases de la actividad 52
Tabla 7 Valoración global del riesgo por fases 53
Tabla 8 Parte del cuerpo y porcentaje de las posiciones que se encuentran en riesgo 54
Tabla 9 Tiempos y esfuerzos observados en la actividad 57
Tabla 10 Valores de referencia toma de muestras 60
Tabla 11 Resultados paraclínicos previos a la realización de la tarea 62
Tabla 12 Resultados paraclínicos durante la realización de las actividades 63

Lista de Figuras

Figura 1 Organigrama de la compañía. 24
Figura 2 Mapa de Procesos 25
Figura 3 Postura con mayor riesgo presente 53
Figura 4 Resultados de laboratorio 61
Figura 5 Resultados de laboratorio 64
Figura 6 Resultados de laboratorio 64
Figura 7 Ejercicios prevención lesiones de espalda 69
Figura 8 Elongación manos y dedos 70
Figura 9 Elongación brazos 71

Lista de Imágenes

Imagen 1 Equipo de tratamiento de crudo, vista frontal 27
Imagen 2 Tubos de fuego, vista superior 28
Imagen 3 Tubos de fuego, vista frontal 28
Imagen 4 Trabajador expuesto al ruido de la pulidora 39
Imagen 5 Trabajador expuesto al ruido de la pulidora 41
Imagen 6 Operarios en la puerta de la vasija 41
Imagen 7 Vista de la iluminación al interior de los tubos de fuego 41
Imagen 8 Grateo en la parte externa de un tubo de fuego 42
Imagen 9 Trabajos en la parte interna del tubo de fuego 43
Imagen 10 Longitud del tubo de fuego 44
Imagen 11 Vista de la parte electrostática de un equipo tratamiento de crudo 44
Imagen 12 Tintas penetrantes utilizadas en la inspección de fuego 45
Imagen 13 Operario luego de haber salido del tubo de fuego 45

Tabla de anexos

Anexo 1	Procedimiento identificación de peligros
Anexo 2	Medidas antropométricas del personal
Anexo 3	Matriz EPP
Anexo 4	Programa de capacitaciones
Anexo 5	Inspección preoperacional de herramientas
Anexo 6	Permiso de trabajo
Anexo 7	Registro de asistencia capacitación uso y mantenimiento de EPP
Anexo 8	Registro de asistencia capacitación de pausas activas e higiene postural
Anexo 9	Registros de identificación de peligros
Anexo 10	Programa de trabajo en espacios confinados

Capítulo 1

Antecedentes

La limpieza e inspección de los equipos de tratamiento de crudo es una labor que trae consigo varios peligros a los cuales están expuestos los trabajadores y que no están identificados ni controlados en su totalidad; pueden generar problemas osteomusculares, auditivos, visuales, hasta enfermedades pulmonares que no generan síntomas a corto plazo y que ponen en un gran riesgo al trabajador.

Adicional a esto, los trabajadores que realizan la labor son personas entre los 22 y 40 años que no tiene mucha información respecto al tema, razón por la cual no hacen énfasis en el cuidado de su salud y se sobreexponen a los peligros y no prevén las consecuencias de los mismos.

Es por esto, que se va a realizan un análisis de los efectos sobre la salud de los trabajadores que realizan dicha actividad para poder obtener información de cuáles son los principales riesgos y generar controles para mitigarlos o desaparecerlos en su totalidad.

La manera de realizar esta investigación es por medio de un análisis en campo de la actividad y la aplicación de varias herramientas que permitan identificar los peligros y realizar los estudios para analizar la salud de los trabajadores y los efectos que pueden tener en ésta dichas actividades a corto, mediano y largo plazo y dar unas recomendaciones para la realización de la tarea y el mejoramiento de las condiciones de los trabajadores que la realizan.

Título

Análisis de las condiciones del trabajo y los efectos sobre la salud de los trabajadores que realizan limpieza e inspección por medio de ensayos no destructivos a equipos de tratamiento de crudo ubicados en Puerto Boyacá, Colombia en el año 2016.

Planteamiento de problema

En la limpieza e inspección de los equipos de tratamiento de crudo se realizan varias tareas que tienen implicaciones en la salud de los trabajadores. La posición en la que se encuentran realizando la labor es poco cómoda, al realizar trabajos de limpieza por medio de grata mecánica se produce desprendimiento de óxidos derivados del metal, hollin y otras sustancias producto de la desemulsificación del crudo y la oxidación de la aleación en la que está hecho el equipo que son aspirados por el personal que realiza las tareas, agravando la situación el hecho de que están laborando en espacios confinados que limitan la salida de éstas sustancias. Adicional a esto, están expuestos a temperaturas elevadas por el lugar de trabajo en el que se encuentran que se intensifican por el tipo de equipos en los que realizan la labor y en los ensayos que realizan manejan sustancias químicas como aerosoles y polvos que pueden ingresar al organismo.

A todos estos factores no se les está llevando el control respectivo, ya que simplemente se les entregan algunos EPP sin verificar que sean los adecuados ni que reduzcan el riesgo al que están expuestos y si bien es personal joven que actualmente no presenta síntoma de alguna patología, es necesario realizar estudios tendientes a controlar estos riesgos y mitigarlos para que no sean causantes de algún daño en los trabajadores en el futuro.

Éste trabajo dirige sus esfuerzos a tener un impacto económico y social. Económico para la empresa ya que con el mejoramiento de los procedimientos se ahorran esfuerzo y tiempo, que

terminan traducidos en dinero, y social ya que se está logrando el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y sus familias reduciendo el riesgo a generar enfermedades producto de la labor que desempeñan.

Pregunta problema

¿Cuáles son las condiciones de trabajo y los efectos sobre la salud a los que se encuentran expuestos los trabajadores que realizan limpieza e inspección por medio de ensayos no destructivos de equipos de tratamiento de crudo ubicados en Puerto Boyacá, Colombia?

Justificación

La realización de limpieza e inspección de equipos de tratamiento de crudo por medio de ensayos no destructivos conlleva a la exposición a varios peligros críticos que pueden ocasionar graves afecciones a la salud. Trabajan en espacios confinados, limpian los equipos por medio de la utilización de grata mecánica desprendiendo óxidos derivados del acero al carbono y crudo solidificado, utilizan sustancias químicas para los ensayos, están expuestos a altas temperaturas, entre otros.

En Colombia el trabajo en espacios confinados está considerado como uno de los principales trabajos de alto riesgo y por ende es una de las primeras causas de accidentalidad y enfermedad laboral; además de la acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno se añaden peligros físicos que pueden generar problemas que tienen un alta incidencia en los desórdenes musculo esqueléticos debido a la estrechez e incomodidad dé posturas de trabajo generando un mayor riesgo de salud (Tronco, 2008). Adicional a esto, están expuestos a riesgos por dimensiones reducidas de trabajo, ambiente físico agresivo que acrecienta la fatiga y

está relacionado con ambientes calurosos, ruido, vibraciones, iluminación deficiente, asfixia, intoxicación, etc. (Intituto Madrileño de Formación Business School, 2015)

Al realizar la limpieza de los aceros al carbono se desprenden óxido de hierro y óxido de manganeso (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales, 2009) que pueden generar irritación del tracto respiratorio, asfixia química hasta producir una siderosis. (Universidad Politécnica de Catalunya, 2014)

Adicional a esto, trabajos relacionados con hidrocarburos producen efectos agudos o crónicos en el sistema nervioso central, intoxicaciones, pérdida de conciencia y depresión respiratoria, enfermedades cardiovasculares y cambios en el estado de ánimo, alteración de la personalidad y función intelectual. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008).

En el año 2007 se realiza una revisión documental en la cual se concluye que la exposición ocupacional a los solventes orgánicos puede causar encefalopatía y se han reportado trastornos cognitivos como un hallazgo primario. Estos hallazgos neuro-psicológicos incluyen deficiencia en la atención, la velocidad psico-motriz, la memoria y las funciones ejecutivas que afectan frecuentemente a los trabajadores del sector petrolero expuestos a solventes aromáticos. (ANILLO, 2007)

La combinación de estos riesgos, sumado a las condiciones físicas, ambientales, ergonómicas y psicosociales en las que se encuentran realizando sus labores estos trabajadores, hace que esto sea un factor de riesgo crítico y que sea necesario tomar medidas para mitigar los daños a la salud de las personas e identificar las oportunidades y limitaciones del desarrollo de ésta labor y las posibilidades reales de acción para proteger completamente a los trabajadores.

Hipótesis

La realización de la limpieza e inspección de equipos de tratamiento de crudo por medio de ensayos no destructivos expone a los trabajadores a peligros de tipo físico, químico, biomecánico y de condiciones de seguridad que generan graves afecciones a la salud de las personas.

Objetivos

Objetivo General

Determinar y analizar las condiciones de trabajo y los efectos sobre la salud de los trabajadores que realizan limpieza e inspección por medio de ensayos no destructivos de equipos de tratamiento de crudo ubicados en Puerto Boyacá, Colombia en el año 2016

Objetivos específicos

- Caracterizar el procedimiento para la limpieza e inspección de los equipos de tratamiento de crudo por medio de ensayos no destructivos
- Identificar y valorar los peligros a los cuales están expuestos los trabajadores a través de la NTC-GTC 45
- Establecer los niveles de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores
- Realizar estudios complementarios que permitan definir los efectos sobre la salud de los trabajadores según los peligros identificados
- Establecer medidas de control para mitigar los peligros

Marco de Referencia

Dependiendo del trabajo que se desempeñe las enfermedades ocupacionales que se pueden suscitar son diversas, pero se deben tener en cuenta los factores medioambientales y las

condiciones del trabajo que pueden acrecentar la posible enfermedad sobre todo si se está expuesta a diversos agentes que pueden ocasionar problemas crónicos e invalidantes.

En tareas como la limpieza e inspección de los equipos de tratamiento de crudo se realizan varias tareas que tienen implicaciones en la salud de los trabajadores por ejemplo exposiciones prolongadas a sustancias químicas derivadas del carbono que tiene consecuencias en la salud humana. Según Alan H. Lockwood (2009), médico para la Responsabilidad Social de la asociación Greenpeace los contaminantes del carbono están asociados a enfermedades que pueden atacar distintos órganos entre ellos pulmones, corazón y cerebro, generando enfermedades como asma y cáncer entre otras.

Cualquier proceso que se encuentre dentro del detrimento del carbono, entre ellos el proceso de la combustión (soldadura) genera humos, y material particulado como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno entre otros (Lockwood, 2009)

De materiales base como el acero de carbono pueden presentarse subproductos contaminantes (Castilla, 2012) que en el momento de una simple limpieza de un tubo pueden generar polvos como el óxido de hierro este puede alcanzar un tamaño igual o menor a 3 micras (Prevención Integral, 2014) y llegar a vías aéreas inferiores, penetrando así hasta el alveolo pulmonar con gran rapidez generando en la persona encargada de la labor problemas a largo plazo como la siderosis u obstrucciones de las vías respiratorias. (ACGIH, 2014)

Este tipo de enfermedad puede llegar a alcanzar problemas tan grandes como la hemosiderosis por inhalación crónica de partículas de hierro. la (Universidad de Buenos Aires, 2010) considero el caso de un trabjador de 72 años de edad soldador de arco desde los 25 años de edad con altos niveles de ferritina desde el año 2006 y dando negativo a todas las pruebas para descartar antecedente genético, hematoinmunologico, inmunológico, sistémico o microbiológico

que respaldara una enfermedad de base que pudiera exacerbar el diagnostico por ende las enfermedades que se desencadenan por exposiciones prologadas a agentes químicos pueden repercutir en la salud de los trabajadores.

Según (Giraldo, 1997) en Colombia en un estudio que se realizo acerca de la prevalencia de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a material particulado el " 25.3% de los trabajadores del estudio presentan un síntoma y 74.7% refieren 2 ó más síntomas, lo que puede mostrar que se está en la presencia no sólo de síntomas aislados sino ante posibles casos de enfermedad no diagnosticada aún "

Lo cual siguiere que gran parte de los trabajadores expuestos a material particulado pueden estar expuestos a distintas enfermedades que comprometen el sistema respiratorio y no tener un tratamiento ni manejo de estas.

El trabajo en espacios confinados desencadena una gran variedad de menoscabos que son inherentes a la tarea como por ejemplo problemas de salud a los trabajadores de carácter osteomuscular puesto que existen diferentes factores físicos que pueden causar este tipo de trastornos entre ellos se destaca patrones de movimiento repetitivo o sostenido y posturas corporales no neutrales, concentraciones de presión mecánica y vibración todas las anteriormente mencionados son elementos que a diario se repiten en ensayos no destructivos, causando en los trabajadores fuertes dolores que comprometen la zona lumbar. Según estudios realizados por (Guangxing, 2012) se encontró una alta prevalencia (64,9 %) de la dolor de espada baja duranteun período de 12 meses entre los mineros de carbón en China, siendo esta una informacion contudente de algunos de los problemas osteomusculares que pueden ser evidenciados por trabajadores que son sometidos a espacios confinados.

Como lo mencionamos con anterioridad existe un sinfín de problemas que en espacios confinados se vuelven de alta complejidad para la salud humana y generan problemas fisiológicos que se manifiestan como mecanismo de homeostasis en el cuerpo. La termorregulación es un proceso natural del cuerpo que activa mecanismos que mantienen las funciones del cuerpo constantes y es medida por tres mecanismos que son la sudoración, el flujo sanguíneo y el flujo de electrolitos en el organismo. (Havenith, G.2002). Evidenció que pueden generar problemas cardiacos y psicosociales en los trabajadores esto perturba la efectividad de su trabajo y su salud indiscutiblemente. Por otra parte Wong y cols. (2014), encontraron diferencias significativas en el ritmo cardiaco en dos grupos de trabajadores expuestos a temperaturas altas (31°C) en espacios abiertos. En consecuencia si se evidencian cambios relevantes en espacios abiertos es muy posible que en espacios limitados estas diferencias sean mucho más nocivas y generen nefastas consecuencias en la salud de los trabajadores.

Todas estas implicaciones que afligen al trabajador son evidencia fuerte y contundente de la importancia del presente estudio, pues en Colombia y Latinoamérica en general existen muy pocos estudios que evidencien la problemática que se puede desencadenar por la falta de análisis de este tipo de factores.

Diseño metodológico preliminar

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se desarrollará es, según el objeto de estudio, una investigación aplicada y según la extensión del estudio, una investigación de campo mezclada con una investigación de estudio de casos, ya que basados en las experiencias adquiridas en el aula se aplicarán conocimientos en campo, el enfoque será una unidad específica del universo en donde se realizará un estudio profundo de la unidad de información teniendo en cuenta sus

características y procesos por medio de la aplicación de pruebas tales como encuestas, observación, entrevistas, estudios en campo, entre otras. (Daen, 2011),

Tipo de diseño

El diseño será de tipo cuantitativo analítico en donde, por medio de la investigación aplicada, se realizará un análisis investigativo en campo que se centrará específicamente un estudio de casos.

Los pasos del diseño de investigación son:

Realización de anteproyecto

Se realizará el documento previo al proyecto, se incluye descripción de la empresa, justificación, planteamiento del problema, hipótesis, pregunta problema, diseño preliminar de investigación, cronograma, recursos y costos.

Recolección de información bibliográfica

Se realizará una recolección de toda la información acerca del proceso que se realiza antes de realizar las vistas a campo: Los procedimientos que utilizan, la maquinaria, herramientas, utensilios, elementos de protección, procedimientos de trabajo seguro, en caso de que los tengan, legislación aplicable, y demás herramientas que ayuden a realizar un análisis preliminar del objeto a estudiar.

Visitas a campo

Se realizarán visitas a campo con el objetivo de estudiar a la población en el sitio, observar su interacción, analizar sus rutinas y evidenciar la forma en la que realizan sus actividades

Caracterización de procedimientos

Con la información preliminar y la obtenida por medio de la observación, se realizará la caracterización del proceso, se ubicarán las actividades desarrolladas en un procedimiento lógico secuencial y se realizarán los respectivos diagramas para entender el paso a paso de la actividad desarrollada.

Análisis de información preliminar

Con el procedimiento establecido, se identificarán aquellas actividades en donde se presenten puntos críticos que evidencien la existencia de problemáticas que puedan afectar la salud de los trabajadores y se establecerán los análisis que se le realizaran a los trabajadores para identificar los puntos focales en donde puedan aparecer las afecciones de salud

Toma de datos

Se realizará la toma de las muestras, datos, y demás estudios identificados con el fin de obtener información que permita identificar cuáles son los efectos de la salud de los trabajadores que realizan esta actividad.

Análisis de información

Con los datos obtenidos se realizará un análisis de los resultados y se identificarán las causales y las variables que afectan la salud de los trabajadores

Conclusiones y recomendaciones

Se realizará un informe en donde se establezcan los parámetros que se identificaron en la investigación que están generando afectaciones en la salud de los trabajadores. Se darán conclusiones del resultado de los estudios y recomendaciones con el fin de mitigar el peligro al que están expuestos.

Población

La población en la que se centrará el estudio es en trabajadores hombres con edades entre los 25 y 32 años de edad de la empresa Sistemas de Ingeniería que realizan las actividades de limpieza e inspección por medio de ensayos no destructivos de los equipos tratadores de crudo ubicados en Puerto Boyacá, Colombia, en el año 2016.

Muestra

Para este estudio no se requerirá una muestra ya que se realizará el análisis en toda la población expuesta y mencionada en el ítem anterior.

Variables

Tabla 1 Variables de la investigación

Unidad de observación	Características
La persona	Edad, estatura, estado nutricional, longitud de las extremidades, susceptibilidad individual,
Elementos de protección	Dependiendo del tipo de actividad que realice en el momento y del tipo de elemento que se utilice para realizarla.
Temperatura	Temperatura ambiental y la percibida dentro de los equipos de tratamiento
Ruido	Generado por las herramientas que utilizan para realizar la labor
Sustancias químicas	Utilizadas en las diferentes actividades durante el proceso de limpieza
Tamaño de las herramientas	Grandes, pequeñas, cómodas para trabajar

Peso de las herramientas	Cuando las herramientas son manuales, el peso para cargarlas y trabajar en espacios incomodos
Estado de las herramientas	Bueno, regular, malo

Fuente: Elaboración propia

Personas que participan

Instituciones que colaborarán con la investigación:

Tabla 2 Personas que participan en la investigación

Nombre de la institución	**Dirección**	**Dependencia**	**Área o departamento**	**Recursos a aportar**
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Carrera 8 # 40-62	Laboratorios	Laboratorio Ingenierías	Facilitación de equipos para realizar estudios físicos tales como sonómetros, luxómetros entre otros.
Sistemas de Ingeniería Ltda	Calle 131 N° 86ª-12	Proceso de Ingeniería, Recursos humanos	Integridad mecánica	Documentación de los procedimientos que realizan, personal con el que se va a desarrollar el estudio, acompañamiento en trabajo de campo
Consultorio Picu S.A.S	CA 11 94 A 25 OF 401	NA	NA	Laboratorio para realizar estudios

				paraclínicos y de laboratorio.
Estudiantes Universidad distrital Laura Milena Poveda Guatibonza, Natalia Velasquez León	NA	NA	NA	Realización de la investigación y del documento final
Docente Universidad Distrital	NA	NA	NA	Acompañamiento como director para realizar la investigación

Fuente: Elaboración propia

Análisis de tiempos y costos

Tabla 3 Cronograma de actividades

Fase del diseño	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Costos		Responsable
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Concepto	Valor	
1. Realización del anteproyecto																					Transporte, fotocopias, impresiones, etc.	$ 30.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
2. Recolección de información bibliográfica																					Transporte, fotocopias, impresiones, etc	$ 30.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
3. Visitas a campo																					Transporte, viáticos, hospedaje, impresiones, fotocopias,	$ 800.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
4. Caracterización de los procedimientos																					Transporte, fotocopias, impresiones, etc.	$ 30.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez

5. Análisis de información preliminar																					Transporte, fotocopias, impresiones, etc.	$ 30.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
6. Toma de datos																					Transporte, viáticos, hospedaje, exámenes de laboratorio, impresiones, fotocopias,	$ 1.000.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
7. Análisis de información																					Transporte, fotocopias, impresiones, etc.	$ 30.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez
8. Conclusiones y recomendaciones																					Transporte, fotocopias, impresión documento final, etc.	$ 70.000	Laura Poveda, Natalia Velasquez

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 2 Consecución de objetivos

Recolección de información bibliográfica y caracterización de procedimientos:

Descripción de la empresa

La empresa donde se realizó el trabajo se llama Sistemas de Ingeniería Ltda., hace parte del sector económico de Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica.

Es una empresa prestadora de servicios mediante Radiografía Industrial, Ensayos no destructivos (Ultrasonidos, partículas magnéticas, líquidos penetrantes, etc.), Aforo de tanques, Análisis de falla, Calificación de soldadores, Calificación procedimientos de soldadura, Aseguramiento de la calidad para el sector industrial (Servicios de estudios técnicos y de inspección para verificar y calificar diseños, materiales, procesos y el personal involucrado con los mismos.).

Su oficina principal se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. Sin embargo, por el tipo de servicios que presta se mueven a lo largo de todo el país.

Tienen aproximadamente 20 trabajadores, los cuales cuando se encuentran en la oficina tienen un horario de lunes a viernes de 7:00 a 5:00 y los sábados de 8:00 a 2:00 y en campo laboran sin interrupción, aguardando los descansos pertinentes una vez terminada la labor y laborando únicamente 8 horas diarias.

Misión

Nuestra misión es proporcionar la mejor solución a nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de nuestros procesos y servicios en inspección, medición y ensayo a materiales, equipos y elementos; cumpliendo con los estándares nacionales e

internacionales, disponiendo de los mejores equipos y recursos, así como del personal capacitado, calificado y certificado, con miras a mejorar la calidad de vida de los trabajadores, del país y del medio ambiente con el que interactuamos.

Visión

Ser la empresa líder del sector a través del mantenimiento de un nivel de excelencia y mejora continua de nuestros servicios, satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes y colaboradores, certificando nuestros servicios bajo las exigencias nacionales, manejando las no conformidades y los riesgos a los que están expuestos los trabajadores y el medio ambiente.

Organigrama de la compañía

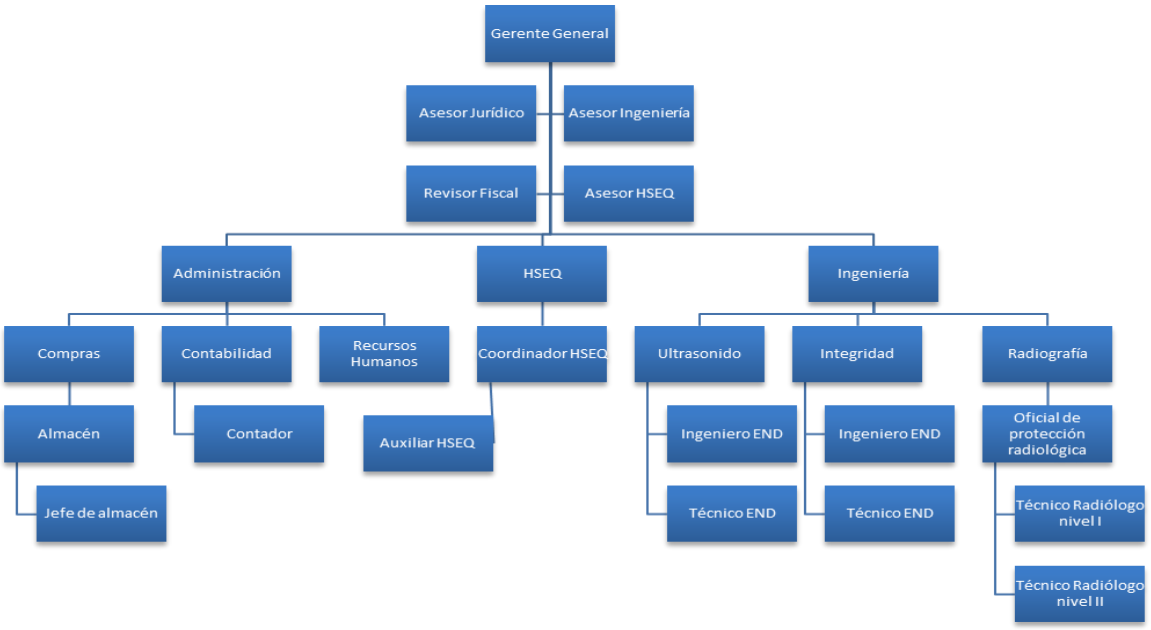


Figura 1 Organigrama de la compañía.

Fuente: Sistemas de Ingeniería Ltda.

Mapa de procesos

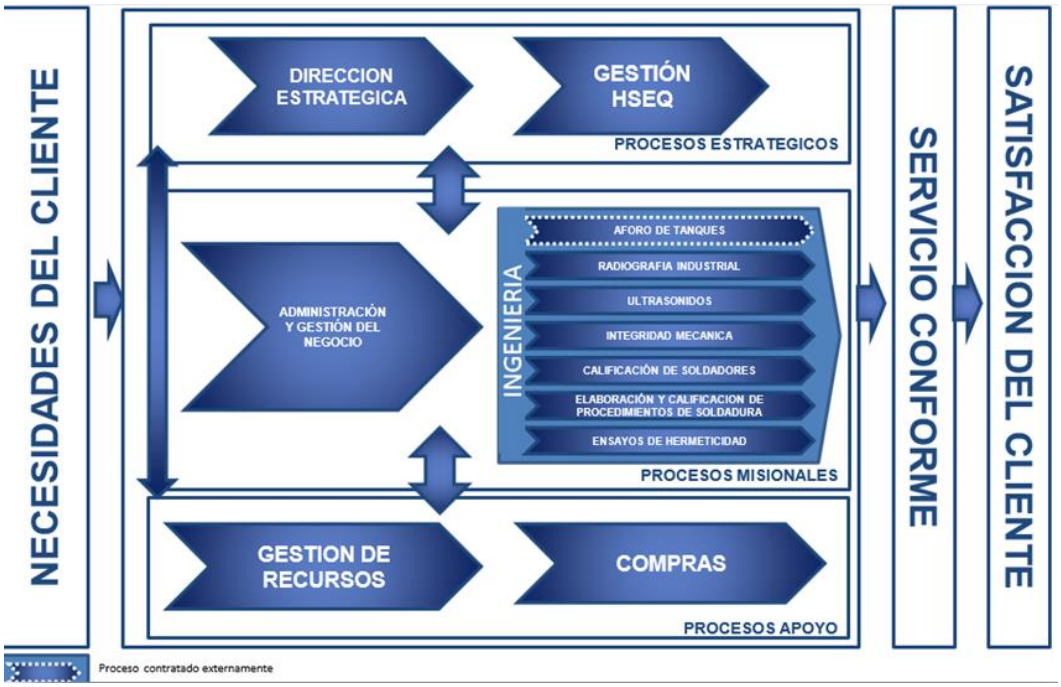


Figura 2 Mapa de Procesos

Fuente: Sistemas de Ingeniería Ltda

Ensayos que realizan

Inspección Radiográfica

La radiografía industrial es un ensayo no destructivo de tipo físico, es utilizado para inspeccionar materiales metálicos como tuberías, soldaduras, fundiciones, materiales no metálicos, en busca de discontinuidades macroscópicas y variaciones en su estructura interna. Esta técnica permite ver cómo la energía de los rayos X o Gamma atraviesa una pieza y esta sufre una atenuación que es proporcional al espeso, densidad y estructura del material, reflejando así la forma directa de una película radiográfica. (Ruiz, 1993)

Tintas Penetrantes

Ésta técnica permite la detección de discontinuidades abiertas a la superficie en materiales no porosos y en los que su superficie no presente excesiva rugosidad tales como metales ferrosos y no ferrosos, cerámicas, plásticos y vidrio. (Asociación Española de Ensayos No Destructivos, 2002)

Medición de espesores:

Se realiza la medición del espesor de paredes en situaciones o circunstancias en las que sólo un lado de la pieza es accesible. Se usan medidores de espesores mediante ultrasonidos que trabajan en superficies con o sin recubrimiento. (Asociación Española de Ensayos No Destructivos, 2002)

Inspección Mediante Ultrasonidos

Es un ensayo no destructivo utilizado para analizar e inspeccionar elementos, materiales y procesos sin modificar las condiciones de uso o aptitud de servicio de las mismas. Consiste en introducir un haz sonido de alta frecuencia en el material a analizar, con el objeto de detectar discontinuidades internas y superficiales: dónde el sonido recorre el material es reflejado por las interfaces y es detectado y analizado para determinar la presencia y localización de discontinuidades (cavidades gaseosas, segregaciones, inclusiones no metálicas, etc.). (Solà, 1992)

Caracterización del Proceso

Sistemas de Ingeniería Ltda., hace las veces de contratista de la empresa Mansarovar Energy Colombia Ltda., en donde realiza toda la limpieza e inspección de los equipos tratadores de crudo y generadores de vapor en los campos petroleros. Dicha inspección consiste en la limpieza de la soldadura de los equipos para poder realizar los ensayos y la

aplicación de tintas penetrantes, medición de espesores, ultrasonido y metalografía en cada uno de los cordones de soldadura a revisar.

Para este trabajo inicialmente se requiere la utilización de una pulidora para realizar limpieza por medio de grata mecánica. Adicional a esto, los equipos en donde se realiza la tarea son equipos con una particularidad y es que por sus características de tamaño, accesibilidad y profundidad son considerados de tipo confinado que hacen que la realización de la tarea sea más compleja (ver imágenes).



Imagen 1 Equipo de tratamiento de crudo, vista frontal

Fuente: Autoras



Imagen 2 Tubos de fuego, vista superior

Fuente: Autoras



Imagen 3 Tubos de fuego, vista frontal

Fuente: Autoras

Operaciones que intervienen en el proceso:

Alistamiento de equipo: Cuando se llega a campo, se procede a realizar todo el alistamiento, se manipulan extensiones, los equipos de los ensayos, extractor de humos, equipos de emergencias, etc.

Limpieza de cordones de soldadura por medio de pulidora con grata mecánica: Por medio de dos pulidoras, una pequeña y una grande, se realiza la limpieza del equipo: Se realiza el desprendimiento del óxido producido en el metal y de los residuos de la desemulsificación del crudo. Para realizar esta tarea usan una pulidora pequeña para los lugares menos accesibles y una pulidora grande para el resto de los espacios.

Aplicación de tintas penetrantes: La aplicación de tintas penetrantes tiene tres momentos: aplicación del líquido penetrante, limpieza y aplicación del revelador. Dichas tintas vienen en aerosol y deben estar alejadas del sol y tapadas hasta su utilización.

Luego de que se ha realizado la limpieza con la grata mecánica, se limpia superficialmente con un trapo y se procede a aplicar la tinta penetrante a lo largo de todo el cordón de soldadura. Se deja secar por aproximadamente 15 minutos y se procede a retirar del material con el líquido limpiador y trapos. Después de que se ha realizado la limpieza en su totalidad se procede a aplicar el líquido revelador, que mostrará las imperfecciones o discontinuidades presentes en el material.

Registro fotográfico de las tintas penetrantes: Se realiza un registro fotográfico de los resultados obtenidos en el ensayo para imprimirlas en el informe final.

Medición de espesores: Con el equipo medidor de espesores se realiza la medición en puntos estratégicos focalizados en el material, realizando varias mediciones y dejando registro en el equipo.

Medición de Ultrasonidos: Por medio del equipo se realizan barridos alrededor de los cordones de soldadura para poder identificar las imperfecciones presentes en el mismo.

Realización de metalografía: En un punto estratégico del equipo se realiza la prueba de metalografía para identificar la composición del material.

Realización de registro fotográfico: Se toman fotografías para dejar como evidencia de los ensayos realizados.

Desmonte de equipos y cargue al automóvil de equipos y herramientas: Durante esta operación el personal realiza levantamientos de cargas menores de 25 kg y movimientos constantes para levantarse y agacharse a subir y bajar los equipos del vehículo en el que se movilizan.

Diagrama de operaciones:

Título: Diagrama de operaciones de limpieza e inspección de equipos de tratamiento de crudo y tubos de fuego

Descripción: Se muestra el diagrama para realizar el proceso de limpieza e inspección de equipos de tratamiento de crudo junto con sus tubos de fuego que se realiza en la ciudad de Puerto Boyacá, Colombia para la empresa Mansarovar Energy Colombia Ltda por parte de los trabajadores de la empresa Sistemas de Ingeniería Ltda.

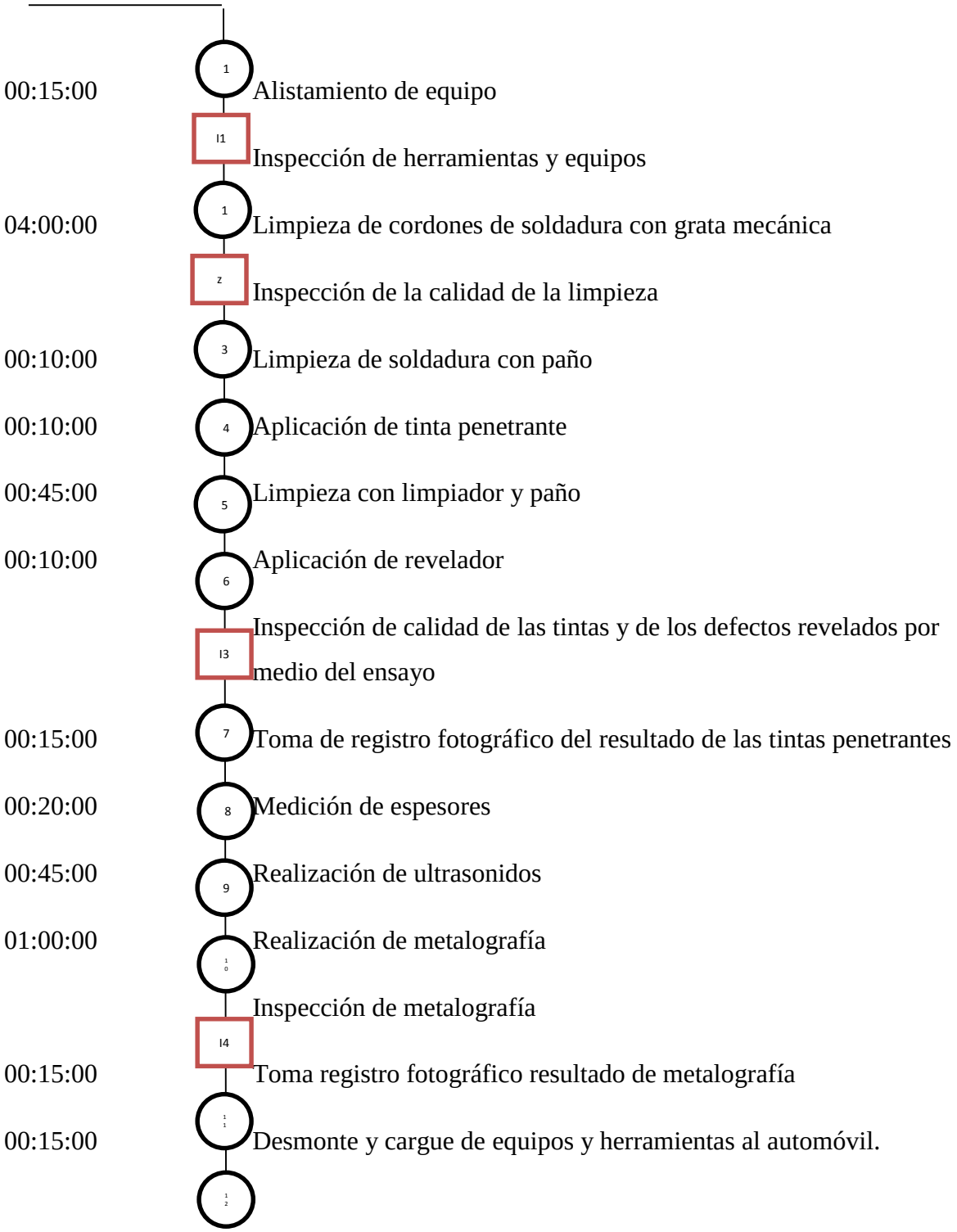
Alcance: El diagrama inicia con el alistamiento del equipo una vez ingresan los operarios al campo y finaliza con el desmonte y cargue de los equipos a la camioneta una vez culminada la labor.

Autoras: Laura Poveda, Natalia Velasquez

Fecha de elaboración: septiembre 15 de 2016

Diagrama: Actual

LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE CRUDO Y TUBOS DE FUEGO



Resumen del diagrama

	Total	Tiempo Total
Operaciones	12	8 horas y 20 minutos
Inspecciones	4	NA
Total actividades	16	8 horas y 20 minutos

Identificar y valorar los peligros a los cuales están expuestos los trabajadores a través de la NTC-GTC 45

Para realizar la identificación de los peligros, se aplicará la metodología basada en la GTC 45 que se encontrará en el Procedimiento de identificación de peligros y valoración de riesgos (Anexo 1)

Principales peligros presentes en las operaciones que intervienen en el proceso:

Alistamiento de equipo: Durante esta operación el personal realiza levantamientos de cargas menores de 25 kg y movimientos constantes para levantarse y agacharse a subir y bajar los equipos del vehículo en el que se movilizan. Así mismo, hay presencia de riesgo biológico, ya que por las condiciones del lugar, puede haber presencia de serpientes, roedores y demás vectores que pueden afectar a la salud del trabajador.

Éstos trabajos son realizados en el campo petrolero de Mansarovar Energy ubicado en Puerto Boyacá Colombia en donde las condiciones de temperatura en ocasiones pueden llegar hasta los 40 grados centígrados (Alcaldía de Puerto Boyacá, 2016).

Las condiciones de seguridad se ven afectadas por la parte locativa, ya que como se encuentran en medio del campo, existen superficies irregulares, deslizantes, con diferencia de nivel, entro otros.

Limpieza de cordones de soldadura por medio de pulidora con grata mecánica: Para realizar este procedimiento, deben imprimir un poco de fuerza para poder desprender en su totalidad los residuos del tubo y realizar de esta manera los ensayos. Realizan movimientos repetitivos hacia arriba y hacia abajo y presentan constante vibración en los brazos por los movimientos de la máquina.

Adicional a esto, el riesgo físico está presente, puesto que el ruido generado por las pulidoras, la iluminación cuando se realiza la limpieza a interior de los equipos, ya que al ser un espacio confinado la luz es precaria, las elevadas temperaturas que pueden sentirse por las condiciones ambientales del sitio y las radiaciones no ionizantes presentes por la luz del sol.

El riesgo químico es evidente debido a la presencia de humos generados por el grateo mecánico y presencia de polvo y material particulado.

En cuanto al riesgo psicosocial, se presenta en cuanto a condiciones de la tarea por la monotonía, jornada de trabajo e interfase persona-tarea.

Respecto a las condiciones de seguridad, se evidencia peligro mecánico por la manipulación de las pulidoras, eléctrico por el manejo del voltaje de las pulidoras, extensiones, extractor, entre otras. En cuanto a lo locativo las condiciones del lugar tienen superficies irregulares, deslizantes, etc. Y cuando se realiza la limpieza dentro de los equipos, se genera un espacio confinado.

Aplicación de tintas penetrantes: En la realización de esta actividad se presentan movimientos repetitivos de extremidades superiores, ya que se requiere movimiento constante de los brazos en el momento de realizar las limpiezas. Adiciona a esto, hay presencia de peligro químico por los gases y vapores, con condiciones de seguridad locativo y de espacios confinados cuando se trabaja al interior de los equipos.

Medición de espesores: El mayor peligro que se presenta en esta actividad es el químico por la presencia de una sustancia para la medición y las condiciones de seguridad con peligro mecánico por la manipulación del equipo, el locativo por las superficies del campo y espacios confinados cuando se trabaja al interior de los equipos.

Medición de Ultrasonidos: Este procedimiento no presenta mayor riesgo ergonómico por sí solo, ya que la actividad se realiza de manera rápida y no requiere de mayor esfuerzo biomecánico. No obstante, la posición en la que se realiza puede llegar a ser incomoda y generar problemas posturales. El mayor peligro que se presenta en esta actividad es el químico por la presencia de una sustancia para la medición y las condiciones de seguridad con peligro mecánico por la manipulación del equipo, el locativo por las superficies del campo y espacios confinados cuando se trabaja al interior de los equipos.

Realización de metalografía: En esta actividad el mayor factor de riesgo es que se debe estar en una misma posición durante un largo periodo de tiempo, ya que mientras se realiza el ensayo se debe estar ubicado de la misma manera. Dicho ensayo puede demorarse aproximadamente una hora. Adicional a eso, hay peligro de condiciones de seguridad por proyección de partículas sólidas al realizar el lijado y líquidas por el agua que se necesita para realizar la operación.

Desmonte de equipos y cargue al automóvil de equipos y herramientas: Durante esta operación el personal realiza levantamientos de cargas menores de 25 kg y movimientos constantes para levantarse y agacharse a subir y bajar los equipos del vehículo en el que se movilizan

Establecer los niveles de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores

Según la matriz realizada se priorizaron los peligros, según la clasificación de la GTC 45/2012 dando como resultado peligros con aceptabilidad de riesgo “No aceptable”, “Aceptable con control específico” y “Aceptable”.

Para poder intervenir los más significativos, se realizó un esquema identificando los “No aceptables” y “Aceptables con control específico” asociados con las actividades que se desarrollan en el proceso ya que son a los que se les dará un mayor énfasis para disminuir su clasificación y que puedan pasar a “Aceptables”.

Los peligros identificados son:

Tabla 4 Peligros priorizados

Aceptabilidad del riesgo	Peligro	Actividad en donde se encontró el peligro
No aceptable	Físico: Ruido	Limpieza de cordones de soldadura por medio de la grata mecánica
	Físico: Iluminación escasa al interior de los equipos	Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos
	Biomecánico: Posturas forzadas, prolongadas y mantenidas	Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos
	Condiciones de seguridad: Espacios confinados	Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos
	Químico: Polvos orgánicos e inorgánicos, material particulado	Limpieza de cordones de soldadura
	Químico: Aerosoles, polvos orgánicos e inorgánicos	Realización de ensayos no destructivos: Tintas penetrantes, Ultrasonido y medición de espesores
Aceptable con control específico	Biomecánico: Manipulación de cargas	Alistamiento de equipo: Organizar los equipos, herramientas, extensiones y demás elementos necesarios para hacer la operación en el campo; bajarlos de la camioneta, acomodarlos, etc

		Desmonte y cargue de equipos
	Físico: Radiaciones no ionizantes	Alistamiento de equipo Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos Desmonte y cargue de equipos al vehículo
	Físico: Temperaturas extremas	Alistamiento de equipo Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos Desmonte y cargue de equipos al vehículo
	Físico: Iluminación Excesiva	Limpieza de cordones de soldadura Realización de ensayos no destructivos
	Físico: Vibración	Limpieza de cordones de soldadura
	Condiciones de seguridad: Mecánico	Limpieza de cordones de soldadura: Elementos de la pulidora, herramientas de mano, materiales proyectados sólidos luego del grateo
		Realización de ensayos no destructivos: Utilización de elementos para realizar la metalografía
	Condiciones de seguridad: Eléctrico	Limpieza de cordones de soldadura: Exposición a baja tensión por manipulación de conexiones pulidora

	Realización de ensayos no destructivos: Exposición a baja tensión por manipulación de conexiones cámaras fotográficas

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se analizará cada uno de los peligros identificados para generar estrategias que permitan disminuirlos o mitigarlos y poder contribuir con el mejoramiento de las condiciones de trabajo y salud de los empleados que realizan este proceso.

Peligros identificados como "No aceptables":

1. Físico: Ruido:



Imagen 4 Trabajador expuesto al ruido de la pulidora

Fuente: Autoras

La principal fuente generadora de ruido al realizar la limpieza proviene del contacto del disco de pulir con el material del equipo.

Con base en el Anexo 1: procedimiento para la identificación de peligros y valoración de riesgos, numeral 3,4: Evaluación de los riesgos en su tabla 4: Nivel de deficiencia de los peligros higiénicos, se pudo determinar cualitativamente el nivel para el ruido; dando como resultado de la evaluación que, para el caso de la limpieza de los cordones de soldadura con pulidora, es “Muy Alto”, dado que cuando se realiza esta actividad no se escucha una conversación a una intensidad normal a una distancia menor de 50 cm.

En este caso, no se puede disminuir el ruido en la fuente ni en el medio, ya que el contacto de los materiales es el que genera la situación. Así mismo, no se puede generar eliminación del peligro ni sustitución de la fuente generadora, ya que la pulidora con el disco de grata son elementos indispensables para que la limpieza de los cordones de soldadura se realice de manera correcta.

Para la aplicación de controles de ingeniería se requieren inversiones bastante fuertes que debido a la situación económica actual, no se puede realizar; así que a éste peligro sólo se le pueden realizar controles administrativos y de elementos de protección personal.

2. Físico: Iluminación escasa al interior de los equipos



Imagen 5 Trabajador expuesto al ruido de la pulidora

Fuente: Autoras



Imagen 6 Operarios en la puerta de la vasija

Fuente: Autoras



Imagen 7 Vista de la iluminación al interior de los tubos de fuego

Fuente: Autoras

Como se observa en las imágenes, los equipos, tanto los tubos de fuego, como los tratadores de crudo, son supremamente oscuros, ya que tienen más de 6 metros de profundidad sin iluminación alguna.

Con base en el Anexo 1: procedimiento para la identificación de peligros y valoración de riesgos, numeral 3,4: Evaluación de los riesgos en su tabla 4: Nivel de deficiencia de los peligros higiénicos, se pudo determinar cualitativamente el nivel de iluminación encontrando que es alto, ya que existe deficiencia de luz natural o artificial con sombras evidentes

Actualmente, la manera en la que realizan los trabajos es por medio de una linterna manual que van moviendo dependiendo de dónde necesiten iluminación lo que impide que se haga un buen trabajo y que se generen deficiencias en la iluminación que afectan a la salud de los trabajadores.

3. Biomecánico: Posturas forzadas, prolongadas y mantenidas



Imagen 8 Grateo en la parte externa de un tubo de fuego

Fuente: Autoras



Imagen 9 Trabajos en la parte interna del tubo de fuego

Fuente: Autoras

Los tubos de fuego en donde se realizan los ensayos, tienen un diámetro de 30 o 36 pulgadas, y 7 metro de longitud por cada uno de sus lados. Adicional a eso, los equipos de tratamiento de crudo tienen una entrada de 2 metros de largo por 4 de ancho en la parte térmica y 30 pulgadas de diámetro en su única entrada por la parte electrostática o de covalescencia.

Dicho lo anterior, el personal debe ingresar a esos equipos y realizar todo el proceso al interior y exterior de ellos, por lo que sus posturas generalmente son forzadas, antigravitatorias y mantenidas a lo largo de la realización del proceso.

En algunas ocasiones el personal es muy grande para el tamaño de los equipos, razón por la cual deben hacer aún más esfuerzos y más posturas forzadas.



Imagen 10 Vista de la parte electrostática de un equipo tratamiento de crudo

Fuente: Autoras



Imagen 11 Longitud del tubo de fuego

Fuente: Autoras

4. Condiciones de seguridad: Espacios confinados

La definición de trabajo en espacios confinados dice

> "Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o tener una atmósfera deficiente de oxígeno y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador" (Trabajo, 2008)

Con la definición anterior, se sobreentiende que el trabajo que ellos realizan se realiza a través de un espacio confinado, ya que las entradas son muy pequeñas, el espacio en los tubos es escaso y la longitud de los mismos en su interior es largo. Dentro de los equipos de tratamiento la ventilación es casi nula y la presencia de oxigeno es poca.

5. Químico



Imagen 12 Tintas penetrantes utilizadas en la inspección de fuego

Fuente: Autoras



Imagen 13 Operario luego de haber salido del tubo de fuego

Fuente: Autoras

Como realizan los trabajos en equipos de tratamiento de crudo, por más aseo previo que se le realice a los equipos, inevitablemente están expuestos a los residuos de crudo generados, al hollín que se acumula en los tubos y al oxido que se genera con los años en el material. Adicional a esto, se levanta polvo producto del grateo con la pulidora y el disco de grata en la limpieza, están expuestos a los químicos de los aerosoles que utilizan para realizar las tintas penetrantes y al carbodimetil usado en la medición de espesores y el ultrasonido.

Al momento de asear a las herramientas luego del proceso, usan acpm y varsol para eliminar todos los residuos de crudo que puedan quedar en ellas.

Actualmente, los empleados usan un tipo de protector respiratorio para todas las actividades, no tienen claro su uso, la manera de ponérsela ni la periodicidad de cambio de los cartuchos. Además de esto, los cartuchos no son adecuados para la tarea y los protectores respiratorios se encuentran en mal estado. No se tiene un procedimiento claro para la reposición de los elementos de protección personal.

Peligros identificados como "Aceptables con control específico":

i. Manipulación de cargas

Al descargar y descargar maquinaria y herramientas del vehículo para iniciar la labor, se deben alzar cargas que superan los 25 kg, tales como las extensiones que utilizan, las cajas donde llevan todos los elementos y en algunos casos, equipos que superan tal peso.

ii. Radiaciones no ionizantes y temperaturas extremas

Debido a que el sitio donde laboran se encuentra en una zona cálida, dónde en días de verano pueden alcanzar los 40 grados centígrados, las temperaturas elevadas son constantes y por ende el sol que produce las radiaciones también.

Cuando están trabajando en un tubo de fuego, deben trabajar a la intemperie, puesto que ellos se encuentran ubicados a campo abierto para la inspección. En los momentos de sol extremo, el tubo de fuego se calienta y se hace muy difícil trabajar en él.

Actualmente, lo único que usan es su casco con visera que cubre únicamente un porcentaje pequeño de la cara y al momento de hacer los ensayos las manos les quedan expuestas.

Como hidratación usan una bebida hecha a base de panela o te instantáneo para saborizar el agua.

iii. Físico: Iluminación excesiva

Debido a que tienen que trabajar bajo el sol, sin nada de sombra, en muchas ocasiones la visión se vuelve borrosa, se generan dolores de cabeza y la inspección se dificulta.

Actualmente, no usan ningún tipo de elemento que les permita proteger los ojos de los rayos del sol.

iv. Físico: Vibración

Cuando realizan la limpieza de los cordones, deben usar pulidora con disco de grata mecánica, lo que genera vibraciones de medio cuerpo en los miembros superiores. Es imposible reemplazar este procedimiento, ya que sin él no se podría realizar los ensayos, por lo tanto, no se puede hacer ni eliminación ni sustitución de la pulidora.

v. Mecánico

Cuando realizan la limpieza de los cordones, se encuentran expuestos a la manipulación de la pulidora y los discos de grata. Adicional a eso, cuando realizan la metalografía, los discos abrasivos y demás elementos utilizados en el proceso pueden exponerlos a peligro mecánico.

vi. Eléctrico

Las condiciones en campo son muy complicadas, muchas veces hay lodo, estancamientos de agua, crudo, entre otros. Para encontrar una conexión, ellos deben usa extensiones de 50 y 100 metros que deben distribuir por el campo hasta encontrar la toma corriente apropiada.

Actualmente, esas extensiones se encuentran en mal estado, no son apropiadas para la labor, tienen cables expuestos, conectan en una multitoma sencilla hasta dos pulidoras, etc.

Realizar estudios complementarios que permitan definir los efectos sobre la salud de los trabajadores según los peligros identificados

Para los riesgos químico y biomecánico, se realizaron estudios adicionales para observar el estado de salud actual de los trabajadores y poder identificar amenazas que afecten al trabajador.

Estudios Ergonómicos:

El objetivo del análisis de las condiciones de trabajo es descubrir dónde se da, o puede darse, una situación crítica; se trata de establecer el diagnóstico de una situación de trabajo y de las exigencias a las que está sometido el trabajador. Mediante el uso de diferentes

métodos ergonómicos para establecer las falencias y realizar las correspondientes recomendaciones y medidas de intervención necesarias para mejorar el puesto de trabajo y actividad laboral del trabajador. En este caso se evaluara a los trabajadores que realizan todo el proceso de inspección, ya que las posturas son similares a lo largo de la labor y el personal trabaja constantemente en posturas inadecuadas y presenta movimientos repetitivos.

Estos métodos combinan diferentes variables, que permiten definir el concepto de grado de peligrosidad.

Para calcular el grado de peligrosidad de un riesgo, se deben establecer: la severidad del riesgo y la exposición al riesgo por esto se utilizaran diferentes métodos

Para elegir los métodos ergonómicos a analizar se aplicó la herramientas de ergonautas.com “Selector de métodos” en donde por medio de una serie de preguntas selecciona los métodos más adecuados para realizar el estudio. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

Dentro de los datos introducidos en el programa se dijo que en cuanto a factores de riesgo a analizar se adoptan posturas inadecuadas o mantenidas durante periodos de tiempo prolongados, se llevan a cabo movimientos de elevada repetitividad, hay aplicación de fuerzas o posible inestabilidad del trabajador, el ambiente térmico puede resultar inadecuado y la tarea desarrollada parece penosa y asociada a un consumo de energía elevado. Así mismo, se desea realizar un análisis exhaustivo, con detalle y postura a postura, el número de posturas inadecuado diferente es elevado (más de 5) y la carga postural afecta al cuerpo entero. En cuanto a repetitividad de movimientos el movimiento

afecta únicamente la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo y se busca un nivel de detalle bajo en el análisis.

Según la información anterior los métodos recomendados son:

Tabla 5 Métodos recomendados para realizar el análisis del puesto de trabajo

Factor de Riesgo	Presente	Método recomendado
Posturas inadecuadas	Sí	Método OWAS
Movimientos repetitivos	Sí	Método JSI

Fuente: Ergonautas

Para los datos del trabajador, cómo lo realizan varios de los empleados de la organización, se tomaron medidas de todos y se ingresaron en la matriz Consolidado de medidas antropométricas del personal de sistemas de ingeniería (Anexo 2) y se sacó una media de cada una de las medidas para la realización del estudio

Método OWAS

Se escogió este método ya que se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre las tareas por lo que realiza una evaluación del riesgo de carga postural en términos de frecuencia por gravedad. (Fernandez, 2011)

Los resultados arrojados por el método, aplicado en www.ergonautas.upv.es son:

Análisis del método:

Se identificaron 4 fases en la realización de la tarea. Las fases identificadas son:

a. Limpieza e inspección parte alta (Externa):
   Se realiza la limpieza e inspección de los equipos en la parte alta de los mismos; la distancia máxima entre el suelo y la tapa de los equipos son dos metros.
b. Limpieza e inspección parte baja (Externa):
   Se realiza la limpieza e inspección por la parte baja del equipo en su lado externo. La altura aproximada para realizar esta tarea es de 0,5 metros.
c. Limpieza e inspección parta alta (interna):
   Se denominó parte alta del lado interno del equipo a los movimientos que realizan para gratear el equipo en los cordones de soldadura que se encuentran por encima de la cabeza del operario y realizar la inspección de los mismos.
d. Limpieza e inspección parte baja (interna):
   Se denominó parte baja a la limpieza e inspección de los cordones de soldadura que se encuentran por debajo de la altura de los hombros del operario que realiza la tarea

A continuación se observan las posturas observadas durante cada fase y la frecuencia con la que se realiza cada una de ellas.

Tabla 6 Posturas observadas en las fases de la actividad

Fase: Fase 1 Limpieza alta (externa)	Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
	1	1	3	2	1	2	66,67	1
	2	1	1	2	1	1	33,33	1
					Observaciones:	3		
					Posturas:	2		

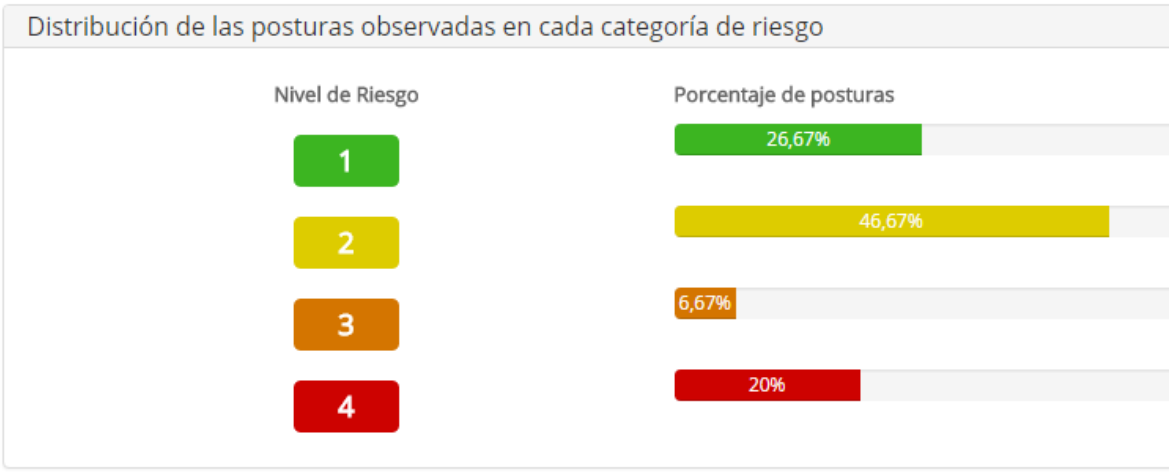
Fase: Fase 2 Limpieza baja (externa)	Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
	1	2	1	6	1	1	33,33	2
	2	1	3	4	1	1	33,33	2
	3	1	1	4	1	1	33,33	2
					Observaciones:	3		
					Posturas:	3		

Fase: Fase 3 Limpieza alta (interna)	Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
	1	1	3	2	1	1	20	1
	2	2	3	2	1	1	20	2
	3	1	1	4	1	1	20	2
	4	2	1	6	1	1	20	2
	5	4	1	4	1	1	20	4
					Observaciones:	5		
					Posturas:	5		

Fase: Fase 4 Limpieza baja (interna)	Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frecuencia	% Frecuencia	Riesgo
	1	4	1	1	1	1	25	2
	2	3	1	4	1	1	25	3
	3	4	1	4	1	1	25	4
	4	4	1	5	1	1	25	4
					Observaciones:	4		

A continuación se muestra la valoración total del riesgo en todas las fases:

Tabla 7 Valoración global del riesgo por fases



Fuente: Ergonautas

La postura con más riesgo hace parte de la fase 3; limpieza alta interna, y se muestra a continuación:

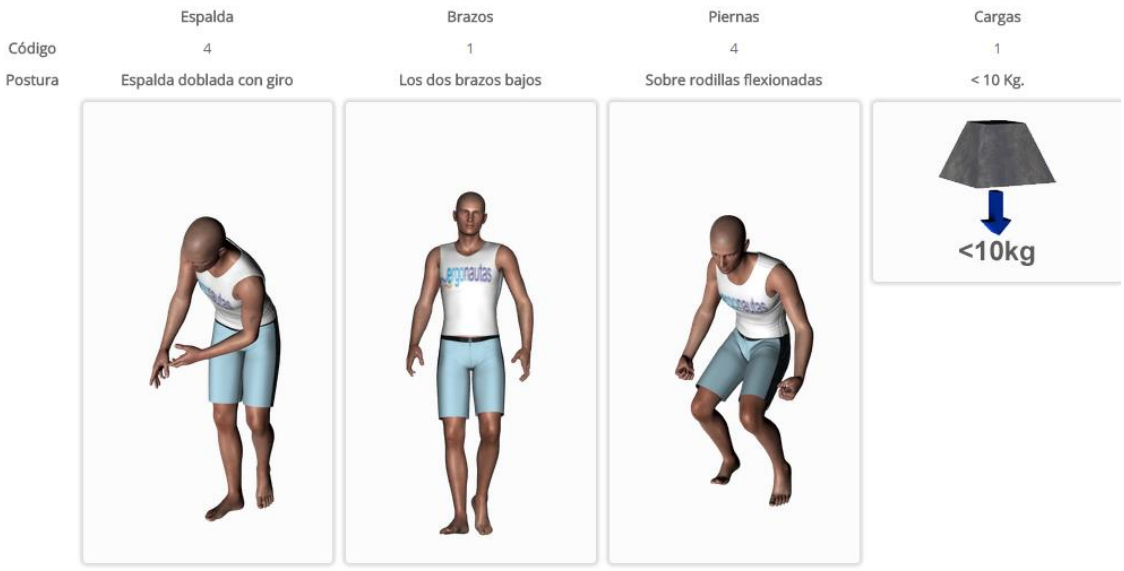


Figura 3 Postura con mayor riesgo presente

La valoración del riesgo en cada parte del cuerpo y las frecuencias observadas se presentan a continuación:

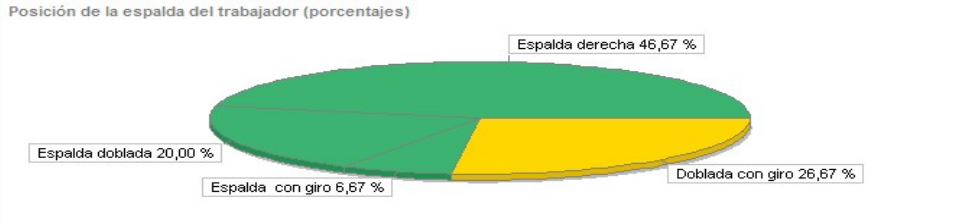
Tabla 8 Parte del cuerpo y porcentaje de las posiciones que se encuentran en riesgo

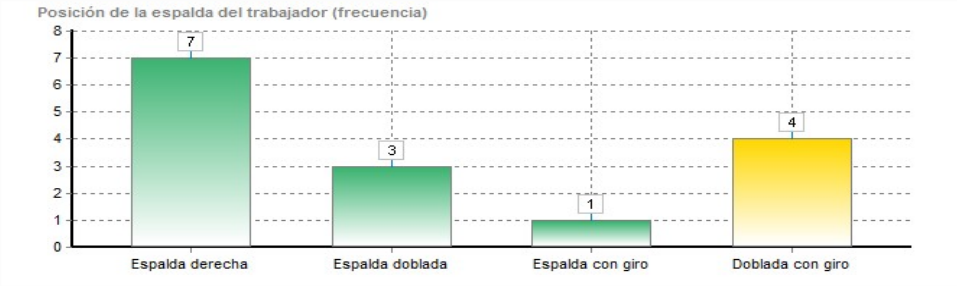
	Riesgo 4	Riesgo 3	Riesgo 2	Riesgo 1
Espalda	0%	0%	26,67%	73,33%
Brazos	0%	0%	33,33%	66,67%
Piernas	0%	40%	0%	60%

Fuente: Ergonautas

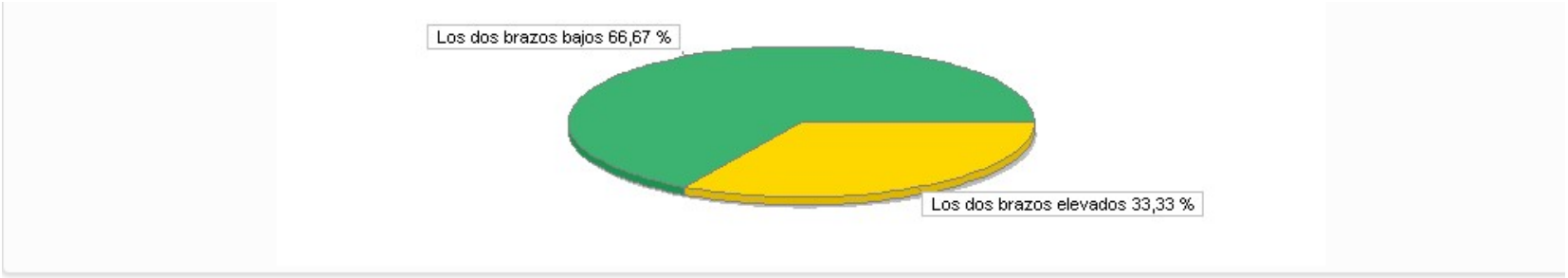
A continuación se presentan las frecuencias de las posiciones para cada parte del cuerpo:

ESPALDA:





BRAZOS:


Los dos brazos bajos 66,67 %
Los dos brazos elevados 33,33 %


Posición de los brazos del trabajador (frecuencias)
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
10
0
5
Los dos brazos bajos
Un brazo bajo y otro elevado
Los dos brazos elevados

PIERNAS:



Recomendaciones del método:

- Realizar una rutina de ejercicios de elongación y activación empezando la jornada dos veces durante la jornada y después de la jornada laboral para preparar al cuerpo y evitar contracturas o lesiones musculo esqueléticas (pausas activas)
- Tomar descansos adecuados cuando, sea necesario realizar las tareas.

Método JSI

Éste método permite evaluar si los trabajadores que realizan las actividades están expuestos a desarrollar desordenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores gracias a los movimientos repetitivos. Se escogió este método debido a que los trabajadores deben realizar sus labores usando pulidora de grata mecánica durante varias horas de su labor; dentro de los principales riesgos de esta actividad se encuentra la repetitividad, puesto que deben realizar el mismo movimiento con frecuencia. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

Análisis de resultados:

Por medio de la observación, se pudieron percibir los siguientes datos:

Tabla 9 Tiempos y esfuerzos observados en la actividad

Tiempos y esfuerzos

Tiempo de observación (minutos)	60,00
Duración de los esfuerzos (minutos)	1,00
Número de esfuerzos percibidos	174
Número de esfuerzos medio por minuto	2,9

Factores de la ecuación de cálculo JSI= IE*SW*HWP*DD*DE*EM

IE: Intensidad del esfuerzo

IE = 6



SW: Velocidad de trabajo

IE = 1,5



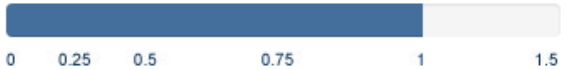
HWP: Postura mano/muñeca

IE = 1,5



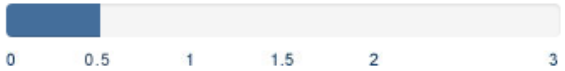
DD: Duración de la tarea por día

DD = 1



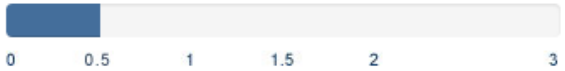
DE: Duración del esfuerzo

DE = 0,5

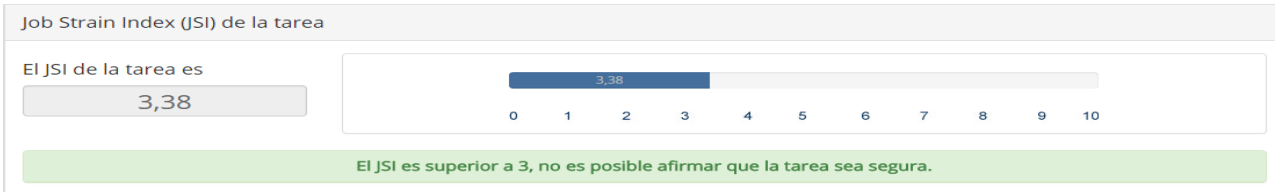


EM: Esfuerzos por minuto

EM = 0,5



Según los datos ingresados, el método arrojó los siguientes resultados:



Con los resultados del método, es necesario que el operario disminuya la velocidad con la que realiza la tarea.

Recomendaciones del método:

Realizar elongaciones para manos y brazos para evitar lesiones.

Estudios paraclínicos:

El cuadro hemático es un examen de laboratorio que mide las células sanguíneas como: glóbulos rojos o eritrocitos su componente principal es la hemoglobina esta proteína trasporta el oxígeno y lo distribuye a los tejidos también expulsan el dióxido de carbono. Los glóbulos blancos o también llamados leucocitos son la defensa del cuerpo ante cuerpos extraños, los blancos se pueden ver alterados en enfermedades infecciosa o inflamatorias, anemias, leucemias, entre muchas otras, plasma y plaquetas estas actúan en caso de una lesión o hemorragia trabajando en la coagulación1 (Frasnedo, 2017).este examen se realizó desde el mes de Enero de 2017 hasta el mes de junio de 2017 dos veces por mes a todos los operarios de la empresa, los tiempos fueron determinados para la toma de la muestra antes y durante que el personal tenían trabajo en campo en los tubos de fuego.

Tabla 10 Valores de referencia toma de muestras

Componente	Hombres
Hematíes 10^6/ml	5,21 (4,52-5,90)
Hemoglobina g/dl	15,7 (14,0-17,5)
Hematocrito (%)	46 (42-50)
Leucocitos 10^3/ml	7,8 (4,4-11,3)
Volumen corpuscular medio fl/hematies	88,0 (80,0-96,1)
Concentración de hemoglobina corpuscular media g/dl	34,4 (33,4-35,5)
Plaquetas 10^3/ml	311 (172-450)

Fuente: Elaboración propia

Se observó que los cuadros hemáticos que se tomaron semanas antes de que el personal fuera a campo no presentaban ninguno valor relevante a excepción de los operarios que se encontraban pasando por un cuadro viral o alergias relacionadas con enfermedad común.

Examen	Resultado	Unidades
	HEMATOLOGÍA	
CUADRO HEMATICO		
LEUCOCITOS	8.1	10^3/ul
NEUTROFILOS %	59.3	%
LINFOCITOS %	32.5	%
EOSINOFILOS %	2.1	%
MONOCITOS %	5.8	%
BASOFILOS %	0.1	%
GRANULOCITOS INMADUROS%	0.2	%
NORMOBLASTOS%	0	%
NEUTROFILOS	4.8	10^3/ul
LINFOCITOS	2.63	10^3/ul
EOSINOFILOS	0.17	10^3/ul
MONOCITOS	0.47	10^3/ul
BASOFILOS	0.01	10^3/ul
GRANULOCITOS INMADUROS #	0.02	10^3/uL
NORMOBLASTOS #	0	10^3/uL
ERITROCITOS	5.49	10^6/ul
HEMOGLOBINA	16.3	g/dL
HEMATOCRITO	49.5	%
HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA(HCM)	29.7	pg
CONCENTRACION HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MED(MCH	32.9	g/dL
ANCHO DE DISTRIBUCIÓN ERITROCITARIA(RDW)	12.1	%
ANCHO DE DISTRIBUCION ERITROCITARIA	39.8	fL
PLAQUETAS	275	10^3/ul
VOLUMEN PLAQUETARIO MEDIO(VPM)	9.5	fL
VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO(VCM)	90.2	fL
ERITROSEDIMENTACION (FOTOMETRIA CAPILAR)	4	mm/hora
VALORES DE REFERENCIA:		
Neonatos: 0 - 2 mm/h		
Niños hasta 12 años: 3 - 13 mm/h		

Figura 4 Resultados de laboratorio

Tabla 11 Resultados paraclínicos previos a la realización de la tarea

TRABAJADORES	**leucocitos**	**eritrocitos**	**Plaquetas**
Andrés Mauricio Garcia	8.1 10^3/ul	5.49 10^6/ul	275 10^3/ul
Carlos Andrés Valencia	7.5 10^3/ul	5.9 10^6/ul	390 10^3/ul
Wilmer Johan Cárdenas	9.2 10^3/ul	4.9 10^6/ul	371 10^3/ul
Jeisson Suarez Gutierrez	9.3 10^3/ul	5.17 10^6/ul	215 10^3/ul
Jerry Archila Rincón	7.02 10^3/ul	5.19 10^6/ul	224 10^3/ul
Luis Gabriel Murillo	7.8 10^3/ul	5.27 10^6/ul	289 10^3/ul
Rubén Adad Villamil	8.9 10^3/ul	6.09 10^6/ul	234 10^3/ul
Ariel Villamil	8.0 10^3/ul	5.5 10^6/ul	215 10^3/ul
Jairo Alejandro Sáncchez	9.5 10^3/ul	4.99 10^6/ul	198 10^3/ul
Hernando Archila Rincón	6.98 10^3/ul	5.39 10^6/ul	256 10^3/ul
Jaider Enrique Ballesteros	8.7 10^3/ul	5.63 10^6/ul	223 10^3/ul

Fuente: Elaboración propia

Por el contrario en el momento de realizar el examen inmediatamente después del trabajo de campo se observa un aumento en la población leucocitaria y un incremento de la

hemoconcentración en algunas de las personas a las que se les realizaron los exámenes estos datos están relacionados en la tabla que aparece a continuación.

Tabla 12 Resultados paraclínicos durante la realización de las actividades

	Leucocitos	**Neutrofilos**	**Eritrocitos**	**Plaquetas**
Andrés Mauricio Garcia	11.32 10^3/ul	71 %	6.5 10^6/ul	408 10^3/ul
Carlos Andrés Valencia	11.06 10^3/ul	62.6 %	6.3 10^6/ul	372 10^3/ul
Wilmer Johan Cárdenas	12.34 10^3/ul	82 %	7.1 10^6/ul	412 10^3/ul
Jeisson Suarez Gutierrez	10.07 10^3/ul	62 %	6.17 10^6/ul	312 10^3/ul
Jerry Archila Rincón	9.5 10^3/ul	63.7%	6.14 10^6/ul	397 10^3/ul
Luis Gabriel Murillo	10.23 10^3/ul	62.3 %	6.03 10^6/ul	345 10^3/ul
Rubén Adad Villamil	12.34 10^3/ul	82 %	6,09 10^6/ul	421 10^3/ul
Ariel Villamil	11.42 10^3/ul	63.2 %	6.1 10^6/ul	311 10^3/ul
Jairo Alejandro Sáncchez	12.42 10^3/ul	83.4 %	6.4 10^6/ul	432 10^3/ul
Hernando Archila Rincón	10.12 10^3/ul	63.2 %	59.9 10^6/ul	297 10^3/ul
Jaider Enrique Ballesteros	10.21 10^3/ul	64 %	6.1210^6/ul	278 10^3/ul

Examen		Resultado	Unidades	Valores de referencia
		HEMATOLOGÍA		
CUADRO HEMATICO				
LEUCOCITOS	*	11.32	10^3/ul	5 - 10
NEUTROFILOS %	*	71	%	50 - 62
LINFOCITOS %	*	20	%	25 - 40
EOSINOFILOS %		1.8	%	0 - 3
MONOCITOS %		6.5	%	3 - 7
BASOFILOS %		0.4	%	0 - 2
GRANULOCITOS INMADUROS%		0.3	%	0 - 0.43
NORMOBLASTOS%		0	%	0 - 0.2
NEUTROFILOS	*	8.05	10^3/ul	1.4 - 6.5
LINFOCITOS		2.26	10^3/ul	1.2 - 3.4
EOSINOFILOS		0.2	10^3/ul	0 - 0.7
MONOCITOS		0.74	10^3/ul	0 - 1.2
BASOFILOS		0.04	10^3/ul	0 - 0.2
GRANULOCITOS INMADUROS #		0.03	10^3/uL	0 - 0.03
NORMOBLASTOS #		0	10^3/uL	0 - 0.012
ERITROCITOS	*	6.5	10^6/ul	4.7 - 6.1
HEMOGLOBINA	*	18.3	g/dL	14 - 18
HEMATOCRITO	*	52.7	%	42 - 52
HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA(HCM)		29.1	pg	26 - 34
CONCENTRACION HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MED(MCH		33.5	g/dL	31 - 38
ANCHO DE DISTRIBUCIÓN ERITROCITARIA(RDW)		13.7	%	11.5 - 14.6
ANCHO DE DISTRIBUCION ERITROCITARIA		43.7	fL	0 - 0
PLAQUETAS		408	10^3/ul	150 - 500
VOLUMEN PLAQUETARIO MEDIO(VPM)		10.6	fL	4.69 - 10

Figura 5 Resultados de laboratorio

Examen		Resultado	Unidades	Valores de referencia
		HEMATOLOGÍA		
CUADRO HEMATICO				
LEUCOCITOS		6.96	10^3/ul	5 - 10
NEUTROFILOS %	*	65.6	%	50 - 62
LINFOCITOS %		26.4	%	25 - 40
EOSINOFILOS %		1	%	0 - 3
MONOCITOS %		6.3	%	3 - 7
BASOFILOS %		0.4	%	0 - 2
GRANULOCITOS INMADUROS%		0.3	%	0 - 0.43
NORMOBLASTOS%		0	%	0 - 0.2
NEUTROFILOS		4.56	10^3/ul	1.4 - 6.5
LINFOCITOS		1.84	10^3/ul	1.2 - 3.4
EOSINOFILOS		0.07	10^3/ul	0 - 0.7
MONOCITOS		0.44	10^3/ul	0 - 1.2
BASOFILOS		0.03	10^3/ul	0 - 0.2
GRANULOCITOS INMADUROS #		0.02	10^3/uL	0 - 0.03
NORMOBLASTOS #		0	10^3/uL	0 - 0.012
ERITROCITOS	*	6.26	10^6/ul	4.7 - 6.1
HEMOGLOBINA	*	18.2	g/dL	14 - 18
HEMATOCRITO	*	52.3	%	42 - 52
HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA(HCM)		29.1	pg	26 - 34
CONCENTRACION HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MED(MCH		34.8	g/dL	31 - 38
ANCHO DE DISTRIBUCIÓN ERITROCITARIA(RDW)		12.4	%	11.5 - 14.6
ANCHO DE DISTRIBUCION ERITROCITARIA		38	fL	0 - 0
PLAQUETAS		245	10^3/ul	150 - 500
VOLUMEN PLAQUETARIO MEDIO(VPM)		9.8	fL	4.69 - 10
VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO(VCM)		83.5	fL	82 - 98
ERITROSEDIMENTACION (FOTOMETRIA CAPILAR)		2	mm/hora	2 - 30
VALORES DE REFERENCIA:				
Neonatos: 0 - 2 mm/h				
Niños hasta 12 años: 3 - 13 mm/h				

Figura 6 Resultados de laboratorio

Los siguientes resultados de laboratorio deben ser interpretados junto con otros exámenes paraclínicos para poder evaluar individualmente a cada participante y determinar si existe alguna relación con alguna enfermedad común, algunos de los trabajadores refieren congestión nasal días después del trabajo de campo sin ningún otro síntoma relevante.

En general la población estudiada es sana y no tiene ningún dato realmente que pueda indicar una complicación de salud grave pero hay que tener en cuenta la rotación laboral de

los empleados y el tiempo de antigüedad de los mismos porque se debe hacer un seguimiento mucho más extenso y riguroso de los estudios paraclínicos de estos trabajadores.

Establecer medidas de control para mitigar los peligros

Para los peligros presentados se realizaron algunos cambios que permitieron mitigar el riesgo o eliminarlo en su totalidad.

A continuación se enumeran las actividades que se realizaron para cada uno de los peligros presentes:

1) Ruido:

   Actualmente, los trabajadores utilizan tapaoídos de inserción; los usan apenas inician la tarea y se los retiran una vez que terminan de limpiar los equipos. Según la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATI-HNIR), en cuanto a controles para mitigar la exposición al ruido, refiere en su apartado de controles administrativos (Ministerio de la protección social, 2006)

   > Los controles administrativos se refieren a decisiones que pueden tomarse desde la administración para reducir la exposición a ruido. En estos se incluirán medidas como:
   >
   > Disminuir el tiempo de exposición
   >
   > Estimular los planes de rotación del personal.
   >
   > Operar equipos ruidosos durante turnos de trabajo que implique la presencia de un mínimo de trabajadores expuestos

> Proporcionar áreas de trabajo de descanso alejado de líneas de producción que constituyan fuente de ruido. Estas áreas deben ser tratadas con material acústico, en caso necesario.

Dado lo anterior, se opta por incluir dentro de los controles establecidos las pausas activas, la rotación del personal para que el tiempo de exposición de cada uno de los trabajadores se reduzca cuando se está realizando la labor. Así mismo, si bien también se afirma que "La protección personal debe ser el último recurso al cual se debe acudir para el control de las exposiciones de los trabajadores" (Ministerio de la protección social, 2006, pág. 59), también se indica que es una de las opciones más prácticas para el control del riesgo debido a su economía para implementarla.

Debido al ruido que genera la pulidora y otros entes externos ajenos a la inspección, se recomienda la utilización adicional de tapa oídos de copa para que se usen al mismo tiempo que los tapa oídos de inserción.

Manera de usarlos: Una vez se ingrese al campo, se pondrán los tapaoídos de inserción para protegerse de las fuentes generadoras de ruido en el campo. Una vez ingresen a su sitio de trabajo y hayan descargado todo e inicien la operación, se pondrán los tapaoídos de copa encima de los de inserción; esto con el fin de darle una protección adicional al trabajador.

Cuando se tiene el nivel de exposición de ruido y para la poder identificar la tasa de nivel de reducción de ruido real se recomendó que utilizaran la GATI-HNIR en donde recomienda el método OSHA y da el siguiente procedimiento (Ministerio de la protección social, 2006, pág. 62):

1. Seleccione el mayor NRR ofrecido por los protectores de copa e inserción.

2. Reste 7 dB del NRR mayor

3. Agregue 5 dB al NRR ajustado.

4. Reste esta diferencia al nivel de exposición encontrado.

Ejemplo. Se dispone de la siguiente información:

Nivel de exposición TWA: 98 NRR

Tipo copa: 25 NRR

Tipo inserción:28

Nivel estimado = 98 – (28 – 7)x0.5 + 5 = 98 – 10.5 + 5 = 82.5 dB

Adicional a esto, se crea una matriz de elementos de protección personal en donde se dan las condiciones para cada uno de los elementos de protección para la realización de la tarea (Anexo 3)

Se crea un programa de capacitaciones (Anexo 4) en donde se incluye una capacitación sobre uso y mantenimiento de elementos de protección personal y otra sobre prevención del ruido. Esto con el fin de concientizar al personal de los beneficios de protegerse por medio de los elementos de protección.

2) Iluminación Deficiente:

Debido a que los empleados actualmente utilizan una linterna pequeña manual, que van moviendo dependiendo el sitio que necesiten iluminar, es necesario crear una iluminación más eficiente, que tenga los niveles adecuados y que sea cómoda para el trabajador.

Es por esto, que se plantean dos opciones de iluminación; se propone que empiecen a usar lámparas antiexplosión que iluminen el lugar de manera independiente del personal y

usen lámparas tipo minero que alumbren directamente por el casco de cada uno de los trabajadores.

Según la Resolución 2400 de 1979, la limpieza e inspección de los equipos requiere "diferenciación de detalles finos, con un grado regular de contraste y largos periodos de tiempo" (Ministerio de trabajo y seguridad social, 1979) y con un nivel de detalle para la industria de alta precisión superando los 1000 luxes en cuanto a nivel de iluminación se refiere, se recomienda que se haga una combinación de los dos tipos de iluminación dependiendo de los costos del mercado con el fin de llegar a los niveles requeridos para trabajos con tal detalle tales como las inspecciones minuciosas a los cordones de soldadura.

3) Biomecánico

Dados los estudios realizados en la organización, y por los métodos descritos en el numeral anterior, se definió que para el peligro biomecánico, específicamente a las posturas forzadas, movimientos repetitivos y posición sedente prolongada, se deben realizar jornadas de pausas activas con una duración de mínimo 5 minutos a intervalos de máximo dos horas.

A continuación se recomiendan algunas actividades para conseguirlo:

- los siguientes ejercicios son simples y ayudaran al fortalecimiento de la espalda y piernas:

1. Recostarse sobre el estómago con las piernas y los brazos rectos y extendidos
2. Colocar los codos a los lados y las manos bajo los hombros. Suavemente presionar las manos mientras se levanta despacio el pecho del piso.
3. Regresar a la posición inicial
4. Repetir de 3 a 5 veces





5. Acostarse sobre la espalda con las piernas estiradas
6. Llevar las rodillas al pecho, si esto se dificulta se puede realizar el mismo movimiento pero de lado.
7. Colocar las manos atrás de los muslos y exhalar mientras lleva las rodillas cerca de su pecho, sostener esta posición.
8. Libere.
9. Repetir de 3 a 5 veces







Figura 7 Ejercicios prevención lesiones de espalda

Fuente: Kstate (2013), Prevencion de Lesiones en la espalda figura

- Realizar elongaciones para manos y brazos para evitar lesiones.



Para una elongación abierta. Ayúdate con cualquier superficie o los dedos de tu otra mano, presiona hacia atrás generando un arco.



Para "cerrar" las articulaciones. Para compensar el movimiento anterior, con el pulgar de la mano contraria, "cierra" cada articulación de cada dedo.



Para soltar las manos. Separa cada dedo creando una "V" lo más abierta posible.



Abriendo. Al igual que separarse de piernas, haz un "split" con cada de tus dedos -



Para estirar el pulgar. Extiende la muñeca y con ayuda de tu pulgar contrario, lleva el pulgar hacia atrás.

Figura 8 Elongación manos y dedos

Fuente: Solobuolder, (2016)



Figura 9 Elongación brazos

Fuente: iNetWorks, (2016)

4) Espacios confinados

Se recomienda adquirir un medidor de gases para realizar mediciones constantes antes y durante las operaciones y verificar que no haya atmósferas peligrosas. Adicional a eso, es necesario adquirir el kit de rescate de espacios confinados en el que se incluya un equipo de autocontenido de oxígeno, arnés, línea de vida, extintor, botiquín, entre otros. Así mismo, es necesario adquirir un extractor de olores que permita la circulación del aire dentro el espacio.

Así mismo, se requiere incluir dentro del cronograma de capacitaciones, las capacitaciones en espacios confinados y manejo del medidor de gases, para que tanto el responsable de la seguridad como los operarios estén certificados y puedan maniobrarlo en cualquier momento.

Por otro lado, se recomienda la implementación del programa de trabajo en espacios confinados (Anexo 10) y la realización de un permiso de trabajo (Anexo 6) que permita

verificar que los trabajadores no van a sufrir ningún tipo de anomalía que genere algún accidente y que incluya los requisitos para asegurar la supervivencia de los trabajadores en el espacio confinado.

5) Químico:

Para contrarrestar los efectos de los polvos, aerosoles y material particulado es necesario implementar el uso de un protector respiratorio adecuada para los trabajos, que tenga los filtros y cartuchos requeridos para la tarea. Se recomienda una con filtro para vapores y gases y adaptador para cartuchos de polvo y material particulado.

El protector respiratorio que se sugiere es un protector respiratorio 6200 con filtro para partículas p100, cartucho para gases y vapores 6100 y retenedor 502.

Así mismo, se implementó el uso de un extractor de olores para que sacara el polvo de manera mecánica

Para las demás partes del cuerpo que se encuentran expuestas a los residuos de crudo, hollín, oxido, entre otros, se utilizará un overol desechable que les cubra desde los talones hasta las muñecas, cubriendo la cabeza con la capucha, guantes de nilón, en caso de que no estén desarrollando labores de grateo, y zapatos de seguridad.

6) Levantamiento de cargas

Se recomienda adquirir contenedores más pequeños, en los que el peso no supere los 25 Kg cada uno, en donde se carguen todas las herramientas e insumos para realizar la labor.

En el caso de las extensiones, se enrollarán en un carrete y se cargarán entre dos personas para evitar el levantamiento.

Adicional a esto, se incluirá dentro del programa de capacitación, una sobre levantamiento adecuado de cargas.

7) Radiaciones no ionizantes

Se recomienda instalar una polisombra que los cubra cuando se encuentren realizando la inspección en los tubos de fuego. Adicional a esto, se requiere el uso de bloqueador solar, capuchón y gafas negras para su protección.

8) Temperaturas extremas

Se incentivará el uso de la polisombra para poder trabajar en el exterior de los equipos. Adicional a esto, se debe tener hidratación constante a base de suero o una bebida hidratante para el personal.

9) Iluminación Excesiva

Para evitar los deslumbramientos por la iluminación excesiva, se recomienda el uso permanente, cuando se estén realizando trabajos en el exterior de los equipos, de gafas oscuras con filtro UV para protección de los ojos.

10) Vibración

En cuanto a la vibración producida por la pulidora, se recomienda realizar pausas activas cada media hora, el uso contante de los mangos antivibración y la inspección preoperacional de la misma.

11) Mecánico

Para mitigar el peligro mecánico, se recomiendan hacer inspecciones preoperacionales a las herramientas y equipos utilizados (Anexo 5), así como el uso permanente de los elementos de protección personal que se muestran en la matriz de EPP (Anexo 3)

12) Eléctrico

En cuanto al peligro eléctrico, se utilizarán conexiones antiexplotion en las extensiones y equipos que se utilicen. Además, se diligenciará el permiso de trabajo (Anexo 6) al iniciar las actividades.

Solución a la hipótesis de investigación

A través de los estudios realizados, se pudo evidenciar que los empleados están expuestos a diversos peligros que pueden generar graves afectaciones a la salud con una exposición constante. Sin embargo, con los debidos controles, se pueden mitigar o eliminar contribuyendo al bienestar de los mismos.

Debido a que los estudios paraclínicos no fueron concluyentes respecto a la aparición de alguna enfermedad por la exposición al peligro químico, sería necesario realizar pruebas con tiempos más largos de estudio, ya que por las variables de los trabajadores, la edad, el tiempo laborado en la empresa y la rotación del personal, es imposible arrojar resultados contundentes respecto a una enfermedad producida por la exposición al mismo.

Discusión de resultados

Cuando realizamos el proyecto, se encontró que la organización no se encontraba al día con la legislación ni con los estándares requeridos, ya que no tenían una matriz de identificación de peligros adecuada para la labor, no contaban con una matriz de elementos

de protección personal ni con programas de gestión adecuados para los peligros inherentes a las actividades.

Al realizar las actividades iniciales, tales como la investigación previa de los procesos, se evidenció que la organización tampoco tenía los elementos necesarios para la realización de las actividades, pues estaban trabajando con extensiones en mal estado, herramientas e insumos rotos, vencidos y sin identificar. Los elementos de protección personal no eran los adecuados, no se tenía conocimiento de su periodicidad, mantenimiento, limpieza, etc. Adicional a esto, se evidenció el estado en el que salían los empleados, puesto que cuando terminaban sus labores dentro de los equipos las partes expuestas, tales como las manos o la cara, estaban completamente llenas de hollín y residuos de crudo que hicieron crear el interrogante sobre si esos elementos les podrían estar generando alguna afección a la salud inmediata.

Una vez se aplicó la metodología de la Guía Técnica Colombiana GTC 45/2012 y se identificaron los peligros a los que la población se encontraba expuesta, se empezaron a dar las recomendaciones para que el trabajo se hiciera de mane más segura.

Para empezar, lo primero que se hizo fue modificar la matriz de EPP para que los trabajadores tuvieran los elementos adecuados y se les dictó una capacitación acerca del uso y mantenimiento de los EPP (Anexo 7). A partir de ese momento, empezaron a utilizar tapa oídos de inserción y de copa, guantes de carnaza para el grateo y de nilón para el resto de las actividades y el uso del overol desechable para los trabajos al interior de los equipos.

En cuanto al protector respiratorio para el peligro químico, la organización consideró que no se podía implementar hasta que no se tuviera un resultado concluyente de los

estudios sobre si se estaba generando un peligro químico significativo. Sin embargo, cuando se entregaron los resultados del estudio se les explicó que aunque no evidenciaran problemas a corto plazo y debido a la edad promedio de los empleados, no se podía dar una conclusión final ya que requería mucho más tiempo de estudio para algo definitivo, pero que se recomendaba cambiar el protector respiratorio, ya que no era adecuada para las tareas que estaba realizando. Se asistió a dos inspecciones después de la compra de las mismas y se evidenció que los trabajadores ya no salían con la tos identificada ni con la mucosa color negro, tal y como si aparecía cuando tenían el protector respiratorio anterior.

En cuanto al extractor de olores, se identificó que si funcionaba en las actividades de limpieza e inspección. Sin embargo, al momento de realizar los líquidos penetrantes, el extractor absorbía el aerosol y no se realizaba el ensayo de manera adecuada; por lo que se decidió dejar el extractor y una vez que se inicie con los líquidos se suspende mientras se aplican los aerosoles y se vuelve a iniciar en la limpieza. Para contrarrestar el ruido generado por el mismo, se atacó directamente con los EPP, ya que si usan los tapa oídos de inserción y de copa al mismo tiempo se mitiga el peligro creado.

Para el problema de la iluminación, se adquirieron inmediatamente las lámparas tipo minero. Sin embargo, la lámpara antiexplotion está en revisión por parte de la organización para cuando tengan presupuesto.

En cuanto a las pausas activas y los ejercicios de calistenia, inicialmente se encontró resistencia por parte de los trabajadores a realizarlas, ya que argumentaban ellos que "*perdían tiempo valioso de la labor*". Sin embargo, una vez se hizo la capacitación de pausas activas e higiene postural (Anexo 8) y todos se adaptaron al proceso, se volvió efectivo y ahora se turnan para dirigirla ellos mismos.

Para la mitigación de los peligros de espacios confinados, se adquirió el medidor de gases y el extractor. Sin embargo, están en cotización el equipo de autocontenido y demás elementos de emergencias ya que el costo es elevado y por ahora la organización no dispone de capital.

Se programó la capacitación de manipulación de cargas con ayuda de la ARL y la tienen para dictar en el mes de agosto de este año. En cuanto a los contenedores, se adquirieron los pequeños y se está llevando la extensión en un carrete, lo que produjo una disminución en las cargas al momento del cargue y descargue de los equipos y herramientas.

Se adquirió una polisombra con plataformas que cubrieran toda la extensión de los equipos, lo que permitió que trabajaran bajo sombra y los equipos no se calentaran tanto. Así mismo, cada trabajador tiene un capuchón que le cubre la cara, ya que es la parte del cuerpo que más expuesta se encontraba a las radiaciones del sol.

Como se entregaron los EPP adecuados, el personal ya tiene gafas negras que los ayudan a controlar la iluminación excesiva al exterior de los equipos así como la ayuda que genera la sobra producida por la polisombra.

Se crearon los formatos preoperacionales de herramientas (Anexo 4) y se verificó que las pulidoras que utilizan sean las adecuadas y tengan los mangos antivibración.

Y por último, se creó el formato de inspección de riesgo eléctrico y se adquirieron una multitoma y una extensión con conexiones antiexplotion, que evitan el riesgo de electrocusión en la tarea.

Las otras recomendaciones dadas en la matriz de peligros, se evidenciaron a la gerencia y ella quedó con el compromiso de trabajar en completarlas con la colaboración de su departamento HSEQ durante el tiempo que dure el proyecto y según los recursos disponibles.

Conclusiones y recomendaciones

- En la organización se encontraron procesos claros y establecidos en cuanto a su estructuración y los procesos misionales del mismo. Sin embargo, en cuanto a la parte de seguridad y salud en el trabajo, se encontraron grandes falencias, falta de claridad y asignación de responsabilidades; lo que genera huecos en el debido proceso y fallas al momento de proteger a los trabajadores frente a los peligros expuestos.
- Dentro de la identificación de peligros, se priorizaron de mayor a menor relevancia para poder realizar las intervenciones de manera que fueran más efectivas; Se identificaron los peligros "No aceptables" que son los que tuvieron una mayor calificación en clasificación y que requieren controles inmediatos para continuar con el proceso, peligros "Aceptables con control específico" que son los que si bien no tienen un nivel tan alto como los anteriores, si deben ser atendidos de manera oportuna y los "Aceptables" que son los que con los controles actuales, pueden seguir laborando.
- En la categorización de peligros identificados como "No aceptables" se encontraron: el Ruido, generado por las herramientas utilizadas, la iluminación escasa al interior de los equipos, la parte biomecánica por posturas forzadas, prolongadas y sedentes, el trabajo en espacios confinados y el peligro químico con la presencia de polvos, material particulado y aerosoles. Para estos peligros se dieron soluciones inmediatas que permitieran poder continuar laborando sin afectar la continuidad del negocio ni seguir exponiendo a los trabajadores a los mismos. En los peligros identificados como "Aceptable con control específico" se

encontraron el biomecánico con manipulación de cargas, radiaciones no ionizantes por los rayos directos del sol, temperaturas extremas, iluminación excesiva al trabajar en el exterior de los equipos, vibración, mecánico por utilización de equipos y herramientas y eléctrico por las conexiones de los mismos. Para estos, también se dieron soluciones que pudieran proteger a los trabajadores sin afectar el proceso desarrollado. Para los peligros aceptables, se estipuló que continuaran con los controles actuales y que siguieran algunas recomendaciones dadas dentro de la matriz de identificación de peligros.

- Se realizaron estudios para identificar la parte biomecánica e identificar las afecciones por la parte química. En los estudios biomecánicos se identificó que las posturas no son las adecuadas para cuidar de la salud de los trabajadores. Sin embargo, debido a las condiciones de la tarea, no se pueden modificar las posturas, pues los equipos no se pueden modificar estructuralmente y se deben inspeccionar obligatoriamente. Se debe entonces, acudir a soluciones de menor impacto tales como la calistenia y las pausas activas; que si bien no eliminan el peligro, permiten acortar el tiempo de exposición y permitir un mayor control de la parte osteomuscular de los trabajadores
- En los estudios paraclínicos, no se obtuvo un resultado desfavorable respecto a afecciones a la salud derivadas del peligro químico. Sin embargo, estos datos no son definitivos, ya que la duración del estudio y las variables de los empleados no permiten arrojar datos concluyentes que identifiquen si realmente existe afección.
- es importante resaltar que se evidencia trastornos en la salud de los trabajadores reflejados en los resultados de las pruebas de laboratorio, durante el desempeño de

su actividad. Generando duda acera de si los elementos de protección personal utilizados por los trabajadores son los adecuados para este tipo de actividad y el tiempo de vida útil que le dan a los mismos.

- Cuando se iniciaron las actividades de investigación, se encontró al personal y a los directivos de la organización con resistencia al cambio y reaccionarios frente a las actividades que íbamos desarrollando. Sin embargo, a medida que se fueron evidenciando las mejoras para los empleados, ellos mismos se soltaron y empezaron a cooperar para desarrollar de manera más eficiente este estudio.
- Especialmente, fueron resistentes al cambio en cuanto a hacer más pausas en las operaciones y agregarle más elementos de protección a su atuendo regular.
- Por parte de la alta gerencia, debido a algunos costos significativos para la adquisición de algunos elementos, se empezó con lo que estaba al alcance del presupuesto y algunas cosas que se tenían pero no se les estaba dando el uso adecuado.
- Aún faltan algunas actividades para cerrar por completo los controles establecidos, sin embargo, la organización acordó ir desarrollándolas en conjunto con su departamento HSEQ y a medida que su disponibilidad de recursos lo permita.
- Se recomienda a la organización continuar con la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo y con la identificación de los peligros de las diversas actividades que realizan allí; ya que este trabajo se centró únicamente en una actividad de todas las que se realizan al interior de la empresa.
- Se debe continuar incentivando a los empleados en temas de seguridad y salud, capacitarlos y brindarles más mecanismos de difusión y protección de su salud.

- Se ve la necesidad de que por parte de la empresa se continúen las pruebas realizadas para poder identificar qué tanto se está afectando a la población al estar expuestos al riesgo químico presente.
- Se recomienda a la organización tener estudios complementarios a los que se realizaron en esta investigación, que determinen el estado actual de salud de los funcionarios.
- se sugiere implementar un nuevo proceso de estudios de salud ocupacional realizados a los operarios antes de ingresas a la empresa, durante el desempeño de sus labores y después de culminado su contrato para tener un mejor control de las posibles afecciones de salud que se puedan estar generando en los trabajadores.

Bibliografía

Asociación Española de Ensayos No Destructivos. (2002). *Ensayos no destructivos. Líquidos penetrantes nivel II.* Madrid: Fundación CONFEMETAL.

Frasnedo, E. F. (11 de 06 de 2017). *FASEH*. Obtenido de Principios generales de la exploración del enfermo: http://www.faseh.edu.br/biblioteca_/arquivos/acervo_digital/Hematologia.pdf

Ruiz, H. (1993). *Inspección radiográfica de soldduras.* Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Solà, P. M. (1992). *Soldadura industrial: Clases y aplicaciones.* Barcelona: Marcombo.

Valencia, U. p. (s.f.). *Ergonautas*. Recuperado el 12 de 04 de 2017, de http://www.ergonautas.upv.es

ACGIH. (2014). *TLVs y BEIs.* Bogota: Asociación Mexica de Higiene Industrial.

Anillo, m. S. (2007). Efectos crónicos neurocomportamentales en trabajadores. *Efectos crónicos neurocomportamentales en trabajadores*. Bogota, Bogota D.C: Pontificia Universidad Javeriana.

Castilla, W. A. (8 de agosto de 2012). *slideshare.* Obtenido de Determinación de afectaciones en la salud del trabajador por efectos de las partículas y gases de la industria metalúrgica en Ocaña. http://es.slideshare.net/jekitarodriguez/determinacion-de-afectaciones-en-la-salud-del-trabajador-por-efectos-de-las-particulas-y-gases-de-la-industria-metalurgica-en-ocaa

Daen, S. T. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*.

Giraldo, L. M. (1997). Prevalencia de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a material particulado. *Colombia Médica*, 62-66.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (31 de 12 de 2008). *www.insht.es-Documentación- Guías.* Recuperado el 09 de 04 de 2016, de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf

Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. (2009). *El soldador y los humos de la soldadura.* OSALAN.

Instituto Madrileño de Formación Business School. (24 de 09 de 2015). *Blog de prevención de riesgos laborales.* Recuperado el 02 de 05 de 2016, de http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/riesgos-asociados-a-trabajos-en-espacios-confinados/

Lerma G, H. D. (2009). *Metodología de la Investigación.* Bogotá: ECOE.

Lockwood, A. H. (noviembre de 2009). *greenpeace.com.* Obtenido de http://www.greenpeace.org/: http://www.greenpeace.org/chile/Global/chile/Documentos/Clima%20y%20Energia/2010/impactos-del-carb-n-sobre-la-s.pdf

Ministerio de la protección social. (2006). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Sensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo.* Bogotá.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (1979). *Resolución 2400 de 1979.* Bogotá.

Prevencion Integral. (26 de 09 de 2014). *Toxicologia laboral: Peligros y Riesgos*. Obtenido de http://www.prevencionintegral.com/comunidad/blog/toxicologia-laboral-peligros-riesgos/2014/09/29/oxido-hierro-siderosis

Tronco, F. (2008). Valor postural y riesgo de lesión musculo esquelética en trabajadores de una plataforma de perforación petrolera lecustre. *Instituto de Salud Ocupacional y Ambiental*, 29-38.

Universidad de Buenos Aires. (2010). Pulmón De Soldador De Arco. *Scielo*, 2.

Universidad Politécnica de Catalunya. (2014). Óxido de hierro (Siderosis). *Prevention integral*.

Wong, D. P.-l., Chung, J. W.-y., Chan, A. P.-c., Wong, F. K.-w., & Yi, W. (2014). Comparing the physiological and perceptual responses of constructionworkers (bar

benders and bar fixers) in a hot 9 environment. *Applied Ergonomics* , 45, 1705 - 1711.