

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - ECUADOR

UNIVERSIDAD HUELVA - ESPAÑA

Colegio de Posgrados

**Gestión de los riesgos físicos y químicos en el tratamiento de
residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la
Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP
PETROECUADOR**

Sandra Elizabeth Navas Guerrero

**Iván Guerrero, MSc., Director de Trabajo de
Titulación**

Trabajo de Titulación presentado como requisito para la obtención del título
de Magíster en Seguridad, Salud y Ambiente

Quito, marzo de 2015

Universidad San Francisco de Quito - Ecuador
Universidad Huelva - España

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Gestión de los riesgos físicos y químicos en el tratamiento de
residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la
Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP
PETROECUADOR**

Sandra Elizabeth Navas Guerrero

Iván Guerrero, MSc.
Director de Trabajo de Titulación

Carlos Ruiz-Frutos, Ph.D.
Director de la Maestría de Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad de Huelva y Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

José Antonio Garrido Roldán, MSc.
Coordinador Académico de la Maestría de Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad de Huelva y Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

Luis Vásquez Zamora, MSc.-ESP-DPLO-FPhD
Director de la Maestría de Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad San Francisco de Quito y Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

Gonzalo Mantilla, MD-MEd-FAAP
Decano del Colegio de Ciencias de la Salud

Fernando Ortega, MD., MA., Ph.D.
Decano de la Escuela de Salud Pública

Victor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, marzo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Sandra Elizabeth Navas Guerrero

C. I.: 2100104963

Lugar: Quito

Fecha: marzo de 2015

DEDICATORIA

A los sueños, anhelos y esperanzas.

Al universo, al ser, al espíritu, a la guía, a la luz que perdura como el primer día, que continúa protegiéndome, guiándome y que jamás se extingue; que ésta no perezca que en su lugar permute y se perpetúe en la continuación de mi ser.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia: Papi, Mami, Dari, Isa, Joselito, Joelito, Saulito y Lazyta.

A la EP PETROECUADOR, a mis compañeros de trabajo que me brindaron su ayuda: Rommel Valverde, Paul Meza, Omar Vallejo, Felipe Espinoza, Guillermo Calderón, Denisse Rivera, Germán Torres, Carlos Lara, Juan Carlos Ipiates, Carlos Bravo, Abel Cedeño, Charles Coral, Jorge Crespo, Rolando Fiallos, Jorge Hurtado, Carlos Navas, Diego Núñez, Mario Vivas, Walter Montesdeoca, Wilson Vivanco.

A mis amigos durante este recorrido.

A mi tutor de tesis Iván Guerrero y lectora Johanna Monar por su valiosa guía y colaboración en la ejecución del proyecto.

RESUMEN

El diagnóstico inicial de riesgos físicos y químicos del tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR identificó los riesgos que requerían evaluación cuantitativa; ésta determinó en el caso del riesgo químico por exposición a vapores, índices de exposición aceptables para los dos puestos de trabajo Supervisor y Obrero, siendo adecuado mantener las medidas de protección respiratoria existentes ya que los residuos en tratamiento contienen compuesto orgánicos volátiles; el análisis del riesgo por contacto con productos químicos determinó la necesidad de implementar medidas de control debido a falencias en la manipulación y almacenamiento de productos. Los niveles de exposición a ruido para los dos puestos se encuentran bajo el límite máximo permitido. Para la gestión de los riesgos se estructuró una propuesta de Plan de gestión de riesgos físicos y químicos del proceso, que contiene las recomendaciones para el control de los mismos.

ABSTRACT

The initial diagnosis of physical and chemical risks of treatment of oily waste in the area of Environmental Restoration of the Clean Products Santo Domingo Terminal and Station of the EP PETROECUADOR, identified risks requiring quantitative assessment.

This diagnosis determined, in the case of chemical risks from exposure to fumes, acceptable exposure levels for the two positions of Supervisor and Workers, being appropriate to maintain existing measures of respiratory protection as the waste treatment contains volatile organic compound; risk analysis by contact with chemicals identified the need to implement control measures due to shortcomings in the handling and storage of products.

The levels of noise exposure for the two positions are under the maximum allowable limit.

To manage the risks, it has been structured a proposal for the management plan of physical and chemical risks of the process, which contains recommendations for control thereof.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	16
1.1 Antecedentes	17
1.1.1 Breve reseña	17
1.1.2 Justificación.....	17
1.2 El problema	21
1.3 Hipótesis	21
1.4 Objetivos	23
1.4.1 Objetivo General.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos.....	23
1.5 Presunciones del autor	23
1.6 Supuestos	24
Revisión de la literatura	25
2.1 Géneros de literatura incluidos en la revisión	25
2.1.1 Fuentes.....	25
2.2 Pasos en el proceso de revisión de la literatura	25
2.3 Formato de la revisión de la literatura	25
2.3.1 Descripción de la empresa.....	25
2.3.1.1 Misión.....	26
2.3.1.2 Visión.....	26
2.3.1.3 Política de Seguridad, Salud y Ambiente.	27
2.3.1.4 Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente.	28
2.3.1.4.a Departamento de restauración ambiental.	29

2.3.1.4.d Ubicación del área de estudio.....	29
2.3.2 Restauración ambiental.....	32
2.3.2.1 Desechos/Residuos contaminados.....	32
2.3.2.2 Tratamiento de residuos oleosos.....	33
2.3.1.1.a Recepción de material contaminado y separación de fases.....	33
2.3.1.1.b Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua.....	33
2.3.1.1.c Tratamiento de sedimentos.....	35
2.3.3 Riesgos Laborales.....	35
2.3.3.1 Principios de la prevención de riesgos laborales.....	38
2.3.3.2 Higiene Industrial.....	38
2.3.3.3 Factores de riesgos.....	40
2.3.3.4 Riesgo químico.....	42
2.3.3.4.a Agentes químicos.....	42
2.3.3.4.b Reacciones químicas.....	43
2.3.3.4.c Exposición a productos químicos.....	43
2.3.3.4.d Gasolina súper y gasolina extra.....	46
2.3.3.4.e Diésel premium y diésel 2.....	48
2.3.3.5 Riesgo físico.....	49
2.3.3.5.a Agentes físicos - ruido.....	49
2.3.3.6 Evaluación de riesgos.....	51
2.3.3.6.a Evaluación de riesgos químicos.....	52
2.3.3.6.b Evaluación de riesgos físicos - ruido.....	58
2.3.3.7 Marco Normativo.....	62
Metodología y diseño de la investigación.....	70
3.1 Justificación de la metodología seleccionada.....	70
3.2 Herramienta de investigación utilizada.....	71
3.3 Descripción de participantes.....	72
3.4 Fuentes y recolección de datos.....	72

3.4.1 Definición del flujo del proceso e identificación de peligros y riesgos físicos y químicos.	73
3.4.2 Diagnóstico inicial de los riesgos físicos y químicos.	78
3.4.2.1 Clasificación de las actividades de trabajo.	78
3.4.2.2 Análisis de riesgos.	78
3.4.2.2.a Severidad del daño.	79
3.4.2.2.b Probabilidad de que ocurra el daño.	79
3.4.2.3 Valoración de riesgos.	81
3.4.3 Evaluación cuantitativa de riesgos.	81
3.4.3.1 Evaluación del riesgo químico por exposición a vapores.	82
3.4.3.1.a Objetivos.	82
3.4.3.1.b Metodología/estrategia de muestreo.	82
3.4.3.2 Evaluación del riesgo por contacto químico.	90
3.4.3.2.a Objetivos.	90
3.4.3.2.b Metodología/estrategia de muestreo.	90
3.4.3.3 Evaluación del riesgo físico por exposición a ruido.	91
3.4.3.3.a Objetivos.	91
3.4.3.3.b Metodología/estrategia de muestreo.	92
Análisis de datos.	102
4.1 Detalles del análisis.	102
4.1.1 Riesgo químico por exposición a vapores; y riesgo por contacto químico.	104
.....	104
4.1.1.1 Evaluación de resultados obtenidos respecto a la Norma.	104
4.1.1.1.a Exposición a vapores.	104
4.1.1.1.b Contacto químico.	108
4.1.1.2 Identificación de las desviaciones respecto a la Norma y establecimiento de causas.	108
4.1.1.2.a Exposición a vapores.	108

4.1.1.2.b Contacto químico.....	108
4.1.2 Riesgo físico por exposición a ruido.	112
4.1.2.1 Evaluación de resultados obtenidos respecto a la Norma.....	112
4.1.2.2 Identificación de las desviaciones respecto a la Norma y establecimiento de causas.....	114
4.2 Limitaciones del estudio.....	115
Conclusiones	116
5.1 Conclusiones	116
5.3 Recomendaciones	117
5.3.1 Gestión del riesgo químico por exposición a vapores y contacto químico.	117
5.3.1.1 Vigilancia de la salud.....	117
5.3.1.2 Equipos de protección individual.....	118
5.3.1.3 Almacenamiento de sustancias químicas.....	120
5.3.1.4 Información y formación.....	120
5.3.2 Gestión del riesgo físico por exposición a ruido.....	121
5.3.2.1 Vigilancia de la salud.....	121
5.3.2.2 Reducción del ruido en la fuente.....	121
5.3.2.3 Reducción del ruido en el medio de propagación.....	122
5.3.2.4 Reducción del ruido en el receptor.....	122
5.3.2.4.a Equipos de protección individual.....	122
5.3.2.5 Información y formación.....	126
5.3.3 Recomendaciones generales.....	126
5.3.4 Cronograma y priorización.....	127
Referencias.....	130
ANEXOs.....	136

TABLAS

Tabla 1. Productos almacenados en Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo	18
Tabla 2. Actividades y tareas en el tratamiento de residuos oleosos.....	22
Tabla 3. Agentes contaminantes estudiados en higiene industrial	39
Tabla 4. Relación causa/efecto exposición a agentes químicos	44
Tabla 5. Componentes peligrosos de gasolina súper y gasolina extra.....	47
Tabla 6. Componentes peligrosos de diésel premium y diésel 2.....	48
Tabla 7. Principales efectos de exposición laboral a ruido.....	58
Tabla 8. Factores de riesgo para medición de exposición	71
Tabla 9. Instrumentos de medición de factores de riesgo.....	72
Tabla 10. Listado de peligros y riesgos físicos y químicos	75
Tabla 11. Niveles de riesgo	80
Tabla 12. Valoración de riesgos	81
Tabla 13. Referencia técnica normativa y método de evaluación	83
Tabla 14. Grupo Homogéneo de Exposición.....	85
Tabla 15. Configuración de muestreo.....	86
Tabla 16. Límites de exposición profesional para agentes químicos	87
Tabla 17. Especificaciones del equipo	89
Tabla 18. Simbología empleada	90
Tabla 19. Referencia Técnica y método para evaluación de ruido laboral.....	92
Tabla 20. Fuentes de emisión de ruido	96
Tabla 21. Datos registrados/Adquiridos	97
Tabla 22. Parámetros procesados en el dosímetro.....	97

Tabla 23. Tiempo de exposición permitida en función de criterio de evaluación.....	97
Tabla 24. Factor de degradación NRR para cálculo nivel de atenuación protector auditivo	98
Tabla 25. Nivel de atenuación de protector auditivo tipo tapón reusable	98
Tabla 26. Calificación de atenuación sonora.....	99
Tabla 27. Especificaciones del equipo sonómetro.....	100
Tabla 28. Especificaciones del equipo dosímetro	100
Tabla 29. Simbología empleada	101
Tabla 30. Evaluación cualitativa de riesgos	103
Tabla 31. Nivel de riesgo por exposición a agentes químicos	105
Tabla 32. Nivel de riesgo por contacto químico.....	108
Tabla 33. Datos hojas de seguridad de agentes químicos empleados en el tratamiento de agua.....	109
Tabla 34. Uso de equipos de protección individual.....	111
Tabla 35. Niveles de exposición a ruido.....	113
Tabla 36. Recomendaciones en fuentes de emisión de ruido	122
Tabla 37. Atenuación sonora conferida por protector recomendado.....	123
Tabla 38. Consideraciones de compatibilidad con otro EPIs	125
Tabla 39. Cronograma y priorización de medidas de prevención y protección.	128

FIGURAS

Figura 1. Mapa Centro de Tratamiento Santo Domingo	31
Figura 2. Flujo tratamiento de residuos oleosos	74
Figura 3. Bomba portátil de muestreo personal.....	89
Figura 4. Protector auditivo tipo tapón reusable.....	99
Figura 5. Sonómetro	100
Figura 6. Dosímetro.....	101

INTRODUCCIÓN

La Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR se encarga de la gestión de los procesos de transporte, refinación y comercialización nacional e internacional de hidrocarburos para garantizar el abastecimiento de combustibles interno del país; estos procesos se desarrollan en un marco de responsabilidad social y ambiental.

La EP PETROECUADOR cuenta con una estructura organizacional conformada por Gerencias operativas y de soporte, dentro de las cuales se encuentran las Gerencias de Transporte y la de Seguridad, Salud y Ambiente (Resolución No. DIR-EPP-18-2013 Y DIR-EPP-22-2013), la Gerencia de Transporte cuenta con una Subgerencia de Poliductos y Terminales relacionada al transporte y almacenamiento de productos limpios, entre sus instalaciones cuenta con la Estaciones y Terminales de Productos Limpios Santo Domingo donde se recibe y almacena gasolina extra, gasolina súper, diésel 2 y diésel premium; los tanques donde se almacenan estos productos son sometidos a procesos de limpieza periódicos como resultado se generan volúmenes de materiales contaminados que requieren ser gestionados conforme la legislación ambiental vigente.

Por otro lado, enmarcados en la responsabilidad social y ambiental de sus procesos, la EP PETROECUADOR desde el año 2009 a través de la Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente con su Departamento de Restauración Ambiental inició la ejecución de actividad de limpieza de áreas y remediación de materiales contaminados de fuentes de contaminación generadas en los procesos de transporte, refinación y comercialización; es así que en el año 2014 se inició la intervención de restauración ambiental en la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo

Domingo, que contempla dentro de sus procesos el tratamiento de residuos oleosos, este proceso involucra la participación de personal técnico y obrero que se encuentra expuesto a riesgos físicos y químicos propios de esta actividad, mismos que deben ser gestionados.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Breve reseña.

El uso de hidrocarburos y sus derivados forma parte de la matriz productiva y fuente de energía de la industria y estilo de vida habitual de la comunidad, dentro de la provisión de productos limpios como gasolina y diésel se encuentra el proceso de transporte y almacenamiento en estaciones y terminales; cuyas instalaciones cuentan con tanques de almacenamiento que son sometidos a un proceso de limpieza programado y periódico producto de esta limpieza se generan residuos oleosos constituidos por lodos y aguas aceitosas que son removidos de los tanques y transferidos a piscinas de acopio para su posterior gestión.

1.1.2 Justificación.

En la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR, se recibe y almacena gasolina extra, gasolina súper, diésel 2 y diésel premium, que conforme sus hojas de seguridad - MSDS contienen componentes que representan peligros para la salud (Tabla 1).

Tabla 1.
Productos almacenados en Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo

Producto	Componentes peligrosos	Clase/ Categorías del Peligro
Gasolina Súper	Olefinas Tolueno Xileno Benceno	H224: Líquidos y vapores extremadamente inflamables H315: Causa irritación cutánea H340: Puede causar defectos genéticos H350: Puede causar cáncer H336i: Puede causar somnolencia y mareo H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración
Gasolina Extra	Olefinas Tolueno Xileno Benceno	H224: Líquidos y vapores extremadamente inflamables H315: Causa irritación cutánea H340: Puede causar defectos genéticos H350: Puede causar cáncer H336i: Puede causar somnolencia y mareo H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración
Diésel 2	Poliaromáticos Derivados naftalénicos	H226: Líquidos y vapores inflamables H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H315: Provoca irritación cutánea H332: Nocivo en caso de inhalación H351: Se sospecha que provoca cáncer H373: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida. H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración
Diésel Premium	Poliaromáticos Derivados naftalénicos	H226: Líquidos y vapores inflamables H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H315: Provoca irritación cutánea H332: Nocivo en caso de inhalación H351: Se sospecha que provoca cáncer H373: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida. H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración

Fuente: EP PETROECUADOR, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d.

Los residuos oleosos producto de la limpieza de tanques de almacenamiento, contenidos en las piscinas de acopio representan una mezcla de compuestos peligrosos de los productos contenidos en los tanques; estas piscinas constituyen fuentes de contaminación de flujo mismas que dentro de la responsabilidad ambiental de la EP PETROECUADOR han sido consideradas en una planificación

de intervención para la gestión de materiales contaminados; la intervención de restauración ambiental forma parte de la responsabilidad social y ambiental de la empresa, así como del cumplimiento de políticas nacionales y públicas establecidas por el Estado Ecuatoriano para garantizar los derechos contenidos en la Constitución Política del Ecuador y viabilizados a través de herramientas como el Plan Nacional para el Buen Vivir.

Plan Nacional del Buen Vivir (2013):

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

Políticas y lineamientos

7.8 Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental en los procesos de extracción, producción, consumo y pos consumo.

7.8.k Fortalecer los mecanismos y las capacidades institucionales nacionales y locales para prevenir y controlar la contaminación de aire, suelo y agua, así como para garantizar la reparación integral de los daños y pasivos socio ambientales que se generen.

Metas

7.5. Aumentar al 60,0% el porcentaje de fuentes de contaminación de la industria hidrocarburífera eliminadas, remediadas y avaladas por la Autoridad Ambiental Nacional

Constitución Política del Ecuador:

Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la

prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución Política del Ecuador, 2008a, Artículo 14).

En el 2014 la EP PETROECUADOR a través del Departamento de Restauración Ambiental inició la intervención en fuentes de contaminación de flujo de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo, la intervención implementada involucra el tratamiento de residuos oleosos basado en mecanismos físicos, químicos y biológicos, mismos que se realizan con una frecuencia trimestral con la participación de personal técnico y obrero; dentro de estas actividades se ha identificado la necesidad de realizar una evaluación de los riesgos físicos y químicos así como el control de los riesgos no tolerables asociados al tratamiento considerando los contaminantes presentes en los residuos oleosos tratados, que se vea plasmado en la propuesta de un plan que se enmarque dentro de una gestión activa de la seguridad y salud en el trabajo, y que constituya una herramienta de decisión para la empresa sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas o correctivas de ser el caso en aquellos riesgos que no hayan podido evitarse (INSHT, 2014a); y que permita el cumplimiento de disposiciones contenidas en varios instrumentos que regulan la seguridad y salud en el trabajo, como: Constitución Política del Ecuador (2008b) que en el artículo 326 numeral 5 señala “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”, Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo cuyo artículo 1 indica “objetivo de prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente del trabajo”; así como la Resolución No. C.D. 390, artículo 3 respecto a los principios de la acción preventiva en materia de riesgos del trabajo.

1.2 El problema

La implementación de las actividades de restauración ambiental para el tratamiento de residuos oleosos implica la participación de personal técnico y obrero que se encuentran expuesto a factores de riesgo físicos y químicos asociados a las características propias del proceso, mismo que se ejecuta en un centro de tratamiento de materiales contaminados ubicado en un ambiente abierto y que involucra dentro de sus actividades el uso de materiales, herramientas, químicos y equipos que entrañan peligros así como la exposición a los contaminantes contenidos en los residuos oleosos que son tratados. Al ser un proceso de reciente implementación en la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo y al no depender directamente del área operativa de la Gerencia de Transporte no cuenta con una identificación de peligros, evaluación, medición y control de los riesgos físicos y químicos asociados al proceso, que permita una gestión preventiva de riesgos del trabajo que promueva un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el equipo de colaboradores de restauración ambiental que ejecutan sus actividades en el área de estudio.

1.3 Hipótesis

Los factores de riesgo físicos y químicos objeto de este estudio presentan algunos riesgos que deben ser controlados para los puestos de trabajo supervisor y obrero involucrados en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR.

En el tratamiento de residuos oleosos objeto de este estudio se han identificado tres actividades (Tabla 2) conformadas por tareas en las cuales se encuentran inmersos peligros relacionados a riesgos físicos y químicos.

Tabla 2.
Actividades y tareas en el tratamiento de residuos oleosos

Actividades	Tareas
Recepción de material contaminado y separación de fases	Recepción de material contaminado: descarga de residuos oleosos de carro tanque a piscina de recepción
Separación de combustible, agua y sedimento, y Tratamiento de agua	Separación inicial combustible Transferencia de residuo oleoso a lecho filtrante Transferencia de agua del lecho a piscina de oxigenación Oxigenación de agua Transferencia de agua aceitosa a filtro y piscina tratamiento químico Tratamiento químico de agua
Tratamiento de sedimentos	Retiro del lodo del lecho filtrante Establecimiento de pilas Aireación mecánica de pilas mediante el uso de compresores Aireación manual de pilas y toma de muestra para monitoreo

Fuente: Procedimiento de tratamiento de residuos oleosos del Departamento de Restauración Ambiental EP PETROECUADOR.

Considerando que los residuos oleosos sometidos a tratamiento están constituidos por una mezcla de productos de los tanques de almacenamiento de gasolina extra, gasolina súper, diésel 2 y diésel premium, cuyos componentes peligrosos contienen compuestos orgánicos volátiles (COVs) dentro de los cuales destacan el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos por producir efectos graves sobre la salud humana, cancerígenos en el primer caso y no cancerígenos en el resto; y que el empleo de equipos como bombas y compresores durante las actividades supone la generación de ruido que pueden representar riesgo no tolerable para los trabajadores; la carencia de un estudio de evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos y físicos en las actividades referidas, limita a los actores responsables de la gestión preventiva de seguridad y salud en la propuesta e

implementación de medidas de control del riesgo que promuevan un medio ambiente de trabajo adecuado para los trabajadores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Elaborar un plan de gestión de los riesgos físicos y químicos en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los peligros y riesgos físicos y químicos presentes en el tratamiento de residuos oleosos objeto de estudio.
- Realizar una evaluación inicial de los riesgos físicos y químicos e identificar los riesgos que deben ser evaluados cuantitativamente.
- Gestionar la evaluación cuantitativa de los riesgos físicos y químicos.
- Formular una propuesta de gestión de los riesgos físicos y químicos del proceso.

1.5 Presunciones del autor

Se presume que los límites de exposición profesional de España 2014, para la evaluación de la exposición a vapores pueden ser utilizados como fundamento en el contexto ecuatoriano.

Se presume que los criterios de niveles de acción contenidos en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, pueden ser

considerados como guía para la recomendación de medidas de control del riesgo por exposición al ruido.

Se presume que el criterio de atenuación de protectores auditivos contenido en la Guía Técnica: Guía para la selección y control de protectores auditivos del Instituto de Salud Pública de Chile puede ser utilizado en el contexto ecuatoriano.

1.6 Supuestos

En el presente estudio se consideraron los siguientes supuestos:

Entre los factores de riesgos mecánico, físico, químico, biológico, ergonómico y sicosocial; se asume que los factores físicos y químicos son los relevantes de evaluación, medición y control en el tratamiento de residuos oleosos.

Se estima que las mediciones de los factores de riesgo seleccionados sean ejecutados y sus resultados entregados dentro de los plazos contractuales y a tiempo conforme el cronograma del estudio.

A continuación se realiza una revisión de la literatura relacionada al estudio, dividida en dos partes: restauración ambiental y gestión de riesgos laborales; luego de lo cual se detallará la metodología aplicada, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Géneros de literatura incluidos en la revisión

2.1.1 Fuentes.

La información en base a la cual se realizó la revisión bibliográfica provino de normativa nacional y extranjera vigente en el ámbito de seguridad, salud y ambiente, libros de accidentes de trabajo y salud laboral, bases de datos especializada como la del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, así como de la página web oficial y documentos técnicos de la empresa relacionada al presente estudio.

2.2 Pasos en el proceso de revisión de la literatura

Los temas de revisión de la literatura se estructuraron analizando los componentes del estudio: empresa + proceso a evaluar + objetivo del estudio, con esta base se definieron los temas a ser contemplados en este capítulo.

2.3 Formato de la revisión de la literatura

La revisión de la literatura está diseñada en temas, el primero relacionado a la empresa en la que se desarrolla el estudio, el segundo al proceso de restauración ambiental objeto de estudio, y el tercero a los riesgos laborales base del estudio.

2.3.1 Descripción de la empresa.

La Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP PETROECUADOR está conformada por Gerencias Operativas y de Soporte, gestiona el transporte, refinación y comercialización nacional e internacional de hidrocarburos, en un

marco de responsabilidad social y ambiental; en este contexto la normativa de procesos de la empresa incluye el macro proceso de Seguridad, Salud y Ambiente, dentro de éste se encuentra establecida la Política de Seguridad, Salud y Ambiente (EP PETROECUADOR, 2014g), que busca brindar los lineamientos para asegurar que las operaciones protejan a sus colaboradores, el ambiente y sus instalaciones.

2.3.1.1 Misión.

La misión de la EP PETROECUADOR es:

Generar riqueza y desarrollo sostenible para el Ecuador, con talento humano comprometido, gestionando rentable y eficientemente los procesos de transporte, refinación, almacenamiento y comercialización nacional e internacional de hidrocarburos, garantizando el abastecimiento interno de productos con calidad, cantidad, oportunidad, responsabilidad social y ambiental (EP PETROECUADOR, 2014e).

Dentro de su misión contempla que todos los procesos deben desarrollarse en un marco de responsabilidad social y ambiental, lo cual involucra ejecutarlos bajo condiciones de seguridad y salud para sus empleados.

2.3.1.2 Visión.

La visión de la EP PETROECUADOR (2014f), señala: "Ser la empresa reconocida nacional e internacionalmente por su rentabilidad, eficiente gestión, productos y servicios con derivados estándares de calidad, excelencia en su talento humano, buscando siempre el equilibrio con la naturaleza, la sociedad y el hombre"

Considerando este equilibrio entre la naturaleza-sociedad-hombre como una adecuada gestión de la seguridad, salud y ambiente.

2.3.1.3 Política de Seguridad, Salud y Ambiente.

Dentro de los compromisos de la Política de Seguridad, Salud y Ambiente - SSA de la EP PETROECUADOR se encuentran:

Integrar los objetivos empresariales a la gestión de seguridad, salud y ambiente, articulando sus acciones con los principios constitucionales.

Proveer los recursos humanos, económicos, tecnológicos y financieros, necesarios para mejorar de manera continua el desempeño individual y colectivo de Seguridad, Salud y Ambiente en todas sus actividades (...).

Cumplir con las leyes y regulaciones aplicables en materia de seguridad, salud y ambiente.

Establecer sistemas de gestión para controlar, medir y mejorar el desempeño de seguridad, salud y ambiente, involucrado activamente al personal propio y al que labora bajo su responsabilidad a fin de prevenir la contaminación ambiental, lesiones y enfermedades ocupacionales.

Asegurar que los empleados cuenten con capacidades, conocimientos y recursos necesarios para generar empoderamiento y motivación para alcanzar un entorno laboral ambientalmente amigable, seguro y saludable.

Construir instalaciones seguras conforme a los estándares de la industria hidrocarburífera, dar el mantenimiento adecuado y mantener condiciones adecuadas de seguridad.

Promover un ambiente de trabajo seguro y atractivo, caracterizado por el respeto, la confianza y el trabajo en equipo.

Asegurar que todos los empleados y contratistas entiendan que el trabajo seguro y la protección del ambiente es un requisito para realizar sus actividades y que cada

uno de ellos es responsable de su propia seguridad, la de quienes les rodean y del entorno.

Aplicar buenas prácticas disponibles en la industria hidrocarburífera para la prevención de la contaminación y riesgos laborales.

Hacer seguimiento de las condiciones de salud del personal y de la gestión de los riesgos relacionados con el trabajo que desempeñan.

Comunicar la importancia del cumplimiento de la política de SSA a los trabajadores, contratistas, proveedores y partes interesadas en las operaciones de la EP PETROECUADOR (EP PETROECUADOR, 2014g).

2.3.1.4 Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente.

Dentro de la estructura organizacional de la EP PETROECUADOR vigente al 30 de abril de 2014 aprobada por el Directorio de la empresa mediante Resoluciones No. DIR-EPP-18-2013 y DIR-EPP-22-2013, se encuentran consideradas Gerencias Operativas como la Gerencia de Transporte, Refinación, Comercialización Nacional y Comercio Internacional, así como Gerencias de Soporte siendo una de ellas la Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente.

La Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente es la encargada de definir la política y lineamientos de Seguridad, Salud y Ambiente corporativos, así como de brindar asesoría y soporte técnico en las áreas de gestión ambiental y seguridad industrial cuya gestión operativa la ejecutan directamente las Gerencias Operativas.

Por otro lado, gestiona como responsabilidad operativa directa las áreas de Salud Ocupacional, Laboratorio de Seguridad, Salud y Ambiente, y Restauración Ambiental.

2.3.1.4.a Departamento de restauración ambiental.

El Departamento de Restauración Ambiental tiene como funciones principales la limpieza de áreas contaminadas con hidrocarburos y remediación de materiales (suelo, sedimento, agua) de las fuentes de contaminación generadas en los procesos de transporte, refinación y comercialización a nivel empresarial; la intervención se basa en la aplicación de trenes de tecnologías fundamentados en procesos físicos, químicos y biológicos que permiten la gestión y disposición de materiales conforme la normativa ambiental vigente.

Dentro de las áreas operativas de intervención de restauración ambiental se encuentra la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la Gerencia de Transporte; dentro los procesos de limpieza y remediación que se ejecutan en ésta instalación se encuentra el tratamiento de residuos oleosos, producto de lo cual: se recupera combustible que es reintegrado a operaciones, se realiza el tratamiento de agua hasta cumplir los límites establecidos en la normativa ambiental para descarga al ambiente, y se da tratamiento a los sedimentos mediante técnicas de biorremediación hasta cumplir parámetros de disposición final conforme el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE).

2.3.1.4.d Ubicación del área de estudio.

El área de restauración ambiental donde se realizó el presente estudio se encuentra ubicada dentro de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo,

Km 9 ½ de la vía Santo Domingo – Aloag, sector Chigüilpe, margen izquierdo, coordenadas UTM para WGS84 710710E; 9970170N (Figura 1).

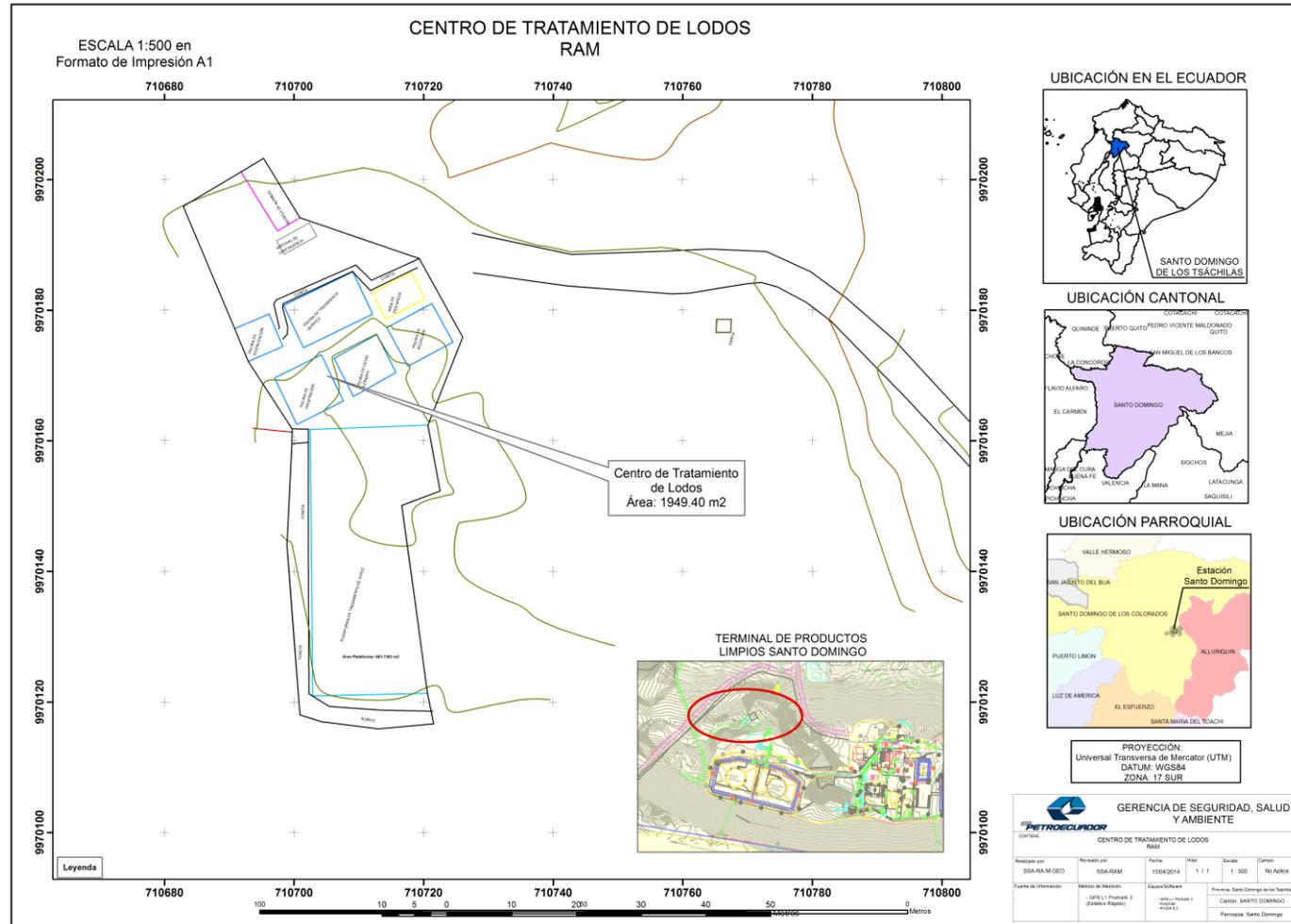


Figura 1. Mapa Centro de Tratamiento Santo Domingo

Fuente: Datos de campo EP PETROECUADOR. Elaborado: EP PETROECUADOR, Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente - Departamento de Restauración Ambiental – Geomática, 2014.

2.3.2 Restauración ambiental.

La restauración ambiental se define como el conjunto de acciones y técnicas ejecutadas en sitios contaminados y/degradados producto de las actividades humanas, obras o proyectos productivos; tendientes a restaurar sus condiciones ambientales originales o a mejorarlas sustancialmente. (RAOHE, 2001a).

2.3.2.1 Desechos/Residuos contaminados.

Los desechos o residuos constituyen por definición genérica todo tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas, son materiales que ya no pueden ser usados en su capacidad o forma original, y que pueden ser recuperados, reciclados, reutilizados o eliminados. En el caso de los residuos contaminados corresponden a residuos peligrosos que debido a su naturaleza y cantidad representan peligro para la salud humana o el medio ambiente, por lo que debe ser tratados mediante técnicas determinadas para su eliminación o control de peligro (RAOH, 2001a).

En este estudio los residuos contaminados están representados por los volúmenes de residuos oleosos generados durante el proceso de limpieza periódico de los tanques donde se recibe y almacena gasolina extra, gasolina súper, diésel 2 y diésel premium en la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo, y que son sometidos a tratamiento en el área de restauración ambiental.

Estos residuos oleosos corresponden a una mezcla de agua y sedimentos con contenido de hidrocarburos que sobrepasa los límites permisibles para agua y suelo establecidos por la normativa ambiental vigente RAOHE; y generados como desechos durante las operaciones hidrocarburíferas de la EP PETROECUADOR.

2.3.2.2 Tratamiento de residuos oleosos.

Previo a la implementación de acciones de remediación ambiental se realiza un análisis de las alternativas tecnológicas de remediación aplicables para cada caso, para el tratamiento de residuos oleosos se han definido tres actividades 1) recepción de material contaminado y separación de fases, 2) separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua, y, 3) tratamiento de sedimentos.

2.3.1.1.a Recepción de material contaminado y separación de fases.

Los residuos oleosos producto del lavado de tanques de recepción y almacenamiento son transportados por medio de un carro cisterna y depositados en la piscina de recepción del centro de tratamiento de restauración ambiental. Este es recibido por el personal obrero quien verifica la cantidad de producto que es depositado por el carro cisterna, con esta información el supervisor del área elabora una ficha de datos generales del lote a tratar que contenga datos de procedencia de los residuos, volumen, fecha de recepción, entre otras.

2.3.1.1.b Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua

Separación de combustible

De ser necesario se adiciona al residuo oleoso desengrasante biodegradable y demulsificante, mismo que sirve para separar el combustible del agua y los sedimentos, en esta fase se utiliza un compresor para inyectar aire al residuo permitiendo la separación del combustible, mediante el uso de un skimmer de

vertedero el combustible separado es recuperado y depositado en tanques de armado rápido, hasta completar 2.000 o 4.000 galones, el producto recuperado es entregado a la unidad operativa para su análisis y de ser factible reinyección al poliducto u oleoducto. Esta fase se realiza aproximadamente por cuatro horas al día por un mes.

Separación de agua y sedimento, y tratamiento de agua

Con una bomba de caudal se transfiere el fluido (agua + sedimentos) a un lecho filtrante donde los sólidos o sedimentos son retenidos y el líquido pasa a la piscina de aireación, aquí el agua se oxigena mediante la inyección de aire en una parrilla utilizando un compresor, la oxigenación busca disminuir parámetros como: tensoactivos, demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5); posteriormente el agua es trasladada a la piscina de floculación en donde se realiza una prueba de jarras para determinar la dosificación de sulfato de aluminio e hidróxido de calcio a ser aplicados para que los sólidos totales floculen y precipiten al fondo de la piscina. Finalmente, se realiza un análisis con un laboratorio acreditado de acuerdo a lo establecido en el RAHOE, si todos parámetros cumplen con los valores de la Tabla 4a de límites permisibles en el punto de descarga de efluentes, ésta es descargada al ambiente (RAOHE, 2001b). Los sólidos que se encuentran en el fondo de la piscina de tratamiento químico son retirados y deshidratados para su entrega a gestión integral la misma que a través de un gestor ambiental calificado realiza su disposición final; esta fase se realiza durante un mes aproximadamente.

2.3.1.1.c Tratamiento de sedimentos.

Los sedimentos deshidratados son retirados manualmente y transportados a una plataforma de tratamiento impermeabilizada que cuenta con canales y cubetos de recolección de lixiviados.

Se inicia con la construcción de una cama de material esponjante del 10 al 20% del volumen de los sedimentos que van a ser retirados del lecho filtrante, sobre la cama de material esponjante se depositan y homogenizan los sedimentos deshidratados, dentro de las pilas de tratamiento se coloca tubería perforada conectada a un compresor que brindara aireación mecánica, una vez al mes se realiza volteo manual y muestreo para monitoreo físico-químico con un laboratorio con parámetros acreditados en la Tabla No. 6 del RAOHE, una vez que los valores se encuentran bajo los límites permisibles se certifica ante el Ministerio del Ambiente la descontaminación del material tratado.

El tratamiento de sedimentos se basa en procesos de biodegradación (transformación y descomposición) de contaminantes orgánicos mediante la intervención de microorganismos propios del material en tratamiento, que puede ser optimizado con el uso de técnica mecánicas y físico-químicas que mejoran las condiciones para la actividad microbiológica (RAOH, 2001c).

2.3.3 Riesgos Laborales.

Para el inicio de este tema, es necesaria una exposición previa de las definiciones relacionadas al ámbito de los riesgos laborales:

Trabajador: “Toda persona que desempeña una actividad laboral por cuenta ajena remunerada, incluidos los trabajadores independientes o por cuenta propia y los trabajadores de las instituciones públicas.” (Decisión 584, 2004a, Art. 1).

Riesgo laboral: “Probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión.” (Decisión 584, 2004a, Art. 1).

Lugar de trabajo: “Todo sitio o área donde los trabajadores permanecen y desarrollan su trabajo, a donde tienen que acudir por razón del mismo”. Entorno físico delimitado en el que el trabajador desarrolla sus labores (Castejón, 2007).

Condiciones y medio ambiente de trabajo: factores o elementos que pueden influir en la generación del riesgo laboral como características de locales, equipos, productos, instalaciones; agentes físicos, químicos, biológicos su naturaleza, concentraciones, niveles de presencia o intensidad; procedimientos de trabajo para la manipulación de los referidos agentes; y la organización del trabajo (Botta, 2010).

Salud: Derecho fundamental. Conforme la Organización Mundial de la Salud (1948) “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedad”.

Peligro: “Amenaza de accidente o de daño para la salud” “Todo aquello que puede producir un daño o un deterioro en la calidad de vida individual o colectiva de las personas”. El peligro se manifiesta por sus daños a través de mecanismos propios como fenómenos físicos y fisiológicos (Botta, 2010).

Bajo (2007) señala que: “La salud es un bien del trabajador del cual no se puede abrogar la empresa, sino simplemente no perjudicarlo, (...), la seguridad debe ser la situación en la cual se realice todo trabajo.”

El eje de la gestión de la prevención de riesgos laborales lo constituye las condiciones de trabajo que la empresa oferta a sus trabajadores para el desempeño de sus actividades laborales, las condiciones de trabajo involucran factores físicos o de organización que pueden causar accidentes y dañar la salud de los trabajadores. Cuando algo o alguien sufre un daño, al evento o suceso repentino que suceda por causa o con ocasión del trabajo se lo llama accidente, detrás de este hay un peligro que lo genera, entendiéndose por peligro a un ente con capacidad de producir daño como: lesiones, daños a la propiedad, al medio ambiente o una combinación de estos; al peligro a su vez se encuentra asociado el riesgo que es la combinación de la probabilidad y consecuencia de la materialización del daño (Bajo, 2007; Botta, 2010; Decisión 584, 2004a).

En la planificación de la seguridad se puede optar por dos vías: el análisis de los accidente ocurridos (realidad) o el de los peligros existentes (hipótesis accidentes en potencia); al planificar la seguridad basada en accidentes se abarca solo una fracción reducida de todas las situaciones que pueden generar daño, este accionar corresponde a un eje reactivo, el estudio de accidente además de permitir el cumplimiento legal, puede ser empleado como oportunidad de aprendizaje para la organización y las personas; por otro lado al identificar y analizar los peligros se pueden reducir sus riesgos inherentes previniendo la aparición de accidentes ya que los peligros no controlados representan accidentes en potencia, este accionar constituye el eje preventivo que es una técnica activa que permite actuar sobre la probabilidad o consecuencia de los riesgos (Botta, 2010).

Seguridad = mantener peligros controlados (eliminar peligros, reducir el riesgo) mediante parámetros técnicos, humanos y económicos, para evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo.

2.3.3.1 Principios de la prevención de riesgos laborales.

Entre los aspectos esenciales de la prevención de riesgos se encuentran:

Eliminación y control de riesgos en su origen;

Planificación para la prevención, integrando la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales;

Identificación, medición, evaluación y control de los riesgos de los ambientes laborales;

Adopción de medidas de control, que prioricen la protección colectiva a la individual;

Información, formación, capacitación y adiestramiento a los trabajadores en el desarrollo seguro de sus actividades;

Asignación de tareas en función de las capacidades de los trabajadores;

Detección de enfermedades profesionales u ocupacionales; y,

Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación a los factores de riesgo identificados. (Resolución C.D. No. 390, 2011, Art. 3).

2.3.3.2 Higiene Industrial.

Forma parte de las disciplinas enfocadas a la prevención de riesgos laborales, estudia las relaciones y efectos (identificación, evaluación y control) de los agentes o contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el lugar de trabajo, busca el control y disminución del grado de contaminación de los diferentes agentes hasta niveles aceptables, en la Tabla 3 se describen los agentes o contaminantes frecuentemente estudiados por la Higiene Industrial (Cortés, 2012).

Tabla 3.
Agentes contaminantes estudiados en higiene industrial

Agentes contaminantes	Descripción
Químicos (según el estado físico de la materia a 25°C y 760 mm de presión de Hg)	<p>Sólidos</p> <p>Polvo (Dust): suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño, procedentes de la manipulación, molienda, pulido, trituración, etc. de materiales sólidos orgánicos o inorgánicos (minerales, rocas, carbón, madera, granos, etc.). Su tamaño es muy variable y su forma irregular. Su diámetro equivalente está comprendido entre 10^{-2} y $5 \times 10^2 \mu\text{m}$ pudiendo dividirse en dos grupos: Polvo fino o materia en suspensión con $10^{-2} < d < 10 \mu\text{m}$. Polvo grueso o materia sedimentable con $10 < d < 5.10^2 \mu\text{m}$.</p> <p>Humo (Smoke): suspensión en el aire de partículas sólidas, carbón y hollín, procedentes de una combustión incompleta. Las partículas suelen ser inferior a $1 \mu\text{m}$.</p> <p>Humo metálico (Fume): suspensión en el aire de partículas sólidas procedentes de una condensación del estado gaseoso originado por sublimación o fusión de metales. Generalmente son esféricas, de tamaño inferior a $1 \mu\text{m}$ y en forma de óxido debido a la reacción del metal caliente en contacto con el aire.</p>
	<p>Líquidos</p> <p>Niebla (Mist): dispersión en el aire de pequeñas gotas líquidas, generalmente visibles a simple vista, originadas por condensación de estado gaseoso o por dispersión de un líquido, mediante salpicaduras, atomización o espumación, borboteo o ebullición. Su tamaño oscila entre 10^{-2} y $5.10^2 \mu\text{m}$.</p> <p>Bruma (Fog): suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido visible a simple vista producidas por un proceso de condensación del estado gaseoso. Su tamaño puede oscilar entre 2 y $60 \mu\text{m}$.</p> <p>Smog: derivado de smoke y fog, aplicable a contaminaciones atmosféricas debidas a aerosoles y originados por la combinación de causas naturales e industriales. Su tamaño es muy pequeño oscila entre 0,01 y $2 \mu\text{m}$.</p>
	<p>Gaseosos</p> <p>Gas: sustancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado gaseoso.</p> <p>Vapor: sustancias que en las condiciones establecidas de presión y temperatura se encuentran en estado sólido o líquido.</p>
	<p>Físicos</p> <p>Ruido y vibraciones Radiaciones ionizantes y no ionizante Temperatura, humedad, velocidad del aire y presión atmosférica Calor (estrés térmico) Presiones y depresiones Campos eléctricos y magnéticos, etc.</p>
	<p>Biológicos</p> <p>Virus, bacterias, protozoos</p>

Fuente: Tomado de Cortés, 2012, p. 391.

Algunos de los contaminantes químicos más frecuentes en la industria son:

Gases: Monóxido de carbono, dióxido de carbono, cloro, ozono, sulfuro de hidrógeno, óxidos nitrosos, dióxido de azufre, etc.

Vapores: Hidrocarburos aromáticos, cíclicos y alifáticos, cetonas, esterres, alcoholes, derivados clorados, etc.

Polvos: Sílice, asbestos, algodón, lino, madera, sustancias inertes, talco, metales, granos, óxidos metálicos, etc. (Cortés, 2012, p. 392).

2.3.3.3 Factores de riesgos

En todo lugar de trabajo se pueden identificar condiciones o variables características del trabajo, que influyen en la aparición de problemas de salud o de accidentes de trabajo, estas se denominan factores de riesgo, originados por el soporte físico del trabajo (instalaciones, sustancias, máquinas, etc.), diseño del trabajo (carga física o mental) y organización general. El factor de riesgo es la situación o entorno que habilita al peligro a generar daño, habilitan el suceso final, por ello antes de que suceda un accidente se habla de factores de riesgo, condiciones en las que podrían materializarse los accidentes (Botta, 2010).

Los factores de riesgo son condiciones, situaciones, cosas que por sí solos no generan daño específico pero asociado a un peligro pueden potenciarlo o disminuirlo.

En los accidentes de trabajo la relación causa-consecuencia es débil dada la dificultad de identificar todos los factores de riesgo que conllevaron al accidente y la interacción entre sí, por ello se caracteriza a los accidentes como multicausales. En los accidentes de trabajo los factores de riesgos constituyen los elementos sobre los cuales se deberá trabajar en prevención para evitar en el futuro accidentes similares, los accidentes se caracterizan por una alta velocidad de producción del daño (Botta, 2010).

En el caso de la enfermedades de trabajo la relación causa-consecuencia es más fuerte dada la relación dosis y tiempo de exposición para que se evidencie el daño, en estos casos los peligros tienen más peso que los factores de riesgo, se caracterizan por una baja velocidad de producción del daño, en las enfermedades hay un peligro que está generando daño, el problema radica en la dosis o cantidad del agente agresor que recibe la persona en un determinado tiempo que resulta en la producción de daño o deterioro de la salud. En este caso se emplean sistemas de protección ya que el peligro existe y en pequeñas dosis está generando daño, con estos sistemas se limita el daño que llega al trabajador, además se aplica medidas de control como prevención (Botta, 2010).

En la investigación de accidentes de trabajo se busca conocer cuáles fueron los factores de riesgo involucrados, mientras que en la investigación de enfermedades de trabajo se busca conocer cuál es el peligro que la generó (Botta, 2010).

Los factores de riesgo se los puede dividir o ubicar en los elementos que componen el ambiente de trabajo:

Factores humanos

Factores Psicosociales y de Organización

El equipo

La tarea

La comunicación

El Medio Ambiente

Así por el ejemplo, el Medio Ambiente, lo constituyen los procesos tecnológicos, los diversos equipos que pueden producir ruido, emanación de gases, radiaciones, calor, frío, vibraciones, entre otras, los métodos de organización del

trabajo, disposición de la infraestructura, todo ellos influyen en el medio de trabajo; así como el grado de contaminación dado por pérdida de gases en los equipos, sustancias químicas y humos procedente de desperdicios, hacinamiento de máquinas, equipos y material, y de la fabricación de estos sin consideración de especificaciones técnicas y sanitarias para su distribución (Botta, 2010).

2.3.3.4 Riesgo químico.

2.3.3.4.a Agentes químicos.

Los constituyen materia inerte inorgánica u orgánica, natural o sintética (líquidos, gases, vapores tóxicos, polvos, humos, nieblas, etc.), el uso de productos químicos conlleva implícita la susceptibilidad de generar efectos adversos en función de sus características de peligrosidad y dosis de contacto, es así que el riesgo característico asociado al uso de productos químicos peligrosos se denomina riesgo químico dado por la combinación de la probabilidad de ocurrencia de daño y su magnitud (Guardino & Guasch, 2007; Cortés, 2012a).

Para iniciar la evaluación del riesgo por uso de productos químicos peligrosos se debe definir la posibilidad de realizar una caracterización de su peligrosidad intrínseca basada en las propiedad físico-químicas y toxicológicas de las sustancias, a continuación un análisis de las rutas o mecanismos a través de los cuales se producen los efectos adversos para identificar circunstancias capaces de generar o favorecer estos mecanismos en las condiciones de trabajo, es así que dada su influencia en el riesgo tanto las circunstancias como los productos químicos se identifican como factores de riesgo (Guardino & Guasch, 2007).

Los mecanismos de actuación de las sustancias y mezclas químicas brindan información para identificar los daños potenciales de su exposición y las medidas preventivas para evitar daños en el individuo y medio ambiente. Mediante el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), se realiza la clasificación de las sustancias químicas, éste busca lograr una armonización de la identificación del riesgo químico de las sustancias (Guardino & Guasch, 2007).

2.3.3.4.b Reacciones químicas.

Se basa en la rotura de enlaces y reorganización de las nuevas especies químicas, la estabilidad del compuesto químico depende de la resistencia de los enlaces químicos entre los átomos o iones que lo conforman, los enlaces pueden ser covalente (unión de átomos que intercambian o comparten un par de electrones), o iónico (unión de iones, cada ion está rodeado de otros iones de signo contrario). Los compuestos en general están formados por enlaces mixtos, la longitud de los enlaces y el tamaño de los átomos influyen en la fragilidad de los enlaces. Las reacciones químicas pueden ser influenciadas por catalizadores, inhibidores y el disolvente en el cual se produce la reacción (Guardino & Guasch, 2007).

2.3.3.4.c Exposición a productos químicos.

Dentro de la exposición a productos químicos se consideran las exposiciones agudas y las crónicas: las primeras relacionadas al contacto directo con los productos o con concentraciones sobre los valores límites establecidos para higiene industrial; y las segundas donde es fundamental la temporalidad de la exposición (Tabla 4).

Tabla 4.
Relación causa/efecto exposición a agentes químicos

Causas	Efectos	
	Súbitos	Lentos
Contacto exterior	Quemaduras	Dermatitis
	Edema pulmonar	Sensibilización respiratoria
Contacto interior	Asfixias químicas	Enfermedad sistémicas

Fuente: Adaptado de Guardino & Guasch, 2007, p. 299.

En la exposición aguda se pueden presentar quemaduras por contacto con productos corrosivos, quemaduras térmicas por contacto con productos muy fríos o calientes y la inhalación de concentraciones ambientales elevadas, las acciones preventivas y de protección se basan en un correcto diseño, operación y mantenimiento de las instalaciones y una adecuado gestión de los equipo de protección individual (EPI) (Guardino & Guasch, 2007).

La respuesta del organismo a la acción de los compuestos químicos está condicionada por sus propiedades físico-químicas, tipo de interacción y por factores ambientales y biológicos. Los mecanismos de defensa que impiden o limitan el ingreso de los contaminantes puede verse afectados por sus propiedades físico-químicas, la interacción relaciona la concentración ambiental del contaminante con el tiempo de exposición que representan la dosis, los factores ambientales como la humedad y temperatura pueden influir en la absorción de contaminantes por vía dérmica, así como los factores biológicos como tóxico cinética (comportamiento de la sustancia en el organismo) y variables como la edad, sexo, enfermedades recurrentes, condiciones especiales (embarazo), alteraciones genéticas, estado nutricional y grado de hidratación pueden influir en la respuesta del individuo ante agentes químicos (Guardino & Guasch, 2007).

Los procesos a través de los cuales se da la interacción contaminante químico-organismo son absorción, distribución, transformación y excreción. En orden de

importancia las vías de entrada son la respiratoria, cutánea y digestiva, los tóxicos que ingresan por vía respiratoria suelen estar en forma de gas, vapor o aerosol, esta vía se caracteriza “por la gran superficie de contacto que se expone a la absorción del tóxico ($\approx 100\text{m}^2$) y la inmediatez del contacto con la sangre” (Guardino & Guasch, 2007, p. 300).

El proceso de absorción se produce principalmente en los alveolos pulmonares, a mayor solubilidad mayor absorción y a menor tamaño más fácil llegar a la zona alveolar, también podría ser valorada la frecuencia y profundidad de la respiración.

La segunda vía de entrada es la cutánea, su capa más superficial (capa cornea) constituye la barrera de ingreso, las sustancias solubles en grasa y agua tienen mayor absorción, mientras que las solubles en grasa presentan mayor penetración que las solo solubles en agua.

En la tercera vía que es la digestiva se da la penetración de las sustancias a través del aparato digestivo debido a prácticas inseguras en el puesto de trabajo como comer, beber o pipetear con la boca, ante lo cual es importante la formación en medidas higiénicas relacionadas a exposición a agentes químicos (Guardino & Guasch, 2007).

Las sustancias pueden presentar sus efectos directamente en la vía de entrada, o en otras zonas hasta donde han sido transportadas a través del torrente sanguíneo, pueden ser depositadas y acumuladas en diferentes zonas donde ejercen su acción. El organismo metaboliza en el hígado las sustancias extrañas con el propósito de desactivarlas pudiendo ocurrir lo contrario. Así también el organismo puede excretar las sustancias mediante vía renal, respiratoria, biliar, gastrointestinal

y vías accesorias como glándulas salivales y secreción láctea (Guardino & Guasch, 2007).

Los efectos pueden ser: agudos o retardados en función de la relación del tiempo transcurrido entre la exposición y la aparición del efecto; reversibles e irreversibles en función de su evolución, y locales y sistémicos en función del lugar de acción, entendiéndose por sistémicos aquellos que causan efectos sobre un órgano o sistema posterior a su distribución por la sangre. Entre las alteraciones producidas por la acción tóxica se encuentran el efecto neumoconiótico (afectación en pulmones por partículas de polvo), asfixiante (reemplaza o impide la llegada de oxígeno a puntos de intercambio), anestésico o narcótico (depresión del sistema nervioso) y diversos efectos sistémicos (Guardino & Guasch, 2007).

Contaminantes químicos como el xileno son susceptibles de producir efectos tóxicos sobre la salud reproductiva humana, además tiene asignadas las frases H312 nocivo en contacto con la piel y H332 nocivo en caso de inhalación (Cavallé & van der Haar, 2007).

2.3.3.4.d Gasolina súper y gasolina extra.

La gasolina súper y extra recibida y almacenada en la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo y que forma parte de los residuos oleosos sometidos al tratamiento objeto de estudio, conforme sus hojas de seguridad les corresponde una clasificación en el SGA como líquidos inflamables categoría 1, entre sus peligros se encuentran:

H224: Líquidos y vapores extremadamente inflamables

H315: Causa irritación cutánea

H340: Puede causar defectos genéticos

H350: Puede causar cáncer

H336i: Puede causar somnolencia y mareo

H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración

Corresponde a una mezcla de hidrocarburos aromáticos y olefínicos, producto del proceso de destilación atmosférica o cracking catalítico, ruptura alquilación, compuesta en su mayor parte por fracciones de hidrocarburos que van de C5 a C10 átomos por molécula. Está considerada como UCVB (sustancia de composición desconocida o variable, producto de reacción compleja o materiales biológicos). Está constituida por componentes peligrosos detallados en la Tabla 5, dentro de ellos se encuentran el benceno, n-Hexano y tolueno que pueden ser absorbidos a través de la piel; su concentración de benceno puede ser de 1% (V/V), y de 5% (V/V) para el caso del n-Hexano.

Tabla 5.

Componentes peligrosos de gasolina súper y gasolina extra

Componente	Porcentaje (%)	NUM CAS
Olefinas	3 – 5	142-82-5
Tolueno	20 – 25	108-88-3
Xileno	20 – 25	1330-20-7
Benceno	< 1 (% V/V)	71-43-2

Fuente: Hoja de seguridad de materiales peligrosos: EP PETROECUADOR (2014a, 2014b).

Gasolina súper: Solubilidad en agua (0,003-0,010 kg/m³). Coeficiente de reparto N-Octanol/agua como log Pow:2-7.

Gasolina extra: Prácticamente insoluble en agua (0,1 – 1%), completamente soluble en éter, cloroformo, etanol y otros solventes del petróleo. Coeficiente de reparto N-Octanol/agua como log Pow:2-7.

2.3.3.4.e Diésel premium y diésel 2.

El diésel premium y diésel 2 recibido y almacenado en la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo y que forma parte de los residuos oleosos sometidos al tratamiento objeto de estudio, conforme sus hojas de seguridad les corresponde una clasificación en el SGA como líquidos y vapores inflamables, categoría 3, entre sus peligros se encuentran:

H226: Líquidos y vapores inflamables

H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

H315: Provoca irritación cutánea

H332: Nocivo en caso de inhalación

H351: Se sospecha que provoca cáncer

H373: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.

H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración

Corresponde a una mezcla compleja de hidrocarburos provenientes de destilación atmosférica del petróleo, en su mayor parte compuesta por fracciones que van de C12 a C20 átomos por molécula, en el caso del diésel premium con bajo contenido de azufre.

Está constituida por componentes peligrosos detallados en la Tabla 6.

Tabla 6.
Componentes peligrosos de diésel premium y diésel 2

Componente	Porcentaje (%)	NUM CAS
Poliaromáticos	2	50-32-8
Derivados naftalénicos	0,3 – 0,6	91-20-3

Fuente: Hoja de seguridad de materiales peligrosos: EP PETROECUADOR (2014c, 2014d).

Diésel premium y diésel 2: Insoluble en agua. No disponible coeficiente de reparto N-Octanol/agua.

2.3.3.5 Riesgo físico.

2.3.3.5.a Agentes físicos - ruido.

Son factores ambientales de naturaleza estrictamente física o estados energéticos que tienen lugar en el medio ambiente como ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, no ionizantes, temperatura, presión, etc., se los denomina también contaminantes físicos ya que su presencia en el lugar de trabajo puede alterar las condiciones físicas deseables (García & García, 2007; Cortés, 2012).

En el medio laboral el ruido es el contaminante físico más frecuente, el ruido es un sonido descrito como movimientos ondulatorios producidos por el aporte de energía mecánica que hace que un medio sólido, gas o líquido vibre; estos se originan en una fuente, se propagan en un medio y llegan a un receptor. En la propagación del sonido se producen movimientos rápidos de las partículas del aire que provocan variaciones de presión que se superponen a la presión atmosférica ambiental. A mayor amplitud (a) de variaciones de presión mayor energía de la onda sonora o mayor intensidad o nivel del sonido expresado en decibelios (dB). Otra cualidad del sonido es la frecuencia (f) que permite distinguir entre sonidos graves o frecuencias bajas y sonidos agudos o frecuencias altas, se expresa en hertzios (Hz), corresponde a la inversa del período del sonido que representa a cada T segundos en que se producen los valores instantáneos de la presión.

El oído humano puede percibir sonidos en frecuencias comprendidas entre 20 y 16.000 Hz y cuya intensidad supere el umbral nominal de 0 dB. A medida que

aumenta la energía aumenta la sensación fisiológica de audición de manera logarítmica, por ello cuando la intensidad sonora se duplica la sensación de audición aumenta en 3 dB; considerando que la respuesta del oído no depende solo de la intensidad sino también de la frecuencia del sonido, los niveles sonoros suelen expresarse en dB_A , además considerando la variabilidad temporal del ruido se emplea el nivel sonoro equivalente (L_{eq}) como un índice del ruido (García & García, 2007).

El daño auditivo depende tanto del nivel de ruido como de su duración, es decir de la dosis (D) que representa el porcentaje de energía sonora absorbida por la persona en su puesto de trabajo en un determinado periodo de tiempo.

El tiempo máximo de exposición al nivel de energía sonora se representa según la siguiente expresión matemática:

$$T_{exp\ max} = \frac{8}{2^{\left(\frac{L_{eq} - 85}{5}\right)}}$$

Mientras que la dosis = cantidad de agente físico transferido del medio al trabajador/cantidad de referencia o estándar, se representa según la siguiente expresión matemática:

$$D = \sum_{i=0}^n \frac{T_i}{T_{exp\ max}}$$

Donde

D : dosis

T_i : Tiempo de exposición al nivel de ruido medido

$T_{exp\ max}$: Tiempo permitido de exposición al nivel de ruido medido

2.3.3.6 Evaluación de riesgos.

El Código del Trabajo dentro de las obligaciones del empleador respecto de la prevención de riesgos señala “Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida.” (Código del Trabajo, 2005b, Art. 410).

La Decisión 584 Instrumento Andino Seguridad y Salud en el Trabajo en su artículo 11 señala a la identificación y evaluación de riesgos inicial y periódica dentro de las acciones que deben contemplar los planes integrales de prevención de riesgos de las empresas (Castejón, 2007; INSHT, 2014a; Decisión 584, 2004b).

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de España establece a la evaluación inicial de los riesgos como la base sobre la cual el empresario debe planificar su acción preventiva de seguridad y salud de los trabajadores.

La evaluación de riesgos debe ser una acción continua que se actualice conforme se modifiquen las condiciones de trabajo, su propósito no es obtener información sino brindar un soporte para la toma de decisiones enfocadas en la protección de la salud de los trabajadores, debe guiar hacia las acciones que deben adoptarse, su propósito es estimar la magnitud de los riesgos que no han podido evitarse, brindando información para toma de decisiones sobre las medidas preventivas que deben adoptarse (Castejón, 2007; INSHT, 2014a).

En el proceso de evaluación de riesgos se admite un riesgo tolerable, poniendo a consideración si la situación es segura, el proceso se compone de etapas:

Análisis del riesgo, que involucra la identificación de peligros y la estimación del riesgo mediante la valoración conjunta de la probabilidad y las

consecuencias de la materialización del peligro, como resultado se obtiene el orden de magnitud del riesgo.

Valoración del riesgo, consiste en comparar el valor de riesgo obtenido con el valor del riesgo tolerable, aquí se define la tolerabilidad del riesgo analizado.

Si el producto de la evaluación es que el riesgo es no tolerable, el mismo debe ser controlado (Castejón, 2007; INSHT, 2014a).

2.3.3.6.a Evaluación de riesgos químicos.

La evaluación del riesgo químico permite priorizar la acción preventiva basada en la gravedad del daño, la probabilidad de ocurrencia y el número de personas expuesta, se considera una buena base de partida la revisión documental histórica de daños presentados, así como el análisis del cumplimiento de normas, reglamentaciones, mantenimiento de equipos, instrucciones de uso, procedimientos de trabajo y buenas prácticas.

Como una primera etapa se debe identificar en el lugar de trabajo la presencia de agentes químicos peligrosos considerando según Guardino & Guasch, (2007) los siguientes criterios:

Se emplea como materia prima, se fabrica o genera como producto intermedio, residuo, impureza o por reacción no deseada o se forma o interviene por cualquier motivo en el proceso laboral básico y las actividades relacionadas con él (mantenimiento, manutención, almacenaje, reparación).

Se utiliza, se forma o se libera al ambiente en el transcurso de las actividades no ligadas al proceso laboral básico (limpieza, desinfección, obras y modificaciones),
o Se almacena de forma temporal o permanente en los lugares de trabajo.

Penetra desde el exterior por alguna vía (ventilación, vehículos).

Se deben evaluar los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos peligrosos (con o sin exposición a ellos):

Riesgo de incendio y/o explosión

Riesgo de reacciones químicas peligrosas que puedan afectar a la salud y seguridad de los trabajadores

Riesgo por inhalación

Riesgo por absorción a través de la piel

Riesgo por contacto con la piel o los ojos

Riesgo por ingestión

Riesgo por penetración por vía parenteral

Riesgo químico derivado de fallos en las instalaciones (Guardino & Guasch, 2007, p. 302).

Para la evaluación de los riesgos en base a su peligrosidad intrínseca se puede obtener información de la etiqueta del producto, ficha de datos de seguridad, legislación sobre sustancias o mezclas y listados de los valores límites ambientales y biológicos. Se deben analizar las condiciones de trabajo que puedan influir sobre los riesgos: condiciones de utilización del agente químicos (cantidad, temperatura, presión, confinamiento, etc.) y condiciones en las que intervienen los trabajadores (tipo de actividad, continuidad del proceso) (Guardino & Guasch, 2007).

La evaluación del riesgo de exposición por inhalación de agentes químicos emplea como herramienta los valores límites ambientales (VLA) o los correspondientes a valores de otros países u organizaciones reconocidas; en la evaluación se debe incluir la medición ambiental del contaminante que debe ser representativa y su resultado comparado como el valor límite correspondiente, la medición debe cumplir según Guardino & Guasch (2007) con requisitos como:

Las condiciones de trabajo al efectuar la medición deberán ser las habituales.

Las muestras deben ser personales, obtenidas en la zona de respiración del trabajador.

El resultado debe corresponder al periodo de tiempo de referencia para el que está definido el valor límite

La forma de expresión del resultado debe ser la misma que la utilizada por el valor límite.

Se utilizará una estrategia de medición preconcebida (número de muestras, duración de cada muestra, momento de muestreo, etc.).

Si existe normativa específica para el agente en cuestión, la estrategia de medición y el procedimiento de medida deberán cumplir los requisitos establecidos en ella.

Los métodos de medición utilizados deberán garantizar la fiabilidad de los resultados. El laboratorio que realice las determinaciones deberá tener establecido un sistema de gestión de la calidad cubriendo todas sus actividades (Guardino & Guasch, 2007, p. 306).

Es posible concluir una adecuada acción preventiva y de protección sin necesidad de realizar mediciones, a criterio del higienista o empleando métodos que permitan discriminar situaciones aceptables y no aceptables, en esta última por ejemplo se puede evidenciar situaciones de riesgo mediante el empleo del método de control banding, en éste se analizan y relacionan variables asignándoles índices de valoración: “Peligrosidad intrínseca de los agentes químicos, Frecuencia de la exposición, Duración de la exposición, Cantidad de agente químico utilizado o presente, Características físicas del agente, Forma de uso, Tipo de medida de control existente” (Guardino & Guasch, 2007, p. 306).

Realizada la evaluación y una vez conocidos los riesgos no tolerables, se deben considerar las medidas de protección colectiva, técnica y de organización, posterior a lo cual se opta por los equipos de protección individual (EPI) para protección del trabajador ante riesgos residuales. Antes de seleccionar el EPI se debe consultar al trabajador, para su adquisición se debe homologar las características del producto y de esa forma cumplir con los requisitos técnicos y legales mínimos de seguridad establecidos, previa su distribución de debe normalizar por escrito los aspectos a considerar para garantizar su uso y rendimiento y su distribución debe ser personalizada (Guardino & Guasch, 2007).

Los EPI para protección de riesgo químico pueden ser protectores: respiratorios y dérmicos.

Los protectores respiratorios constituyen una barrera frente a una atmósfera irrespirable, pueden ser dependientes e independientes del medio ambiente; los primeros emplean el aire ambiente y lo purifican, no se debe usar en atmósferas con niveles de concentraciones inmediatamente peligrosos para la vida o salud del trabajador (IPVS), ni en concentraciones de oxígeno inferiores a 17% en volumen, en estas condiciones deben usarse equipos independientes del medio ambiente, ya que el aire que debe respirar el trabajador no es el del ambiente de trabajo.

Los protectores dérmicos evitan la penetración por vía dérmica, pueden ser protectores de: cabeza, cara y ojos; manos y brazos; pies y piernas; tronco y abdomen; protección completa del cuerpo (Guardino & Guasch, 2007).

Límites de exposición profesional.

Los límites de exposición profesional se emplean en Higiene Industrial principalmente como valores de referencia para la evaluación y control de riesgos

relacionados a la exposición principalmente por inhalación de agentes químicos presentes en los puestos de trabajo (INSHT, 2014c).

El período de referencia corresponde al período especificado de tiempo, establecido para el valor límite de un determinado agente químico, el período de referencia para el límite de larga duración habitualmente es de ocho horas y quince minutos para el límite de corta duración.

La exposición, se define como la presencia de un agente químico en el aire en la zona de respiración del trabajador.

La Exposición diaria (ED) representa la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias de trabajo. El referir la concentración media a una jornada estándar involucra considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada laboral real con su respectiva duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas (INSHT, 2014c).

La Exposición de corta duración (EC) representa la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para un período de quince minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para los agentes químicos en los que se especifique en la lista de valores límite períodos de referencia inferior. Es habitual determinar las EC de interés en los períodos de máxima exposición, para que las concentraciones muestrales obtenidas coincidan con las EC buscadas (INSHT, 2014c).

Los VLA, constituyen valores de referencia para las concentraciones de agentes químicos en el aire, representa condiciones a las cuales pueden estar expuestos la mayoría de trabajadores día tras día durante su vida laboral sin sufrir

efectos adversos para su salud. Los VLA sirven exclusivamente para evaluación y control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos; cuando el agente químico puede ser absorbido por vía cutánea es importante la utilización del control biológico para cuantificar la exposición global.

Los VLA para gases y vapores se establecen en ml/m^3 (ppm) valor independiente de la temperatura y presión atmosférica; y en mg/m^3 para una temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$ y una presión de 101,3 kPa.

$$VLA \text{ en } \text{mg} / \text{m}^3 = \frac{(VLA \text{ en ppm}) \cdot \begin{matrix} \text{(peso molecular} \\ \text{del agente químico} \\ \text{en gramos)} \end{matrix}}{24,04}$$

24,04 representa el volumen molar en litros bajo condiciones estándar (INSHT, 2014c).

Los VLA para materia particulada no fibrosa se representan en mg/m^3 y el de fibra en fibra/m^3 o fibras/cm^3 ; para condiciones reales de temperatura y presión atmosférica del puesto de trabajo (INSHT, 2014c)..

Se tiene dos tipos de VLA, los de Exposición Diaria (VLA-ED) y los de Exposición de Corta Duración (VLA-EC); el VLA-ED representa las condiciones a las cuales se considera que la mayoría de trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y cuarenta horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud; mientras que el VLA-EC no debe ser superado por ningún EC a lo largo de la jornada laboral, para los agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero sus principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC representa un complemento del VLA-ED y la exposición a este tipo de agentes debe valorarse con relación a ambos límites, para los agentes químicos de efectos principalmente agudos se les asigna para su valoración solo

VLA-EC. Las desviaciones en los niveles de exposición podrán ser superiores al valor $3 \times \text{VLA-ED}$ durante no más de un total de treinta minutos de una jornada laboral, no debe sobrepasar en ninguna circunstancia el valor $5 \times \text{VLA-ED}$.

2.3.3.6.b Evaluación de riesgos físicos - ruido.

El ruido es todo sonido desagradable o molesto que puede causar efectos negativos sobre la salud o bienestar tanto físico como psíquico de las personas, en la Tabla 7 se mencionan algunos de los efectos de la exposición laboral a ruido.

Tabla 7.
Principales efectos de exposición laboral a ruido

Efecto sobre la salud	Comentarios
Pérdida de capacidad auditiva	La OMS señala que el riesgo existe con exposiciones por encima de niveles sonoros equivalente de 75 dBA (8h/día)
Efectos mediados por la reacción de estrés	Problemas inespecíficos y muy variados. Asociación con alteraciones cardiovasculares
Interferencia con la comunicación	Factor de molestia y peligro para la seguridad de los trabajadores
Interferencia con las actividades psicomotoras	Produce disminución del rendimiento, aumento de errores y accidentabilidad
Molestia subjetiva	Su presencia sirve para prevenir problemas graves relacionados con la reacción de estrés a largo plazo
Accidentes de trabajo	Se relaciona con los efectos previos

Fuente: Adaptado de García & García, 2007, p. 315.

En el potencial lesivo del ruido además de sus características físicas propias puede intervenir un componente subjetivo que depende de cada individuo y de su percepción del sonido. La hipoacusia o pérdida de la capacidad auditiva puede ser producto de un sonido de gran intensidad con niveles de presión sonora encima de 150dB que genere lesión en la membrana del tímpano y en el órgano de la audición,

por ello se establece 140dB como límite de seguridad, este riesgo es mayor en ruidos impulsivos (aparición brusca y corta duración).

Más frecuente es la pérdida momentánea de la capacidad auditiva o DTUIR (desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido), tras parar la exposición al ruido se recupera la capacidad auditiva en un tiempo corto, depende de la intensidad, características de la exposición, susceptibilidad del individuo, éste puede producirse en niveles sonoros encima de 55-65 dB_A. En el caso de una exposición continua al ruido, el oído no tiene tiempo de recuperarse del DTUIR y se genera una pérdida crónica de la capacidad auditiva o hipoacusia conocida como DPUIR (desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido), esta es una lesión permanente en el trabajador, la hipoacusia en un inicio afecta la audición de frecuencias agudas (3.000 a 6.000 Hz) y progresivamente afecta a toda la gama de frecuencias audibles (García &García, 2007).

También el ruido puede desencadenar una reacción de estrés e incrementar el riesgo a padecer problemas de salud cardiovasculares, del aparato digestivo, trastornos musculo esqueléticos o incluso cáncer.

El ruido además afecta la capacidad de realizar actividades mentales y psicomotoras, disminuyendo el rendimiento, la atención, la productividad e incrementa el riesgo de errores y accidentes de trabajo.

En base a lo antes expuesto, se establece una relación causal entre la exposición al ruido en el trabajo y los accidentes laborales, ya sea por pérdida de audición, reacción de molestia y estrés, interferencia con la comunicación y actividades que el trabajador realiza, ya que se disminuye el potencial del trabajador de estar alerta frente a situaciones de peligro aumentando con ello el riesgo a accidentes (García &García, 2007).

La acción preventiva para reducir los niveles de ruido en un centro de trabajo debe considerar la actuación sobre los elementos fundamentales: la fuente, el medio y el receptor, sobre alguno de ellos o sobre todos a la vez.

Las acciones para reducir la emisión de ruido en la fuente suelen ser sencillas como por ejemplo la variación de la velocidad de los motores, sustitución de elementos desgastados, lubricación de puntos de fricción, entre otras, estas actuaciones se traducen en un mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo utilizado.

Las acciones sobre el medio pueden ser: en la ruta entre la fuente y el receptor interponiendo obstáculo como cabinas de encerramiento de máquinas, cabinas para el personal y barreras acústicas que impidan la progresión de las ondas sonoras; y en la reducción del ruido reflejado en los límites del local, incrementando la absorción de las ondas sonoras en las paredes, techos y demás estructuras que limiten el local reduciendo así las reflexiones de las ondas.

Las acciones sobre el receptor se basan en el uso de protectores personales y/o disminución del tiempo de exposición (rotación de puestos, limitación de acceso), esto debe acompañarse con participación, formación e información a los trabajadores sobre el riesgo y las actuaciones para reducirlo y evitarlo (García & García, 2007; Decisión 584, 2004c).

Para las mediciones de los niveles de ruido se pueden usar sonómetros, que están constituidos por un micrófono, amplificador, circuito de ponderación, circuito rectificador e integrador y un indicador analógico o digital. El micrófono capta la presión sonora para transformarla en una señal eléctrica, en el circuito de ponderación o curva A y en modo slow, con ello se consigue que la señal que llega tenga una relación directa con la sensación auditiva relacionada a la intensidad del

sonido y a su espectro de frecuencias obteniéndose los niveles sonoros expresados en dB_A (García & García, 2007).

Instrumentos más especializados como analizadores estadísticos, medidores de espectros de frecuencias y registradores magnéticos o gráficos, complementan la información obtenida por los sonómetros.

También pueden emplearse los dosímetros que son una variante de los sonómetros, son equipos que lleva sobre sí el trabajador y miden la dosis acumulada de ruido a la que ha estado expuesta el trabajador durante un tiempo de medida, para el caso de una jornada laboral completa de 8 horas, el equipo brinda información del nivel sonoro diario equivalente – $\text{LA}_{\text{eq,d}}$ (García & García, 2007).

La tasa de intercambio representa cuanto tendría que aumentar o descender el nivel sonoro para mantener una medida seleccionada de riesgo de pérdida de audición, cuando se duplica la duración de la exposición o se reduce a la mitad. Frecuentemente se utiliza tasas de intercambio de 3, 4 y 5 dB en función de la legislación aplicable.

La evaluación del nivel de riesgo por exposición laboral a ruido se realiza mediante la comparación del tiempo de exposición versus el tiempo de exposición máximo para un nivel de presión sonora dado expresada como dosis que relaciona el tiempo de exposición permitido versus el tiempo de exposición real para un nivel de presión sonora dado, relacionándolo con el nivel sonoro criterio establecido 85 dB_A para una jornada de 8 horas o su equivalente a una dosis igual al 100% conforme el Decreto Ejecutivo 2393, artículo 55 numeral 7 (1986c).

2.3.3.7 Marco Normativo.

El marco normativo en materia de seguridad y salud en el Ecuador está conformado por varios instrumentos, dentro de los cuales se encuentran la Constitución Política del Ecuador, Convenios Internacionales, Leyes, Decretos y Acuerdo vigentes; mismos que se encuentran armonizados en la Resolución No. C.D. 390 mediante la cual se expidió el 10 de noviembre de 2011 el nuevo Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

En la Constitución Política del Ecuador, se establece:

“Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Constitución Política del Ecuador, 2008b, Art. 326, n5).

“El Estado garantizará el respeto a los derechos reproductivos de las personas trabajadoras, lo que incluye la eliminación de riesgos laborales que afecten la salud reproductiva, (...)” (Constitución Política del Ecuador, 2008c, Art. 332).

“El Estado será responsable de: Formular políticas públicas que garanticen la promoción, prevención, curación, rehabilitación y atención integral en salud y fomentar prácticas saludables en los ámbitos familiar, laboral y comunitario.” (Constitución Política del Ecuador, 2008d, Art. 363, n1).

Entre los convenios internacionales de trabajo ratificados se encuentran el Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones) C148 de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), el cual estipula:

Deberá obligarse a los trabajadores a que observen las consignas de seguridad destinadas a prevenir y limitar los riesgos profesionales debidos a la contaminación

del aire, ruido y vibraciones en el lugar de trabajo, y a asegurar la protección contra dichos riesgos (C148, 1977a, Art. 7, n1).

Los trabajadores o sus representantes tendrán derecho a presentar propuestas, recibir informaciones y formación, y recurrir ante instancias apropiadas, a fin de asegurar la protección contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, ruido y vibraciones en el lugar de trabajo (C148, 1977a, Art. 7, n2).

La autoridad competente deberá establecer los criterios que permitan definir los riesgos de exposición a la contaminación del aire, ruido y vibraciones en el lugar de trabajo, y fijar, si hubiere lugar, sobre la base de tales criterios, los límites de exposición (C148, 1977b, Art. 8, n1).

Los criterios y límites de exposición deberán fijarse, completarse y revisarse a intervalos regulares, con arreglo a los nuevos conocimientos y datos nacionales e internacionales, y teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, cualquier aumento de los riesgos profesionales resultante de la exposición simultánea a varios factores nocivos en el lugar de trabajo (C148, 1977b, Art. 8, n3).

En la medida de lo posible, se deberá eliminar todo riesgos debido a la contaminación del aire, ruido y vibraciones en el lugar de trabajo, Mediante medidas técnicas aplicadas a la nuevas instalaciones o a los nuevos procedimientos en el momento de su diseño o instalación, o mediante técnicas aportadas a las instalaciones u operaciones existentes, o cuando esto no sea posible, mediante medidas complementarias de organización del trabajo (C148, 1977c, Art. 9).

Cuando las medidas adoptadas en virtud de lo antes expuesto no reduzcan la contaminación del aire, ruido y vibraciones en el lugar de trabajo a los límites especificados en virtud del artículo 8, el empleador deberá proporcionar y conservar en buen estado el equipo de protección personal apropiado. El empleador

no deberá obligar a un trabajador a laborar sin el equipo de protección personal requerido para la actividad (C148, 1977d, Art. 10).

Todas las personas interesadas: deberán ser apropiada y suficientemente informadas acerca de los riesgos profesionales que pueden originarse en el lugar de trabajo debido a la contaminación del aire, ruido y vibraciones; deberán recibir instrucciones suficientes y apropiadas en cuanto a los medios disponibles para prevenir y limitar tales riesgos y protegerse contra los mismos (C148, 1977e, Art. 13).

La Ley de Seguridad Social (2001), en su Art. 155 de Lineamientos de la política señala que “El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, (...)”

Por otro lado en el Código de Trabajo se estipula que:

“Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador con ocasión o por consecuencia de su actividad” (Código del Trabajo, 2005a, Art. 347).

“Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” (Código del Trabajo, 2005b, Art. 410).

Otro instrumento dentro del marco normativo lo constituye El Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decisión 584 dentro de este se señala el derecho del trabajador a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar, así como que a los trabajadores les

corresponde velar por su seguridad y su salud y por las demás personas afectadas a causa de actos u omisiones en el trabajo conforme la información y formación de prevención y protección de la salud en el trabajo que tiene derecho a recibir continuamente.

En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países Miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo (Decisión 584, 2004d, Art. 4).

El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias (Decisión 584, 2004e, Art. 26).

En la Decisión 584, se señala que ésta se aplicará conforme su reglamento, mismo que fue aprobado mediante Resolución 957 de 23 de septiembre de 2005, el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo entre otras señala:

El servicio de Salud en el Trabajo deberá cumplir con las siguientes funciones:

Elaborar, con la participación efectiva de los trabajadores y empleadores, la propuesta de los programas de seguridad y salud en el trabajo enmarcados en la política empresarial de seguridad y salud en el trabajo;

Proponer el método para la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo;

Observar los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidos los comedores, alojamientos y las instalaciones sanitarias, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador;

Asesorar sobre la planificación y la organización del trabajo, incluido el diseño de los lugares de trabajo, sobre la selección, el mantenimiento y el estado de la maquinaria y de los equipos, y sobre las sustancias utilizadas en el trabajo;(...)

Asesorar en materia de seguridad y salud en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva;

Colaborar en difundir la información, formación y educación de trabajadores y empleadores en materia de salud y seguridad en el trabajo, y de ergonomía, de acuerdo a los procesos de trabajo (Resolución 957, 2005, Art. 5).

El Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo expedido mediante Resolución C.D. No. 390 establece en su Artículo 3. “En materia de riesgos del trabajo la acción preventiva se fundamenta en los siguientes principios:
c) Identificación, medición, evaluación y control de los riesgos de los ambientes laborales (...)” (Resolución C.D. No. 390, 2011a, Art. 3).

“Factores de Riesgo.- Se consideran factores de riesgo específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional u ocupacional y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: químico, físico, biológico, ergonómico y sicosocial (...)” (Resolución C.D. No. 390, 2011b, Art. 12).

Cumplimiento de Normas.- las empresas sujetas al régimen de regulación y control del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, deberán cumplir las normas dictadas en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo y medidas de prevención de riesgos del trabajo establecidas en la Constitución de la República, Convenios y Tratados

Internacionales, Ley de Seguridad Social, Código del Trabajo, Reglamentos y disposiciones de prevención y de auditoría de riesgos del trabajo (Resolución C.D. No. 390, 2011c, Art. 50).

En el Reglamento para el Sistema de Auditoria de Riesgos del Trabajo – “SART”, Resolución C.D. No. 333 (2010), que tiene por objeto normar los procesos de auditoría técnica de cumplimiento de normas de prevención de riesgos del trabajo por parte de empleadores y trabajadores sujetos al régimen de Seguridad Social, en lo referente a Auditorias del Riesgos del Trabajo, en su Artículo 9 en el componente de Gestión Técnica señala:

Gestión Técnica

La identificación, medición, evaluación, control y vigilancia ambiental y de la salud de los factores de riesgo ocupacional deberá realizarse por un profesional especializado en ramas a fines de la gestión de SST, debidamente calificado (...)

Identificación

Se han identificado las categorías de factores de riesgo ocupacional de todos los puestos, utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional o internacional en ausencia de los primeros.

Se tiene diagrama (s) de flujo del (os) proceso(s);

Se tiene registro de materias primas, productos intermedios y terminados;

Se dispone de los registros médicos de los trabajadores expuestos a factores de riesgo ocupacional;

Se tiene hojas técnicas de seguridad de los productos químicos; y,

Se registra el número de potenciales expuestos por puesto de trabajo.

Medición

Se ha realizado mediciones de los factores de riesgo ocupacional a todos los puestos de trabajo con métodos de medición (cuali-cuantitativo según corresponda), utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional o internacional a la falta de los primeros;

La medición tiene una estrategia de muestreo definida técnicamente; y,

Los equipos de medición utilizados tienen certificados de calibración vigentes.

Evaluación

Se ha comparado la medición ambiental y/o biológica de los factores de riesgo ocupacional, con estándares ambientales y/o biológicos contenidos en la ley, Convenios Internacionales y más normas aplicables;

Se ha realizado evaluaciones de factores de riesgo ocupacional por puesto de trabajo, y,

Se han estratificado los puestos por grado de exposición (Resolución C.D. No. 333, 2010, Art. 9).

El Decreto Ejecutivo 2393 mediante el cual se expide el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en su Artículo 1 indica que: “Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente del trabajo” (Decreto Ejecutivo 2393, 1986a, Art. 1).

En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones

precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986b, Art. 53, n4).

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibelios escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibelios de ruido (Decreto Ejecutivo 2393, 1986c, Art. 55, n6).

Cuando las concentraciones de uno o varios contaminantes en la atmósfera laboral superen los límites establecidos por el Comité Interinstitucional, se aplicarán los métodos generales de control que se especifican, actuando preferentemente sobre la fuente de emisión. Si ello no fuere posible o eficaz se modificarán las condiciones ambientales; y cuando los anteriores métodos no sean viables se procederá a la protección personal del trabajador (Decreto Ejecutivo 2393, 1986d, Art. 65, n1).

“En aquellos procesos industriales en que se empleen sustancias con una reconocida peligrosidad o toxicidad, se procurará sustituirlas por otras de menor riesgo, siempre que el proceso industrial lo permita.” (Decreto Ejecutivo 2393, 1986d, Art. 65, n2)

Cuando no sea factible eliminar la acción de los contaminantes sobre los trabajadores con las técnicas antedichas, incluida la protección personal, se establecerán períodos máximos de exposición que no queden sometidos a la acción del contaminante sobre los límites establecidos (Decreto Ejecutivo 2393, 1986d, Art. 65, n7).

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este estudio se realizó un análisis observacional y descriptivo de las actividades involucradas en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR, para con ello establecer actividades clave y factores de riesgo asociados; correspondiendo así a un tipo de estudio descriptivo, puesto que describe un proceso y señala algunas características del grupo de elementos estudiados sin compararlos con otros.

El presente trabajo se basó en una modalidad de campo considerando que los datos fueron levantados en el sitio de estudio, además corresponde a una modalidad de investigación de proyecto de desarrollo ya que parte de una necesidad particular del área de Restauración Ambiental Santo Domingo de la EP PETROECUADOR, que buscó como resultado la formulación de un plan de gestión de los riesgos físicos y químicos del proceso como una propuesta práctica de aplicación específica.

El método empleado fue el Inductivo-Deductivo, ya que se busca pasar del conocimiento de casos particulares a un conocimiento general de la problemática estudiada.

3.1 Justificación de la metodología seleccionada

La ejecución de la metodología seleccionada permite la atención secuencial de los objetivos específicos propuestos, cuyos resultados parciales estructuran el propósito del estudio; es así que mediante el análisis observacional y descriptivo se

logró la identificación de los peligros y riesgos físicos y químicos presentes en el tratamiento de residuos oleosos, se realizó una evaluación inicial que permitió definir los riesgos moderados e importantes, cuyos parámetros fueron medidos en una muestra en campo y sus resultados analizados frente a límites permisibles contemplados en el Marco Normativo.

Con la aplicación de un método inductivo-deductivo los resultados obtenidos se extrapolaron a toda la población para la propuesta de un plan de gestión de los riesgos físicos y químicos del proceso estudiado, como proyecto de desarrollo.

3.2 Herramienta de investigación utilizada

La observación directa es la técnica empleada para la aplicación de una matriz de evaluación inicial de riesgos físicos y químicos identificados en el tratamiento de residuos oleosos, como instrumento de diagnóstico inicial.

En base a los resultados obtenidos de la aplicación de la matriz de evaluación inicial de riesgos (Anexo 1), se seleccionaron los instrumentos de medición en función de los parámetros que requerían ser medidos en las diferentes actividades del proceso (Tabla 8 y Tabla 9).

Tabla 8.
Factores de riesgo para medición de exposición

Actividad	Factor de riesgo
Recepción de material contaminado y separación de fases	Ruido Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua	Ruido Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos) Contacto con productos químicos
Tratamiento de sedimentos	Ruido Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)

Fuente: Matriz de evaluación inicial de riesgos físicos y químicos.

Tabla 9.
Instrumentos de medición de factores de riesgo

Tipo	Factor de riesgo	Equipo	Método
FISICOS	Ruido	Sonómetro Dosímetro	UNE-EN-ISO 9612 y/o Real Decreto 286/2006
	Contacto Químico	N/A	INSHT: Evaluación de Riesgos Laborales
QUIMICOS	Vapores orgánicos	Bomba portátil de muestreo personal	MTA/MA-030/A92: Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, p-xileno) en aire – Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases

Fuente: INSHT, 2006a, 2006b, 2014a, 2014b.

3.3 Descripción de participantes

En el tratamiento de residuos oleosos que efectúa el área de restauración ambiental Santo Domingo, participan los puestos de trabajo supervisor de restauración ambiental (supervisor) y obrero de restauración ambiental (obrero); un supervisor y cuatro obreros en cada turno de trabajo. Se labora en turnos de ocho días de trabajo y seis días de descanso (8x6) con ocho (8) horas de jornada laboral, teniendo un total de personal relacionado al proceso de dos supervisores y ocho obreros, todos de sexo masculino.

3.4 Fuentes y recolección de datos

La metodología empleada para el desarrollo del presente estudio se estructura como se detalla a continuación.

3.4.1 Definición del flujo del proceso e identificación de peligros y riesgos físicos y químicos.

En el tratamiento de residuos oleosos se identificaron tres actividades: recepción de material contaminado y separación de fases, separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua; y tratamiento de sedimentos; mismas que involucran varias tareas ejecutadas por los puestos de trabajo supervisor y obrero, descritos en la Tabla 2 citada en el primer capítulo.

La Figura 2 muestra el flujo del proceso en función de las actividades que ejecutan los trabajadores en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR.

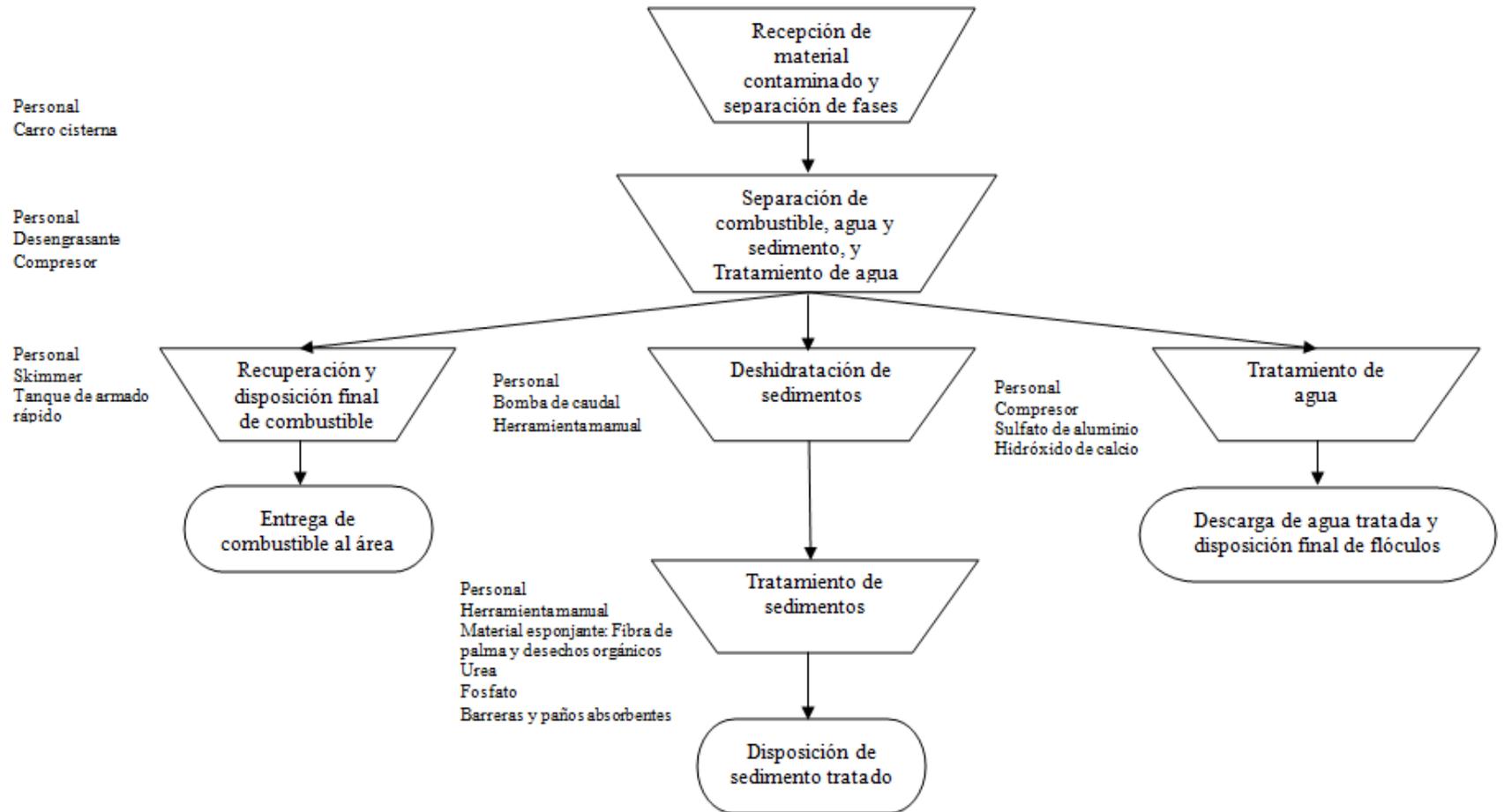


Figura 2. Flujo tratamiento de residuos oleosos

Fuente: Procedimiento de tratamiento de residuos oleosos del Departamento de Restauración Ambiental EP PETROECUADOR.

En base a la matriz general de riesgos levantada y manejada por el área de gestión integral de la EP PETROECUADOR, se estableció un listado de peligros y riesgos físicos y químicos a evaluar en el proceso objeto de estudio (Tabla 10).

Tabla 10.
Listado de peligros y riesgos físicos y químicos

Peligros	Posibles efectos o consecuencias	Tipo de riesgo	Requisito legal
Ruido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estrés 2. Disconfort laboral 3. Dolor de cabeza 4. Trastorno del sueño, irritabilidad y cansancio 5. Trastornos cardiovasculares: tensión y frecuencia cardiaca 6. Hipoacusia 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 55, numerales 6,7
Vibraciones mano brazo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor muscular 2. Dedo engatillado 3. Fatiga 4. Síndrome del dedo blanco 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 53, numeral 4.
Vibraciones cuerpo entero	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor muscular 2. Fatiga 3. Dolores de cabeza 4. Trastornos visuales 5. Dolores abdominales y digestivos 6. Problemas renales 7. Problemas de equilibrio 8. Traumatismos en la columna vertebral 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 53, numeral 4.
Energía térmica: exposición a calor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Golpe de calor 2. Agotamiento 3. Deshidratación 4. Desmayos 3. Estrés térmico 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 53, numeral 5 y art 54.
Energía térmica: exposición al frío	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hipotermia 2. Congelación 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 53 numeral 5.
Radiaciones no ionizantes: UV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efecto eritémico 2. Irritación de la conjuntiva del ojo 3. Inflamación de la córnea 4. Cataratas 5. Cáncer de piel 	Físico	<ul style="list-style-type: none"> * Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Radiaciones ionizantes: Rx, láser, ce 137	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lesiones en piel 2. Trastornos de la función reproductiva 3. Trastornos genéticos 4. Amputación 5. Muerte 	Físico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 62.

Tabla 10. Continuación...

Peligros	Posibles efectos o consecuencias	Tipo de riesgo	Requisito legal
Contacto eléctrico directo baja tensión menor a 1000 v	1. Quemaduras 2. Electrificación 3. Shock 4. Fibrilación ventricular 5. Electrocuación	Físico	
Contacto eléctrico directo alta tensión mayor a 1000 v	1. Quemaduras 2. Electrificación 3. Shock 4. Fibrilación ventricular 5. Electrocuación	Físico	* Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Contacto eléctrico indirecto baja tensión menor a 1000 v	1. Quemaduras 2. Electrificación 3. Shock 4. Fibrilación ventricular 5. Electrocuación	Físico	* Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Contacto eléctrico indirecto alta tensión mayor a 1000 v	1. Quemaduras 2. Electrificación 3. Shock 4. Fibrilación ventricular 5. Electrocuación	Físico	* Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Carga electrostática	1. Incendio	Físico	* Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Iluminación insuficiente	1. Dolor de cabeza 2. Nauseas 3. Irritabilidad 4. Disminución de la capacidad visual	Físico	Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 56

Tabla 10. Continuación...

Peligros	Posibles efectos o consecuencias	Tipo de riesgo	Requisito legal
Destellos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor de cabeza 2. Nauseas 3. Irritabilidad 4. Disminución de la capacidad visual 	Físico	<ul style="list-style-type: none"> * Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Ventilación insuficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dolor de cabeza 2. Stress 	Físico	<ul style="list-style-type: none"> * Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5. * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Exposición a humos metálicos (sueda)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intoxicación aguda o crónica 	Químico	<ul style="list-style-type: none"> * Constitución del Ecuador. Art. 326 numeral 5 * Código de trabajo art. 410 inciso 1. * Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. Decisión 584. Art.11, literal b, c, e. * Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art 11 numeral 1 y 2.
Exposición a material particulado (polvo de tierra, ceniza,)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiebre 2. Irritación de mucosas 3. Dermatitis 4. Asma 5. Fibrosis pulmonar 6. Neumoconiosis 	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64
Exposición a neblinas (pintura presurizada)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Irritación de mucosas 2. Neumoconiosis 	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64
Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Irritación de mucosas 2. Asfixiante 3. Trastornos en el olfato 	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64
Exposición a gases (CO, NOx, Smog)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Irritación de mucosas 2. Asfixiante 3. Trastornos en el olfato 	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64

Tabla 10. Continuación...

Peligros	Posibles efectos o consecuencias	Tipo de riesgo	Requisito legal
Exposición a plaguicidas	1. Irritación de mucosas 2. Asfixiante 3. Trastornos en el olfato 4. Cáncer	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64
Contacto con productos químicos: (corrosivos, reactivos, irritantes, etc.)	1. Dermatitis 2. Alergias 3. Quemaduras	Químico	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (de 2393) art. 64

Fuente: Listado de peligros Gestión Integral EP PETROECUADOR.

3.4.2 Diagnóstico inicial de los riesgos físicos y químicos.

Se empleó como herramienta la evaluación general de riesgos establecida en el documento Evaluación de Riesgos Laborales del INSHT (2014a); el cual establece como etapas las descritas a continuación.

3.4.2.1 Clasificación de las actividades de trabajo.

Las actividades se clasificaron de acuerdo a las etapas del proceso; se consideraron los puestos de trabajo involucrados, tareas, lugar, instalación, equipos, herramientas, sustancias y productos utilizados o generados en el trabajo, estado físico de las sustancias, etiquetado, hojas de seguridad, medidas de control existente, organización del trabajo y requisitos de legislación vigente.

3.4.2.2 Análisis de riesgos.

Una vez establecida la lista de peligros y riesgos físicos y químicos, se analizaron los criterios para estimación del riesgo, conforme lo establecido en el documento Evaluación de Riesgos Laborales del INSHT (2014 a).

3.4.2.2.a Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- a) partes del cuerpo que se verán afectadas
- b) naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ejemplos de ligeramente dañino:

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de ojos por polvo.
- Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, discomfort.

Ejemplos de dañino:

- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Ejemplos de extremadamente dañino:

- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida (INSHT, 2014 a).

3.4.2.2.b Probabilidad de que ocurra el daño.

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones

- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas, además juegan un papel importante los requisitos legales y los códigos de buenas práctica para medidas específicas de control. Adicionalmente a la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar:

Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).

Frecuencia de exposición al peligro.

Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.

Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.

Exposición a los elementos.

Protección suministrada por los EPI y tiempo de utilización de estos equipos.

Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos) (INSHT, 2014 a).

En la Tabla 11 se describe el método empleado para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a la probabilidad estimada y a las consecuencias esperadas.

Tabla 11.
Niveles de riesgo

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: INSHT, 2014a.

3.4.2.3 Valoración de riesgos.

En base a los niveles de riesgo antes descritos, se define la necesidad de mejorar los controles existentes o de implantar unos nuevos y la temporización de las acciones. Los esfuerzos para el control de riesgos así como la urgencia de las acciones deben ser proporcionales al riesgo. En el documento Evaluación de Riesgos Laborales del INSHT (2014 a) se sugiere como criterio lo indicado en la Tabla 12.

Tabla 12.
Valoración de riesgos

Riesgo	Acción y Temporización
Trivial (T)	No requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: INSHT, 2014a.

3.4.3 Evaluación cuantitativa de riesgos.

En este caso, una vez definidos los riesgos moderados e importantes se planificó y ejecutó la medición de los parámetros de interés; mediante el uso de equipos, método y personal (calibrado, certificado y acreditado respectivamente, Anexo 2) que permita obtener resultados validados para la toma de decisiones.

3.4.3.1 Evaluación del riesgo químico por exposición a vapores.

Para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la atmósfera del lugar de trabajo, se consideró:

3.4.3.1.a Objetivos.

General.

Realizar la medición y evaluación de las concentraciones de sustancias químicas en los puestos de trabajo en los que se ha determinado riesgos químicos moderados e importantes.

Específicos.

Realizar mediciones de concentraciones y evaluación de sustancias químicas en los puesto de trabajo supervisor y obrero.

Evaluar los resultados obtenidos en la medición con respecto a la Norma tomada como referencia.

Identificar las desviaciones respecto a la Norma y establecer las causas de las mismas.

Recomendar las medidas de control a mejorar o implementar en el proceso.

3.4.3.1.b Metodología/estrategia de muestreo.

En la Tabla 13 se sintetizan la referencia normativa y el método de evaluación empleados.

Tabla 13.
Referencia técnica normativa y método de evaluación

Factor de riesgo	Referencia técnica normativa	Método de evaluación
Exposición a vapores	<p>Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014.</p> <p>Guía Técnica 374 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo.</p> <p>Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 64.</p>	<p>MTA/MA-030/A92: Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, p-xileno) en aire – Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases</p>

Fuente: INSHT, 2001, 2014b, 2014c.

El método utilizado corresponde al MTA/MA-030/A92: Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, p-xileno) en aire – Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases, aceptado por el INSHT, éste permite determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de hidrocarburos aromáticos en aire con la utilización de equipos de toma de muestras personales de bajo caudal (INSHT, 2014b).

La evaluación empleada para este estudio se basa en comparar los valores de exposición obtenidos por puesto de trabajo versus los valores límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014.

Fundamento del método

Mediante una bomba de muestreo personal, se recoge la muestra haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de carbón activo, material donde quedan adsorbidos los vapores orgánicos; en laboratorio se desorbe la muestra con sulfuro de carbono para obtener una disolución que se analiza en un cromatógrafo de gases. Producto de la cromatografía se obtiene las áreas de los picos de los analitos de interés y del patrón interno; determinando así la cantidad presente en la muestra. A partir de la masa de los analitos presentes en la muestra se

obtiene las concentraciones ambientales a las cuales se encuentra expuesto el trabajador (INSHT, 2014b).

Técnica de muestreo

La bomba de muestreo portátil debe mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo, el caudal de la bomba debe mantenerse constante dentro de un intervalo +/-5%.

Durante el muestreo se controla su duración y se mantiene un caudal de toma de muestra que no exceda los 1500 cm³/min por un tiempo de muestreo no inferior al 25% del tiempo diario de exposición con dos muestras representativas por actividad, conforme la Guía Técnica 374 INSHT UNE- EN – 689 (INSHT, 2001).

A fin de evitar estrangulamientos y fugas en las conexiones, utilizar un tubo de goma o plástico de longitud y diámetro adecuado para conectar la bomba y el tubo de carbón.

Los tubos de vidrio tienen los dos extremos cerrados, que contienen dos secciones de carbón activo separados por una porción de espuma de poliuretano; se rompe los dos extremos del tubo justo antes de comenzar el muestreo.

Finalizado el muestreo, se desconecta la bomba, se retira los tubos de muestreo y se cierra ambos extremos con tapones de polietileno para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestra; se debe guardar las muestras en un recipiente refrigerado a 4°C para su envío al laboratorio donde se procesan y analizan dentro de los veintiún días siguientes a su captación. (INSHT, 2014b).

Configuración del muestreo

Los Grupos Homogéneos de Exposición (GHE) se definen por la relación entre un puesto de trabajo y un agente químico o varios que producen el mismo efecto, permite realizar mediciones a algunos de los miembros del grupo y establecer conclusiones sobre el grupo. Según la norma UNE-EN 689 se puede admitir una proporción mínima de uno de cada diez (Norma Europea UNE-EN 689, 1995).

El Centro de Tratamiento de Residuos Oleosos donde se realiza el proceso objeto de estudio, comprende una superficie aproximada de 2.000 m² dentro de la cual se realizan todas las actividades para el tratamiento de los residuos, se asume una distribución homogénea de la contaminación en toda el área, en base de lo cual se considera para las mediciones un GHE por turno y por puesto de trabajo (Tabla 14), el criterio para la selección de los trabajadores a muestrear es aleatorio.

Tabla 14.
Grupo Homogéneo de Exposición

Puesto de trabajo	Supervisor	Obrero
GHE / turno	1	1

Fuente: Análisis de GHE para mediciones.

Para el puesto de trabajo obrero se considera como GHE a uno de los cuatro trabajadores de turno, y para el puesto de trabajo supervisor a cada uno por turno, para el supervisor se considera su tiempo total de exposición diaria debido a su corta duración en la exposición; con cada lote de muestras se prepara un tubo de muestra blanco. El tiempo de muestreo es de al menos 15 min con el fin de determinar la EC de la muestra.

Las consideraciones realizadas para esta evaluación son:

Turno A: puesto de trabajo obrero y supervisor, se toma la muestra en función de la actividad del proceso considerando la exposición solo a vapores orgánicos.

Turnos B: puesto de trabajo obrero, se toma la muestra en función de la tarea y se considera la exposición a vapores orgánicos, sulfato de aluminio o hidróxido de calcio según corresponda.

Turno B: puesto de trabajo supervisor, se toma la muestra en función de todo el proceso, considerando la exposición solo a vapores orgánicos.

En la Tabla 15 se detalla la configuración de muestreo empleada.

Tabla 15.
Configuración de muestreo

Actividad /Tarea	Puesto de Trabajo	Turno	Parámetro Medición	Flujo cm ³ /min	Tiempo min	Volumen litros
Recepción de material contaminado y separación de fases	Obrero	A	Vapores orgánicos	1500	17	15
	Supervisor	A	Vapores orgánicos	1500	3	4
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua	Obrero	A	Vapores orgánicos + sulfato de aluminio + hidróxido de calcio	1500	134	201
	Supervisor	A	Vapores orgánicos + sulfato de aluminio + hidróxido de calcio	1500	12	18
Tratamiento de sedimentos	Obrero	A	Vapores orgánicos	1500	10	15
	Supervisor	A	Vapores orgánicos	1500	19	13
Recepción de material contaminado y separación de fases / Recepción de material contaminado	Obrero	B	Vapores orgánicos	1500	64	96
Separación de combustible, agua y sedimento, y Tratamiento de agua / Oxigenación de agua	Obrero	B	Vapores orgánicos	1500	32	48

Tabla 15. Continuación...

Actividad /Tarea	Puesto de Trabajo	Turno	Parámetro Medición	Flujo cm3/min	Tiempo min	Volumen litros
Separación de combustible, agua y sedimento, y Tratamiento de agua / Tratamiento químico de agua: sulfato de aluminio	Obrero	B	Aluminio: sales solubles como Al	1500	8	12
Separación de combustible, agua y sedimento, y Tratamiento de agua / Tratamiento químico de agua: hidróxido de calcio	Obrero	B	Hidróxido de calcio	1500	18	27
Tratamiento de sedimentos	Obrero	B	Vapores orgánicos	1500	30	45
Inspección de tratamiento de residuos oleosos	Supervisor	B	Vapores orgánicos	1500	15	22

Fuente: Análisis condiciones de muestreo.

Criterio de evaluación del riesgo químico por exposición a vapores.

La evaluación del nivel de riesgo químico por exposición a agentes químicos en el puesto de trabajo se realiza en el caso de este estudio por comparación de los valores de exposición obtenidos por puesto de trabajo con los valores límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014 (INSHT, 2014c).

En la Tabla 16 se detallan los límites de exposición profesional para los agentes químicos de interés en esta evaluación (INSHT, 2014c).

Tabla 16.
Límites de exposición profesional para agentes químicos

EINECS	CAS	Agente químico	Límites adoptados			
			VLA-ED		VLA-EC	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
215-535-7	1330-20-7	Xilenos, mezclas isómeros	50	221	100	442
200-753-7	71-43-2	Benceno	1	3,25		
203-625-9	108-88-3	Tolueno	50	192	100	384
231-072-3	7429-90-5	Aluminio: sales solubles, como Al		2		
215-137-3	1305-62-0	Hidróxido de Calcio		5		

Fuente: INSHT, 2014c.

El índice de exposición se calcula en base a la siguiente expresión matemática:

$$I = \frac{ED}{VLA - ED}$$

La interpretación del nivel del riesgo se realiza considerando los siguientes criterios:

Si $I \leq 0,1$, se considera la exposición como aceptable, puede considerarse improbable que se supere el valor límite en cualquier jornada.

Si $I > 1$, se considera la exposición como inaceptable y se debe corregir la exposición.

Si $0,1 < I \leq 1$, debe obtenerse por lo menos dos valores más de ED, para disponer de tres índices de exposición y si todos los índices de exposición calculados son $\leq 0,25$ la exposición se considera aceptable, y si son > 1 se considera inaceptable y se debe corregir la exposición, si son ≤ 1 y $> 0,25$ se calcula la media geométrica (MG) de los índices, si la $MG \leq 0,5$ se considera que la exposición es aceptable con mediciones periódicas, y si la $MG > 0,5$ se llega a una indeterminación y no se puede emitir una conclusión (INSHT, 2001).

Equipo utilizado.

Para este tipo de mediciones se emplean muestreadores personalizados en entornos laborales, para este estudio se empleó el equipo que se describe en la Tabla 17 y Figura 3.

Tabla 17.
Especificaciones del equipo

Descripción	Detalle
Marca	TUFF
Rango de caudal	5ml/min a 4,5L/min
Precisión del control de caudal	Control típico < +/-3% en punto calibrado
Ratio del pulso de entrada	<10% a 2L/min
Sesiones almacenadas	100 (versiones Pro sólo)
Pantalla	100 x 32 Graphics LCD
Tiempo típico de carga	<5 horas cuando descargado
Tamaño	133 x 87 x 47 mm
Peso	480g
Intervalo de servicio	Recomendado 2500 hrs
Clasificaciones IP	Carcasa sellada con juntas IP54
Aprobaciones de seguridad intrínseca	
En almacenamiento	Temperatura: -10 a +50°C
	Humedad: 30-95% HR (sin condensación)
En operación	Temperatura: 0 a 45°C
	Humedad: 30-95% HR (sin condensación)
Duración de la operación	A 2,0L/min por filtro GFA de 25mm: >30hrs 2,7Ah /
	>20hrs 1,7Ah

Fuente: Tomado de Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015.



Figura 3. Bomba portátil de muestreo personal
Fuente: Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015

Simbología empleada

En la Tabla 18 se detalla la simbología empleada dentro de la metodología de evaluación.

Tabla 18.
Simbología empleada

Descripción	Detalle
ED	Exposición Diaria
EC	Exposición Corta
VLA	Valor Límite Ambiental
VLA – ED	Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria
VLA – EC	Valor Límite Ambiental de Exposición Corta
EINECS	Número de registro de cada sustancia química comercialmente disponible en la Unión Europea, Inventario Europeo de Sustancias Químicas Existentes (EINECS)
CAS	Identificación numérica única para compuestos químicos, Chemical Abstracts Service (CAS) – Servicio de Resúmenes Químicos.
GHE	Grupo Homogéneo de Exposición
I	Índice de exposición

3.4.3.2 Evaluación del riesgo por contacto químico.

Para la evaluación del riesgo por contacto químico, se consideró:

3.4.3.2.a Objetivos.

General.

Realizar la evaluación del riesgo por contacto químico en los puestos de trabajo en los que se ha determinado riesgos moderados e importantes.

Específicos.

Identificar los niveles de riesgo por contacto químico en el puesto de trabajo obrero.

Evaluar los resultados obtenidos y recomendar las medidas de control a mejorar o implementar.

3.4.3.2.b Metodología/estrategia de muestreo.

Para la evaluación del riesgo por contacto químico se emplea la metodología detallada en el punto 3.4.2.2 Análisis de Riesgos basada en la metodología del INSTH (2014a) para Evaluación de Riesgos Laborales; mediante la cual se

determina el nivel del riesgo en función de la probabilidad de que ocurra el daño y la severidad de sus consecuencias.

Se realiza la evaluación de acuerdo a la actividad y tarea de interés, en el proceso objeto de estudio dentro de la segunda actividad: separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua, se analiza la tarea de tratamiento químico de agua realizada como etapa final para la clarificación del agua previo monitoreo y descarga al ambiente. En esa tarea se emplean dos productos químicos en polvo: sulfato de aluminio (50kg por proceso) e hidróxido de calcio (25kg por proceso); estos se vierten en el lapso de 1 min en una caneca de 250ml en la cual son mezclados con agua por 5 min, para su aplicación en la piscina de tratamiento químico (10.000 galones) por una lapso de 10 min.

También se analizan las hojas de seguridad de las sustancias químicas empleadas (Anexo 3) y las medidas de protección existentes al desarrollar la actividad como por ejemplo el uso de EPI.

Una vez obtenidos los niveles de riesgo, se definen las medidas de control a mejorar o implementar (INSTH, 2014a)

3.4.3.3 Evaluación del riesgo físico por exposición a ruido.

Para la evaluación del riesgo físico por exposición a ruido, se consideró:

3.4.3.3.a Objetivos.

General.

Realizar la medición y evaluación del nivel de ruido en los puestos de trabajo en los que se ha determinado riesgos moderados e importantes.

Específicos.

Determinar los niveles de exposición a ruido ocupacional en los puesto de trabajo supervisor y obrero.

Evaluar los resultados obtenidos en la medición, respecto a la Norma tomada como referencia.

Identificar las desviaciones respecto a la Norma y establecer las causas de las mismas.

Recomendar las medidas de control a mejorar o implementar en la fuente, el medio y el receptor.

3.4.3.3.b Metodología/estrategia de muestreo.

En la Tabla 19 se sintetizan la referencia normativa y el método de evaluación empleados.

Tabla 19.
Referencia Técnica y método para evaluación de ruido laboral

Factor de riesgo	Referencia técnica normativa	Método de evaluación
Ruido	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 55.	Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo. ISO 9612:2009 “Determinación de la exposición al ruido en el trabajo, método de Ingeniería”

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393, 1986c; INSHT, 2006b.

La evaluación del ruido propuesta se basa en el artículo 6 y anexos 2 y 3 del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo "Protección de la salud y la seguridad de los Trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido", publicado en el B.O.E. de 11 de marzo de 2006 (INSHT, 2006).

Para la determinación de los niveles de ruido se emplea como base el Decreto Ejecutivo 2393 (1986c) Artículo 55 numeral 7, el cual establece que para el

caso de ruido continuo, los niveles sonoros medidos en decibelios con el filtro “A” en posición lenta, que se permiten están relacionados con el tiempo de exposición; $85dB_A$ para una jornada de ocho horas de trabajo diario.

El método de evaluación se basa en tareas desarrolladas por puesto de trabajo; corresponde a la medición de niveles de presión sonora en las área de trabajo habitual en las cuales se desarrollan las actividades/tareas rutinarias, en función de una descripción (caracterización) de actividades descritas por el representante de cada puesto de trabajo.

Fundamento del método

Previo a la realización de las mediciones requeridas, antes y después de cada medición o serie de mediciones, los equipos de medida sonómetro y dosímetro deben ser comprobados y ajustados respectivamente, mediante el uso de un calibrador acústico que cumpla con especificaciones de la norma UNE-EN 60942:2005 y que debe ser verificado periódicamente conforme lo establecido en la Orden ITC/2845/2007.

Los sonómetros integradores-promediadores, pueden emplearse para la medición del Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($LA_{eq,T}$) de cualquier tipo de ruido.

Los dosímetros o medidores personales de exposición al ruido, pueden ser utilizados para la medición del Nivel de exposición diario equivalente ($LA_{eq,d}$) de cualquier tipo de ruido.

Los equipos empleados se deben ajustar a las especificaciones de funcionamiento acústico y eléctrico de las normas UNE-EN 61672-3 para los instrumentos de clase 2 para el caso de sonómetros integradores-promediadores y a

la norma UNE-EN 61252:1998 para el caso de dosímetros; o a las de cualquier versión posterior de dichas normas (INSHT, 2006).

La jornada de medición se selecciona considerando las características más representativas del trabajo habitual, y la estrategia de medición se define en función de las condiciones de trabajo en cada puesto evaluado, con el fin de obtener una exactitud razonable en los resultados de las mediciones.

El muestreo de los niveles de ruido equivalente se basa en la Norma ISO 9612:2009 y el documento ISO/TC/43/SC 1 N1649 es la base técnica para seleccionar la estrategia de medición, considerando dos estrategias diferenciadas (INSHT, 2006).

Mediciones basadas en la operación o tarea

Mediciones de la jornada completa

Mediciones basadas en la operación o tarea

Cuando es factible conocer la duración de cada tarea realizada en el puesto de trabajo se emplea como estrategia la sonometría. El tiempo de medición en cada tarea depende de la variación del nivel de ruido, y sea cual sea el tipo de ruido, la medición se repite dos veces para cada tarea.

Si los resultados difieren en 3dB o más, se debe realizar tres mediciones adicionales para la tarea evaluada. Los valores del nivel continuo equivalente diario se calculan mediante expresiones logarítmicas, conforme lo contempla la normativa (INSHT, 2006).

Mediciones de la jornada completa

Para el caso de puestos de trabajo con movilidad elevada se emplea la dosimetría como estrategia para la valoración acústica del puesto, cuyo nivel de

exposición al ruido varía constantemente durante toda la jornada laboral. Se cubre la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos. Si no es factible que las mediciones se extiendan a la totalidad de la jornada, se debe involucrar lo máximo posible e incluir los periodos más significativos de ruido (INSHT, 2006).

Incertidumbre

La incertidumbre estándar aplicada a los resultados proporcionados tanto por el sonómetro y dosímetro es de 1,0 dB; basado en el estándar internacional IEC 61672-1.

Técnica de muestreo

El sonómetro se coloca en lugares fijos previamente establecidos, la medición se realiza preferentemente en ausencia del trabajador y colocando el micrófono en el lugar que ocupa habitualmente (a la altura de la cabeza); cuando no es posible la ausencia del operador, se toma en cuenta el efecto del propio cuerpo del trabajador y el del técnico que realiza las mediciones, se coloca el micrófono a una distancia aproximada entre 10 y 40 centímetros del pabellón auditivo externo, se debe usar un trípode para sujetar el instrumento. Cuando los trabajadores realizan sus labores de pie el sonómetro debe ser ubicado en un trípode con el micrófono a una altura de 1,55 +/- 0,075m, en relación al plano de sustentación (INSHT, 2006).

La medición por dosimetría, se basa en colocar al trabajador un dosímetro programado que tome la lectura de la totalidad del tiempo de exposición por actividad, obteniendo así la lectura para el 100% de la dosis de exposición, para su comparación con el valor límite permisible. El micrófono se debe colocar en la

parte superior del hombro del obrero a una distancia de al menos 0,1m de la entrada del canal auditivo externo del oído a 4 centímetros por encima del hombro.

Método de medida

El método de medida refleja la medición de niveles de presión sonora de las actividades habitualmente desarrolladas por el supervisor u obrero en su lugar de trabajo.

Configuración del muestreo

Los puestos de trabajo muestreados, el número y duración de las mediciones y el tipo de equipo utilizado se seleccionan en función de:

Descripción de tareas y tiempos de exposición.

Requisitos establecidos por el R.D. 286/2006 y la NTP 270 INSHT.

Para el proceso evaluado se distinguen tres actividades, referidas previamente en la Tabla 2.; en la ejecución de estas se involucran dos puestos de trabajo: supervisor y obrero, además se considera a los equipos móviles empleados en el proceso como fuentes de emisión de ruido (Tabla 20).

Tabla 20.
Fuentes de emisión de ruido

Equipo	Tarea
Bomba de caudal SELWOOD S150 para skimmer	Recuperación de película de combustible
Bomba de caudal SELWOOD PD 75	Trasvase de fluido a lecho filtrante
Bomba de presión Hale	Tratamiento de agua
Compresor KAESER M50	Aireación para tratamiento de agua, y aireación para tratamiento de sedimentos

Fuente: Procedimiento de tratamiento de residuos oleosos del Departamento de Restauración Ambiental EP PETROECUADOR.

Estrategia de muestreo

En la Tabla 21 se detallan los datos considerados para registro durante el muestreo.

Tabla 21.
Datos registrados/Adquiridos

Dato	Detalle
Tiempo de monitoreo	N horas
Tiempo de referencia por jornada	8 horas/día
Tasa de intercambio	5 dB
Nivel de ruido referencia	85 dB _A

En la tabla 22 se describe los parámetros procesados en el dosímetro.

Tabla 22.
Parámetros procesados en el dosímetro

Datos registrados/adquiridos	Símbolo
Nivel de presión acústica equivalente diaria con ponderación A	LAeqd
Nivel de exposición equivalente	LEQ
Nivel de presión promedio	TWA
Dosis medida	DOSE
Dosis proyectada	PDOSE
Nivel de exposición acústica	SEL
Nivel de presión acústica	EXP
Nivel acústico por percentiles	L01, L10, L50, L99
Diferencia acústica entre la escala de ponderación C y la A	Lc-a

Criterio de evaluación del riesgo físico por exposición a ruido

La evaluación de los niveles de ruido se realiza en base a los niveles de referencia: tiempo de criterio 8 horas, nivel de ruido criterio 85dB y tasa de intercambio 5 dB, medidos con un sonómetro tipo 2, filtro de ponderación A, en escala A.

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros medidos en decibelios con el filtro “A” en posición lenta, que se permiten están relacionados con el tiempo de exposición, Tabla 23.

Tabla 23.
Tiempo de exposición permitida en función de criterio de evaluación

Nivel sonoro/dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: Decreto 2393, 1986c.

Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos

La estimación de la atenuación proporcionada por los protectores auditivos empleados se realiza de acuerdo al criterio establecido por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional - NIOSH (1998), en el cual se considera el Nivel de reducción de ruido – NRR del protector auditivo, un factor de corrección de 7 para relacionar el NRR a dB_A y un factor de degradación en función del tipo de protector auditivo (Tabla 24).

$$\text{Nivel efectivo de exposición} = LA_{eq,d} - ((NRR-7) * \text{Factor degradación})$$

Tabla 24.
Factor de degradación NRR para cálculo nivel de atenuación protector auditivo

Tipo protector	Factor
Auriculares (Copa)	0,75
Insertables de espuma recuperación lenta e insertables a medida	0,5
Todos los demás insertables	0,3

Fuente: NIOSH, 1998.

El NRR del protector auditivo se obtuvo de la hoja técnica del fabricante del protector auditivo usado por los trabajadores evaluados (Tabla 25, Figura 4):

Tabla 25.
Nivel de atenuación de protector auditivo tipo tapón reusable

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000
Valor de atenuación (dB)	42,3	43,7	46,6	40,9	38,6	44,7	46,9	49,3	48,3
Desviación estándar (dB)	5,0	6,0	5,8	4,2	2,8	3,2	3,3	4,2	3,6

NRR
33

Fuente: Hoja técnica de protectores auditivos MOLDEX, 2015.



Figura 4. Protector auditivo tipo tapón reusable

Fuente: MOLDEX, 2015

Para definir si el nivel de protección conferida por el protector auditivo es el adecuado, se empleó la calificación de atenuación sonora sugerida por el Instituto de Salud Pública de Chile – ISP (2010), descrita en la Tabla 27.

Tabla 26.
Calificación de atenuación sonora

Nivel de Protección dBA	Calificación de atenuación sonora
Nivel de Protección > *80 dBA	Insuficiente
60 dBA < Nivel de Protección < 80 dBA	Adecuada
Nivel de Protección < 60 dBA	Excesiva

Fuente: ISP, 2010.

Equipo utilizado.

Para este estudio se empleó los equipos que se describen en las Tablas 27 y 28, y Figuras 5 y 6.

Tabla 27.
Especificaciones del equipo sonómetro

Descripción	Detalle
Marca	QUEST SOUND PRO DL
Serie No.	BHG050005
Rango de Medida	0 a 140 dB
Frecuencia de Ponderación	A, C, Z, y Lin
Razón de intercambio	3, 4, 5, y 6 dB
Respuesta	Slow, fast, e impulse
Peso	18 onzas
Batería	(4) AA
Tiempo aproximado de operación	Mínimo 10 hrs dependiendo de la configuración
Temperatura de Operación	14°F to 122°F (-10°C to 50°C)
Calidad	CE

Fuente: Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015.



Figura 5. Sonómetro

Fuente: Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015

Tabla 28.
Especificaciones del equipo dosímetro

Descripción	Detalle
Marca	QUEST THE EDGE EG5
Serie No.	EHN040080
Micrófono	8mm, atornillado y reemplazable en campo, protegido por el soporte de la pantalla de viento.
Rango de Medida	65dB a 140dB
Pantalla de viento	Espuma de alta resistencia sujeta permanentemente a un soporte roscado.
El EG5 tiene un segundo dosímetro virtual independiente	
Umbral a seleccionar	Entre 70 y 90dB, en incrementos de 1dB.
Tasa de cambio	3dB o 5dB.
Nivel de Criterio	De 70 a 90dB en incrementos de 1dB

Tabla 28. Continuación...

Detector de picos	
Rango de pico	110 a 140Db
Ponderación de picos	A elegir entre C y Z (el canal de pico es independiente de los canales de medición).
Datos desplegados/valores	
SPL	Nivel MAX Exposición
NSCE	NEQ Nivel MIN Duración de la Corrida
TWA	Nivel Pico Duración en Nivel Superior

Fuente: Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015.

**Figura 6. Dosímetro**

Fuente: Instituto de Seguridad y Salud USFQ, 2015

Simbología empleada

En la Tabla 29 se detalla la simbología empleada dentro de la metodología de evaluación.

Tabla 29.
Simbología empleada

Descripción	Detalle
LAeq,T	Nivel de presión acústica continuo equivalente, ponderado
LAeq,d	Nivel de exposición diario equivalente, ponderado A
LPICO	Nivel de pico máximo, expresado en dB(C)
NRR	Nivel de reducción de ruido

ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Detalles del análisis

Los datos obtenidos en el diagnóstico inicial de los riesgos físicos y químicos sirvieron de base para determinar los riesgos moderados e importantes que debían ser cuantificados (Tabla 30).

Tabla 30.
Evaluación cualitativa de riesgos

Puesto de Trabajo	Actividad	Factor de Riesgo	Tipo de Riesgo	Evaluación Cualitativa
				Nivel de Riesgo
Obrero	Recepción de material contaminado y separación de fases	Ruido	Físico	Moderado
Obrero		Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Importante
Obrero	Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua	Ruido	Físico	Moderado
Obrero		Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Importante
Obrero		Contacto con productos químicos: (ej.: corrosivos, reactivos, irritantes, etc.)	Químico	Moderado
Obrero	Tratamiento de sedimentos	Ruido	Físico	Moderado
Obrero		Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Importante
Supervisor	Recepción de material contaminado y separación de fases	Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Moderado
Supervisor	Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua	Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Moderado
Supervisor	Tratamiento de sedimentos	Exposición a vapores (gasolina, diésel, biocleaner, químicos)	Químico	Moderado

Fuente: Anexo 1

Producto de la evaluación cuantitativa de los factores de riesgo definidos se obtuvieron resultados que fueron analizados como se describe a continuación.

4.1.1 Riesgo químico por exposición a vapores; y riesgo por contacto químico.

4.1.1.1 Evaluación de resultados obtenidos respecto a la Norma.

4.1.1.1.a Exposición a vapores.

Los valores de exposición a agentes químicos obtenidos (Anexo 4) conforme la configuración de muestreo establecida en los puestos de trabajo y tareas evaluadas, fueron comparados con los valores límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014, con el propósito de determinar el respectivo nivel de riesgo (Tabla 31).

Tabla 31.
Nivel de riesgo por exposición a agentes químicos

Actividad /Tarea	Puesto de Trabajo	Turno	Código	Flujo cm ³ /min	Tiempo min	Volumen muestreado litros	Químico Analizado	Cantidad de contaminante reportado µg	Concentración promedio mg/m ³	VLA-ED mg/m ³	Índice de exposición I	Nivel de riesgo
Recepción de material contaminado y separación de fases	Obrero	A	A1	1500	17	15	Xileno	1,2	0,0800	221	0,0004	Aceptable
							Benceno	0,2	0,0133	3,25	0,0041	Aceptable
							Tolueno	0,5	0,0333	192	0,0002	Aceptable
	Supervisor	A	A2	1500	3	4	Xileno	...	...	221	...	...
							Benceno	0,1	0,02500	3,25	0,0077	Aceptable
							Tolueno	0,1	0,02500	192	0,0001	Aceptable
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua	Obrero	A	A3	1500	134	201	Xileno	2,1	0,01045	221	0,0000	Aceptable
							Tolueno	0,7	0,00348	192	0,0000	Aceptable
							Aluminio: sales solubles como Al	0,9	0,00448	2	0,0022	Aceptable
							Hidróxido de calcio	12,3	0,06119	5	0,0122	Aceptable
							Xileno	...	...	221	...	...
	Supervisor	A	A4	1500	12	18	Tolueno	0,3	0,01667	192	0,0001	Aceptable
							Aluminio: sales solubles como Al	0,4	0,02222	2	0,0111	Aceptable
							Hidróxido de calcio	8,3	0,46111	5	0,0922	Aceptable

Tabla 31. Continuación...

Actividad /Tarea	Puesto de Trabajo	Turno	Código	Flujo cm ³ /min	Tiempo min	Volumen muestreado litros	Químico Analizado	Cantidad de contaminante reportado µg	Concentración promedio mg/m ³	VLA-ED mg/m ³	Índice de exposición I	Nivel de riesgo
Tratamiento de sedimentos	Obrero	A	A5	1500	10	15	Xileno	6,2	0,41333	221	0,0019	Aceptable
							Tolueno	1,3	0,08667	192	0,0005	Aceptable
	Supervisor	A	A6	1500	19	13	Xileno	...	...	221	...	...
							Tolueno	1,1	0,08462	192	0,0004	Aceptable
Recepción de material contaminado y separación de fases / Recepción de material contaminado	Obrero	B	B1	1500	64	96	Xileno	7,8	0,08125	221	0,0004	Aceptable
							Tolueno	2,2	0,02292	192	0,0001	Aceptable
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua / oxigenación de agua	Obrero	B	B2	1500	32	48	Xileno	3,2	0,06667	221	0,0003	Aceptable
							Tolueno	1,7	0,03542	192	0,0002	Aceptable
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua / tratamiento químico de agua: sulfato de aluminio	Obrero	B	B3	1500	8	12	Aluminio: sales solubles como Al	0,3	0,02500	2	0,0125	Aceptable
Separación de combustible, agua y sedimento, y tratamiento de agua / tratamiento químico de agua: hidróxido de calcio	Obrero	B	B4	1500	18	27	Hidróxido de calcio	2,3	0,08519	5	0,0170	Aceptable

Tabla 31. Continuación...

Actividad /Tarea	Puesto de Trabajo	Turno	Código	Flujo cm ³ /min	Tiempo min	Volumen muestreado litros	Químico Analizado	Cantidad de contaminante reportado µg	Concentración promedio mg/m ³	VLA-ED mg/m ³	Índice de exposición I	Nivel de riesgo
Tratamiento de sedimentos	Obrero	B	B5	1500	30	45	Xileno	...	...	221	...	...
							Tolueno	2,3	0,0511111111	192	0,0003	Aceptable
Inspección de tratamiento de residuos oleosos	Supervisor	B	B6	1500	15	22	Xileno	...	...	221	...	...
							Vapores orgánicos	0,1	0,004545455	192	2,36742E-05	Aceptable

Fuente: Resultados de Laboratorio, 2014 (Anexo 4).

4.1.1.1.b Contacto químico

El nivel de riesgo obtenido de la evaluación del riesgos por contacto químico realizada para el sulfato de aluminio e hidróxido de calcio se detalla en la Tabla 32.

Tabla 32.
Nivel de riesgo por contacto químico

Agente Químico	Severidad	Probabilidad	Nivel de Riesgo
Sulfato de Aluminio	Dañino	Media	Moderado
Hidróxido de Calcio	Dañino	Media	Moderado

4.1.1.2 Identificación de las desviaciones respecto a la Norma y establecimiento de causas.

4.1.1.2.a Exposición a vapores

Los índices de exposición calculados para las concentraciones de los agentes químicos medidos en todas las muestras de los puestos de trabajo obrero y supervisor en las diferentes actividades del proceso presentan valores $\leq 0,1$; en base a lo cual se interpreta que el nivel de riesgo es aceptable, ya que cumple con el siguiente criterio:

Si $I \leq 0,1$ la exposición es aceptable, puede considerarse improbable que se supere el valor límite en cualquier jornada (INSHT, 2001).

4.1.1.2.b Contacto químico

Respecto a los agentes químicos empleados en el tratamiento de aguas, se analizaron los datos contenidos en las hojas de seguridad (Tabla 33), para su comparación con las condiciones observadas en el puesto de trabajo.

Tabla 33.
Datos hojas de seguridad de agentes químicos empleados en el tratamiento de agua

Detalle	Hidróxido de Calcio Ca(OH)₂	Sulfato de Aluminio Al₂(SO₄)₃		
Estado físico; aspecto	Polvo suave, blanco o blanco grisáceo.	Cristales brillantes o polvo de color blanco. Inodoro. Higroscópico.		
Vías de exposición	Se puede absorber por inhalación y por ingestión.	Se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.		
Riesgo de inhalación	La evaporación a 20oC es despreciable, puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire por dispersión.	Puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo.		
Efectos de exposición de corta duración	Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. Se recomienda vigilancia médica.	Irrita gravemente los ojos, el tracto gastrointestinal y levemente la piel.		
Efectos de exposición prolongada o repetida	Contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.	Puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones funcionales.		
Prevención	Evitar la producción de nieblas.	Evitar la dispersión del polvo.		
Almacenamiento	Mantener en lugar seco	Separado de bases y oxidantes fuertes. Mantener en lugar seco. Almacenar en área sin acceso a desagües o alcantarillas. Medidas para contener el efluente de extinción de incendios.		
Tipo de peligro / exposición	Peligros/Síntomas	Prevención	Peligros/Síntomas	Prevención
Inhalación	Sensación de quemazón en la nariz, garganta y vías respiratorias superiores, tos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Tos. Dolor de garganta.	Evitar la inhalación de polvo. Extracción localizada o protección respiratoria
Piel	Enrojecimiento, aspereza, sensación de quemazón.	Guantes protectores, traje de protección.	Enrojecimiento.	Guantes de protección.

Tabla 33. Continuación...

Detalle		Hidróxido de Calcio Ca(OH)_2	Sulfato de Aluminio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Tipo de peligro / exposición	Peligros / Síntomas	Prevención	Peligros / Síntomas
Ojos	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria	Enrojecimiento. Quemaduras.
Ingestión	Calambres abdominales, sensación de quemazón en la boca, garganta y esófago, vómitos, debilidad.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Sensación de quemazón en la garganta y el pecho. Dolor abdominal. Náuseas. Vómitos. Diarrea.

Fuente: INSHT, 1994, 2010.

Se consideró una severidad del daño de categoría dañino, debido a que el sulfato de aluminio puede provocar quemaduras en los ojos durante su manipulación y el contacto prolongado con hidróxido de calcio puede producir dermatitis en la piel, además para este último agente químico se recomienda vigilancia médica; se obtuvo un nivel de riesgo moderado el cual indica que se deben realizar esfuerzos por reducir el riesgo, determinando las acciones y el periodo para hacerlo. Es así que se analizaron los siguientes aspectos:

Equipos de protección individual.

Respecto al uso de equipos de protección individual se identificaron las siguientes desviaciones descritas en la Tabla 34.

Tabla 34.
Uso de equipos de protección individual

Agente Químico	EPI requerido	EPI usado	Desviaciones
Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$	Protección respiratoria.	Mascarilla para químicos (vapores orgánicos y gases ácidos)	No es la adecuada para el tipo de agente químico manipulado, se requiere una mascarilla N95 con válvula para el caso de polvo
	Guantes de protección	Guantes de nitrilo	Acorde a la exposición
	Gafas ajustadas de seguridad.	Ninguno	Se debe implementar el uso de Gafas ajustadas de seguridad
Hidróxido de Calcio $Ca(OH)_2$	Protección respiratoria.	Mascarilla para químicos (vapores orgánicos y gases ácidos)	No es la adecuada para el tipo de agente químico manipulado, se requiere una mascarilla N95 con válvula para el caso de polvo
	Guantes protectores, traje de protección.	Guantes de nitrilo	Acorde a la exposición.
	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria	Ninguno	Se debe implementar el uso de Gafas ajustadas de seguridad

Almacenamiento de sustancias químicas

Las sustancias químicas no son almacenadas conforme las recomendaciones de las hojas de seguridad, los sacos de sulfato de aluminio e hidróxido de calcio a

usar en el proceso una vez retirados de bodega se mantienen en sitios destinados para otro propósito, mismos que no cumplen características de un lugar seco para almacenamiento de este tipo de productos.

4.1.2 Riesgo físico por exposición a ruido.

4.1.2.1 Evaluación de resultados obtenidos respecto a la Norma.

Los niveles de exposición diario equivalente con ponderación A obtenidos en las mediciones de ruido (Anexo 5) realizadas en los puestos de trabajo supervisor y obrero fueron comparado con el nivel sonoro criterio establecido de 85 dB_A para una jornada de 8 horas conforme el Decreto Ejecutivo 2393, artículo 55 numeral 7 con el propósito de determinar el nivel de riesgo por exposición laboral. Así también se consideraron las medidas de protección empleadas en las actividades como el uso de protectores auditivos tipo insertables de espuma con un NRR de 33 para determinar el Nivel efectivo de exposición y evaluar si la atenuación sonora proporcionada es la adecuada (Tabla 35).

Tabla 35.
Niveles de exposición a ruido

Puesto de Trabajo	Turno	Nivel de exposición diaria equivalente con ponderación A LAeq,d (dB_A)	Nivel de riesgo	NRR de Protector auditivo empleado	Nivel efectivo de exposición = LAeq,d - ((NRR-7)*0,50)	Calificación de atenuación sonora
Supervisor	A	76,7	Cumple	-	No requiere	No aplica
Obrero	A	81,8	Cumple	33	68,8	Adecuada
Supervisor	B	74,1	Cumple	-	No requiere	No aplica
Obrero	B	81,9	Cumple	33	68,9	Adecuada

Fuente: Resultado de mediciones de ruido, 2014 (Anexo 5).

4.1.2.2 Identificación de las desviaciones respecto a la Norma y establecimiento de causas.

El nivel de exposición diario equivalente con ponderación A obtenido para el puesto de trabajo supervisor del turno A es de 76,7 dB_A y del turno B es de 74,1 dB_A, niveles que cumplen el límite máximo permitido de 85dBA. El tiempo de exposición del puesto de trabajo supervisor es corto por lo general no sobrepasa de 15 minutos, periodo destinado a la inspección de la ejecución de actividades en el tratamiento de residuos oleosos, manteniéndose durante este tiempo a una distancia adecuada con relación a las fuentes de ruido.

El nivel de exposición diario equivalente con ponderación A obtenido para el puesto de trabajo obrero del turno A es de 81,8 dB_A y del turno B es de 81,9 dB_A, se encuentran bajo el límite máximo permitido de 85dBA, el personal de este puesto de trabajo usa protectores auditivos tipo tapón reusable con un NRR de 33dB obteniéndose un nivel efectivo de exposición de 68,8 dB_A y 68,9 dB_A para cada turno, correspondiente a una calificación de atenuación sonora aceptable.

En base del análisis de datos obtenidos durante el desarrollo del presente trabajo, se estructuró una propuesta de gestión de los riesgos físicos y químicos en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR, que será presentada en el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

4.2 Limitaciones del estudio

El presente estudio se limitó a la evaluación de dos tipos de riesgos, los físicos y químicos presentes en dos puestos de trabajo supervisor y obrero involucrados en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR, se consideró el tipo de desechos, equipos, instalaciones y productos manejados dentro del área de influencia. Es importante considerar que la medición de la exposición a vapores puede verse afectada por las condiciones climáticas y de viento, esto debido a que el proceso se ejecuta en un centro de tratamiento de materiales contaminados ubicado en un ambiente abierto, por lo que será necesario realizar mediciones periódicas del riesgo para verificar que se mantengan los niveles de riesgo como aceptables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se identificó como riesgos que requerían una evaluación cuantitativa o más detallada al riesgo físico por exposición a ruido, riesgo químico por exposición a vapores y riesgo por contacto con productos químicos.
- La evaluación cuantitativa del riesgo químico por exposición a vapores evidenció que todas las muestras evaluadas para los puestos de trabajo supervisor y obrero se encuentran bajo un nivel de riesgo aceptable.
- El análisis del riesgo por contacto con productos químicos en el puesto de trabajo obrero, evidenció falencias en la manipulación y almacenamiento de los agentes químicos que deben ser corregidas mediante la implementación de medidas de control.
- La evaluación cuantitativa del riesgo físico por ruido determinó que los niveles de exposición diario equivalente con ponderación A para los puestos de trabajo supervisor y obrero se encuentran bajo el límite máximo permitido de 85dB_A.
- Se corroboró la hipótesis planteada ya que algunos de los riesgos físicos y químicos evaluados requieren de la implementación de medidas de control.
- En base a la información obtenida en la identificación, medición y evaluación de los riesgos físicos y químicos realizada se formuló una propuesta de gestión de los riesgos físicos y químicos en el tratamiento de residuos oleosos en el área de Restauración Ambiental de la Estación y Terminal de Productos Limpios Santo Domingo de la EP PETROECUADOR”, ésta se detalla en el ítem recomendaciones.

5.3 Recomendaciones

Considerando el nivel de riesgo obtenido para los factores de riesgo evaluados se proponen recomendaciones y actividades a ejecutar con el propósito de eliminar, controlar o reducir dichos riesgos, conforme la magnitud y el grupo de trabajadores expuestos.

5.3.1 Gestión del riesgo químico por exposición a vapores y contacto químico.

5.3.1.1 *Vigilancia de la salud.*

- Los trabajadores expuestos a vapores orgánicos volátiles deben ser evaluados mediante programas de vigilancia médica dirigida principalmente a observar efectos neurotóxicos para determinar factores de riesgo del individuo. A pesar de que el nivel de riesgo por exposición a vapores se encuentra en un nivel aceptable; considerando la naturaleza de los residuos oleosos manejados por el personal en el proceso, se recomienda la implementación de un Plan de prevención del riesgo químico, mediante la aplicación del Formato establecido por la EP PETROECUADOR: “Vigilancia médica para la exposición ocupacional a benceno, tolueno y xileno” (Anexo 6).
- En el caso del Hidróxido de calcio dentro de las consideraciones de efectos de exposición de corta duración se recomienda vigilancia médica, cuyo seguimiento se podrá realizar con exámenes a nivel pulmonar con análisis de Rayos X a nivel torácico y pruebas de espirometría para determinar su grado de funcionalidad.
- Para el caso del sulfato de aluminio la vigilancia médica podrá realizarse mediante análisis sanguíneo para determinación de Aluminio como metal pesado ya que el sulfato es absorbido, considerando que dentro de los efectos de exposición

prolongada o repetida se encuentran afectaciones al sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones funcionales.

5.3.1.2 Equipos de protección individual.

- Considerando que el tratamiento de residuos oleosos se realiza en un espacio abierto al aire libre; los resultados de las mediciones para determinar exposición puede estar influenciada por las condiciones ambientales y velocidad del viento, por lo que se recomienda realizar mediciones periódicas a fin de garantizar que el nivel de riesgo se mantenga en niveles aceptables; así también al existir exposición a contaminantes que están compuesto por Benceno, Tolueno, y Xileno, en el tratamiento de residuos oleosos se recomienda como medida de prevención mantener el uso de equipos de protección respiratoria, como la mascarilla para químicos para vapores orgánicos y gases ácidos empleada por los obreros en el proceso.
- Durante la manipulación de sulfato de aluminio (agente químico en estado físico polvo), el personal deberá usar como medida de protección de exposición a la piel guantes de nitrilo que son los adecuados para este tipo de agentes, así como mascarilla para polvos como las mascarillas N95 con válvula requerida como protección ante la exposición por inhalación y gafas ajustadas de seguridad como medida de protección de exposición de los ojos, esto considerando que el sulfato de aluminio irrita gravemente los ojos ante exposiciones de corta duración así como también el tracto gastrointestinal y ligeramente la piel.
- Durante la manipulación del hidróxido de calcio (agente químico en estado físico polvo), el personal deberá usar como medida de protección de exposición a la piel guantes de nitrilo, debido al tipo de agente químico manipulado deberán usar una

maskarilla para polvo N95 con válvula para protección de la exposición por inhalación; y como protección para exposición de los ojos deberán usar gafas ajustadas de seguridad.

- Se recomienda disponer de un programa de protección respiratoria que contenga los procedimientos estándar para la selección y uso de equipos de protección respiratoria, que contenga al menos: procedimiento de selección de respiradores, procedimiento de pruebas de ajuste para respiradores con mantenimiento de registros, procedimiento de uso adecuado de respiradores, procedimiento para limpieza, desinfección, almacenamiento, inspección y reparación de respiradores.
- Para un uso adecuado de los equipos de protección respiratoria, el trabajador deberá: verificar mediante chequeos rutinarios el ajuste de la máscara al rostro, de modo que se impida la entrada de contaminantes. El rostro debe estar afeitado, debido a que los vellos faciales no permiten un ajuste correcto generando intersticios entre la máscara y la piel; realizar mantenimiento y limpieza periódica del equipo para prolongar su vida útil y evitar contaminación externa, podrá limpiar el equipo con agua y jabón después de cada uso y guardarlo en una funda plástica sellada; verificar la presencia de defectos antes y después de cada uso y después de la limpieza, como por ejemplo: agujeros en filtros o medio filtrante, gastado (sin elasticidad) o correas perdidas, maskarilla distorsionada, maskarilla mojada o muy húmeda.
- Los equipos de protección respiratoria que no estén en uso deben mantenerse limpios y desinfectados en sitios específicos de almacenamiento protegidos de polvo, sol, calor extremo, humedad excesiva y sustancias químicas dañinas; manteniéndolos en condiciones que permitan conservar su forma y efectividad originales.

- En el caso de daño de cualquier parte del cuerpo del equipo, este debe repararse o reemplazarse, las máscaras deben reemplazarse solo cuando el cuerpo este dañado, en los demás casos deben repararse con partes de reemplazo.
- Los tipos de filtros de los equipos de protección respiratoria deben ser para retención de gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición < 65°C, y deben ser sustituidos cuando estén deteriorados o hayan cumplido su tiempo de vida útil.

5.3.1.3 Almacenamiento de sustancias químicas.

- Conforme las hojas de seguridad del sulfato de aluminio e hidróxido de calcio estos deben ser almacenados en un lugar seco. Debido a las condiciones húmedas propias de la ubicación geográfica del área de tratamiento se requiere destinar un espacio físico cerrado con ventilación apropiada que permita un adecuado almacenamiento de las sustancias químicas empleadas; y mantener además un registro que permita el control de uso de los agentes químicos.

5.3.1.4 Información y formación.

- Se debe informar y capacitar a los trabajadores acerca de las medidas de control del riesgo por exposición a vapores, y riesgo por contacto químico a implementar. Es indispensable que el personal tenga conocimiento de los riesgos que implica el trabajar en áreas con exposición a vapores orgánicos volátiles, así como los riesgos que implica el manejo de los agentes químicos en sus actividades. Se debe formar al personal en protocolos de actuación y medidas a seguir en caso de accidentes, y en actividades diarias a fin de corregir malas prácticas adquiridas en el manejo y almacenamiento de agentes químicos.

5.3.2 Gestión del riesgo físico por exposición a ruido.

5.3.2.1 Vigilancia de la salud.

- Considerando los niveles de acción recomendados en la guía técnica para evaluación y prevención del riesgo por exposición a ruido $80\text{dB}_A < \text{LA}_{q,d} \leq 85\text{dB}_A$: entrega de EPI, vigilancia de la salud, re-evaluación del puesto del INSHT (2006b) y conociendo que la exposición a ruido en el puesto de trabajo obrero es mayor a 80 dB_A se recomienda la implementación de un plan de prevención auditiva. El programa de vigilancia médica debe contener evaluaciones médicas, aplicación de cuestionarios tamiz, pruebas audiológicas como la audiometría.
- Se recomienda conforme protocolos de la EP PETROECUADOR, que las mediciones de la exposición a ruido se realicen cada 5 años para para los dos puestos de trabajo evaluados ya que presentan niveles de exposición inferiores a 95 dB_A ; y el seguimiento de la vigilancia médica se realice cada 5 años para trabajadores expuestos a niveles de ruido entre 80 y 82 dB_A aplicable al caso del puesto de trabajo obrero.
- Los programas de conservación auditiva deberán incluir estrategias educativas y de motivación para la aplicación de las medidas de control dirigidas al empleador y a los trabajadores.

5.3.2.2 Reducción del ruido en la fuente.

- Como medida de prevención se recomienda implementar controles sobre los equipos móviles empleados en el proceso, para lo cual se recomienda lo detallado en la Tabla 36.

Tabla 36.
Recomendaciones en fuentes de emisión de ruido

Equipo	Tarea específica de acción	Acción
Compresor KAESER M50	Aireación para tratamiento de sedimentos	Cambiar la posición del compresor de forma que el escape se dirija en sentido opuesto a la ubicación del trabajador.
Bomba de SELWOOD S 150 skimmer	Todo el proceso	Mantener el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.
Bomba de caudal SELWOOD PD 75		
Bomba de presión Hale		Considerar al momento de renovar los equipos la adquisición de máquinas de bajo ruido que dispongan de su etiqueta de declaración de ruido.
Compresor KAESER M50		

5.3.2.3 Reducción del ruido en el medio de propagación.

- Se recomienda mantener la ejecución de las actividades en un ambiente abierto conforme está diseñado actualmente, queda la posibilidad de incorporar cabinas de encerramiento o adaptación de materiales aislantes en los equipos móviles empleados.

5.3.2.4 Reducción del ruido en el receptor.

- Se recomienda disminuir el tiempo de exposición mediante la optimización del tiempo destinado a las tareas en el tratamiento de residuos oleosos, implementando pausas laborales y alternación de actividades, las actividades alternas deberán realizarse fuera del área de influencia del centro de tratamiento, ejemplo; actividades manuales de desbroce en otros frentes de trabajo del área de restauración ambiental.

5.3.2.4.a Equipos de protección individual.

Para la selección y adquisición de los equipos de protección auditiva se deberá considerar

- Condiciones ambientales y presencia de otros riesgos en el lugar de trabajo. El nivel de exposición a ruido del puesto de trabajo obrero es atenuado con el uso de protección auditiva tipo tapón reusable, sin embargo el principal aspecto que se debe considerar es la presencia de agentes químicos durante el proceso, lo que puede provocar contaminación del protector auditivo con sustancias extrañas durante su manipulación, y que podría generar irritación o abrasión en la piel e inflamación del oído (ISP, 2010); como medida de protección se recomienda un protector auditivo tipo copa con adaptador para casco de 21 dB de NRR, para evitar la manipulación directa del EPI.
- El efecto sobre la comunicación y audición. Es importante que el protector auditivo no otorgue una atenuación excesiva pues esto conllevaría a que el trabajador se retire el protector auditivo cuando necesite comunicarse, sienta incomodidad con el uso del mismo, o se camuflen sonidos importantes durante la ejecución de sus actividades (alarmas, equipos). Con el uso de un protector auditivo tipo copa con adaptador para casco de 21 dB de NRR, se tendría un nivel efectivo de exposición de entre 71,3 dB_A y 71,4 dB_A, cumpliéndose así con una calificación de atenuación sonora adecuada por estar el nivel efectivo de exposición entre 60 dB_A y 80 dB_A (ISP, 2010); con esta medida se tendría un nivel de exposición a ruido similar al del puesto de trabajo supervisor (Tabla 37)

Tabla 37.
Atenuación sonora conferida por protector recomendado

Puesto de Trabajo	Turno	Nivel de presión acústica equivalente diaria con ponderación A LAeq,d dBA	NRR de Protector auditivo recomendado	Nivel efectivo de exposición = LAeq,d - ((NRR-7)*0,75)	Criterio atenuación sonora
Supervisor	A	76,7	-	No requiere	No aplica
Obrero	A	81,8	21	71,3	Adecuada
Supervisor	B	74,1	-	No requiere	No aplica
Obrero	B	81,9	21	71,4	Adecuada

Fuente: Hoja técnica de protectores auditivos MOLDEX, 2015.

- Consideraciones técnicas de los EPI, los equipos de protección auditiva deben ser homologados considerando información de aprobaciones o certificaciones otorgadas por organismos acreditados para tal fin, como por ejemplo:
 - ANSI S3.19/74: Meter for measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation or earmuffs.
 - UNE-EN 458: Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento.
 - UNE-EN 352-1: Protectores auditivos. Orejeras.
 - UNE-EN 352-2: Protectores auditivos. Tapones.
 - UNE-EN 352-3: Protectores auditivos. Orejeras acopladas a un casco de protección para la industria.
 - UNE-EN 352-4: Protectores auditivos. Orejeras dependientes del nivel.
- Factores relacionados al usuario como:
 - Salud: considerar la condición de salud del trabajador, si padece de alguna enfermedad de oído o piel ésta podría ser agravada con el uso de protectores auditivos, como en el caso de padecer otitis, en el cual no es recomendable el uso de protectores auditivos tipo tapón.
 - Comodidad: a partir de una muestra de protectores que cumplan con las especificaciones técnicas, evaluar con la participación del usuario aquellos modelos y tallas que más se adapten a su morfología y sean más cómodos para los trabajadores; ya que la comodidad del protector auditivo influirá en su tiempo de uso y por ende en la eficacia en el control del riesgo.
- Compatibilidad de los protectores auditivos con otros EPI (Tabla 38)

Tabla 38.
Consideraciones de compatibilidad con otro EPI

EPI	Consideración
Elemento de protección ocular	Podrían interferir con el ajuste del protector auditivo, recomendable tipo copa de posición única o universal usada detrás de la nuca o bajo barbilla, o usos de tapones.
Casco de protección	Los protectores auditivos tipo copa acoplable al casco deben usarse con los modelos de casco que fueron certificados. También recomendable tipo copa de posición única o universal usada detrás de la nuca o bajo barbilla.
Equipo de protección respiratoria	Podrían interferir con el ajuste del protector auditivo o tapones unidos por arnés, se recomienda tapones sin arnés.

Fuente: IPS, 2010.

- Para que el protector sea eficaz se requiere de un adecuado uso y mantenimiento de los mismos, las instrucciones de uso y limitaciones se encuentran en los folletos informativos del fabricante que todo equipo de protección debe disponer.
- Se debe seguir las instrucciones de limpieza y mantenimiento señalados por el fabricante, así como realizar inspecciones que permitan verificar la integridad física de los protectores auditivos para detectar daños y reemplazar aquellos que presenten deterioro producto de golpes, caídas, envejecimiento o por mal uso; se debe reemplazar o reparar todas las partes afectadas en la medida que sea factible, para el reemplazo del equipo se debe garantizar las especificaciones técnicas del protector sustituido. Para la sustitución del protector auditivo se recomienda verificar periódicamente parámetros críticos como: simetría, ajuste, presión, entre otros.
- Para la sustitución de orejeras de los protectores auditivos tipo copa se sugiere verificar:

La fuerza del arnés comparándola con un ejemplar nuevo.

Si las almohadillas han perdido su forma original, se endurecieron o presentan otras anomalías.

Si hay presencia de suciedad no solucionables con la limpieza en el relleno de las copas o en alguna de sus partes.

Si se presenta incomodidad o efectos dañinos en el usuario como irritación de la piel; y su compatibilidad con otros EPI.

5.3.2.5 Información y formación.

- Se debe informar y capacitar a los trabajadores acerca de las medidas de control de ruido a implementar, efectos del ruido sobre la salud y uso correcto de protectores auditivos, pudiendo contemplarse temas como:

- Explicación básica de ruido ocupacional

- Efectos de la exposición al ruido sobre la audición

- Niveles sonoros alcanzados en las áreas de trabajo

- Explicación y ejemplificación de la influencia del tiempo de uso y correcto uso de protectores auditivos sobre la eficacia de protección

- Mantenimiento y limpieza de protectores auditivos

5.3.3 Recomendaciones generales.

- Se recomienda gestionar desde el área técnica de restauración ambiental el empoderamiento y ejecución de evaluaciones periódicas de riesgos a las actividades de restauración ambiental a nivel nacional por parte de las áreas de seguridad industrial y de salud ocupacional responsables empresarialmente de garantizar condiciones de trabajo sanas y seguras; enfatizando la particularidad del trabajo ejecutado por el personal de restauración ambiental y motivando el tratamiento de estos grupos de trabajo a nivel nacional para una evaluación acorde a sus actividades, que no se vea solapada o sobreentendida como parte de la evaluación

realizada a los grupos de colaboradores que laboran en las instalaciones operativas en actividades propias de transporte, refinación o comercialización cuyo propósito es diferente de las actividades de restauración ambiental.

- Realizar una evaluación de los factores de riesgo no contemplados en este estudio como los mecánicos, biológicos, ergonómicos y sicosociales; para complementar el presente trabajo y disponer de una evaluación y plan de gestión de todos los riesgos que necesiten ser contralados en el proceso.
- Considerando que dentro de los procesos operativos que ejecuta el Departamento de Restauración Ambiental se encuentran el 1) tratamiento de residuos oleosos, 2) eliminación de fuentes de contaminación y 3) remediación de suelos contaminados; se recomienda realizar una evaluación de los riesgos de las actividades ejecutadas dentro de los dos procesos aun no evaluados.

5.3.4 Cronograma y priorización.

- Se recomienda ejecutar el cronograma y priorización detallado en la Tabla 39 mismo que contiene las medidas de prevención y protección previstas y su temporización.

REFERENCIAS

- Bajo, J. (2007). Parte II Organización y marco jurídico: Gestión de la prevención. En Ruiz-Frutos, C. Delclós J. Ronda, E. García, A. & Benavides, F. (Eds.). *Salud laboral Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (pp. 129). Barcelona: Elsevier MASSON.
- Botta, N. (2010a). *Los Accidentes de trabajo. 1ª Edición.pag 7* Recuperado el 29 de marzo de 2014 de <http://bhhslaboral.com.ar/download/Biblioteca/Los%20Accidentes%20de%20Trabajo.pdf>.
- C148. (1977a). Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). Artículo 7.
- C148. (1977b). Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). Artículo 8.
- C148. (1977c). Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). Artículo 9.
- C148. (1977d). Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). Artículo 10.
- C148. (1977e). Convenio sobre el medio ambiente del trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). Artículo 13.
- Castejón, E. (2007). Parte III Evaluación de riesgos y vigilancia de la salud: Evaluación de riesgos. En Ruiz-Frutos, C. Delclós J. Ronda, E. García, A. & Benavides, F. (Eds.). *Salud laboral Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (pp. 213). Barcelona: Elsevier MASSON.
- Cavallé, N. & van der Haar, R. (2007). Parte III Evaluación de riesgos y vigilancia de la salud: Evaluación cualitativa del riesgo por exposición a agentes químicos: modelos de *control banding*. En Ruiz-Frutos, C. Delclós J. Ronda, E. García, A. & Benavides, F. (Eds.). *Salud laboral Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (pp. 236). Barcelona: Elsevier MASSON.
- Código del Trabajo. (2005a). Suplemento del Registro Oficial No. 167, Sumario Función Legislativa Codificación 2005-017, Codificación del Código del Trabajo. *Título IV: De los Riesgos del Trabajo. Artículo 347*. Ecuador
- Código del Trabajo. (2005b). Suplemento del Registro Oficial No. 167, Sumario Función Legislativa Codificación 2005-017, Codificación del Código del Trabajo. *Título IV: De los Riesgos del Trabajo. Capítulo V: De la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene, de los puestos de auxilio y de la disminución de la capacidad para el trabajo. Artículo 410*. Ecuador

- Constitución Política del Ecuador. (2008a). Título II: Derechos. Capítulo segundo: Derechos del buen vivir. Sección segunda: Ambiente sano. Artículo 14. Ecuador
- Constitución Política del Ecuador. (2008b). Título VI: Régimen de Desarrollo. Capítulo sexto: Trabajo y Producción. Sección tercera: Formas de trabajo y su retribución. Artículo 326, numeral 5. Ecuador
- Constitución Política del Ecuador. (2008c). Título VI: Régimen de Desarrollo. Capítulo sexto: Trabajo y Producción. Sección tercera: Formas de trabajo y su retribución. Artículo 332. Ecuador
- Constitución Política del Ecuador. (2008d). Título VII: Régimen del Buen vivir. Capítulo primero: Inclusión y equidad. Sección segunda: Salud. Artículo 363, numeral 1. Ecuador
- Cortés, J. (2012a). Seguridad e higiene del trabajo: técnicas de prevención de riesgos laborales. *Capítulo 22: Introducción a la Higiene del Trabajo. Concepto, Funciones y Terminología.* (pp. 390-392). 10ª edición. Sevilla: Editorial Tébar Flores, S. L.
- Decisión 584. (2004a). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo I: Disposiciones Generales. Artículo 1.
- Decisión 584. (2004b). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo III: Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo – Obligaciones de los Empleadores. Artículo 11.
- Decisión 584. (2004c). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo IV: De los Derechos y Obligaciones de los Trabajadores. Artículo 23.
- Decisión 584. (2004d). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo II: Política de Prevención de Riesgos Laborales. Artículo 4.
- Decisión 584. (2004e). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo V: De los Trabajadores Objeto de Protección Especial. Artículo 26.
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986a). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Título I: Disposiciones Generales. Artículo 1. Ecuador
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986b). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Título II: Condiciones Generales de los Centros de Trabajo. Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por factores físico, químicos y biológicos. Artículo 53. Ecuador
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986c). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Título II: Condiciones Generales de los Centros de Trabajo. Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por factores físico, químicos y biológicos. Artículo 55. Ecuador

- Decreto Ejecutivo 2393. (1986d). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Título II: Condiciones Generales de los Centros de Trabajo. Capítulo V: Medio ambiente y riesgos laborales por factores físico, químicos y biológicos. Artículo 65. Ecuador
- EP PETROECUADOR. (2014a). Hoja de seguridad de materiales peligrosos Gasolina Súper. Esmeraldas: Ecuador.
- EP PETROECUADOR. (2014b). Hoja de seguridad de materiales peligrosos Gasolina Extra. Esmeraldas: Ecuador.
- EP PETROECUADOR. (2014c). Hoja de seguridad de materiales peligrosos Diésel Premium. Esmeraldas: Ecuador.
- EP PETROECUADOR. (2014d). Hoja de seguridad de materiales peligrosos Diésel 2. Esmeraldas: Ecuador.
- EP PETROECUADOR. (2014e). Empresa. Misión. Recuperado el 17 de diciembre de 2014 de <http://www.eppetroEcuador.ec/Empresa/Mision/index.htm>
- EP PETROECUADOR. (2014f). Empresa. Visión. Recuperado el 17 de diciembre de 2014 de <http://www.eppetroEcuador.ec/Empresa/Vision/index.htm>
- EP PETROECUADOR. (2014g). Política de Seguridad, Salud y Ambiente. Recuperado el 14 de diciembre de 2014 de <http://spq-aplupk.eppetroEcuador.ec/publicaciones/Normativa/Pol%C3%ADticas%20Empresariales/playerpackage/data/toc.html>
- EP PETROECUADOR. (2014h). Empresa. Organigrama. Recuperado el 14 de diciembre de 2014 de <http://www.eppetroecuador.ec/Empresa/Organigrama/index.htm>
- García A. & García A. M. (2007). Parte IV Intervenciones preventivas: Agentes físicos. En Ruiz-Frutos. C. Delclós J. Ronda. E. García. A. & Benavides. F. (Eds.). *Salud laboral Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (pp. 313-327). Barcelona: Elsevier MASSON.
- Guardino X. & Guasch J. (2007). Parte IV Intervenciones preventivas: Agentes químicos. En Ruiz-Frutos. C. Delclós J. Ronda. E. García. A. & Benavides. F. (Eds.). *Salud laboral Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales* (pp. 293-311). Barcelona: Elsevier MASSON.
- Instituto de Salud Pública de Chile - ISP (2010). *Guía Técnica: Guía para la selección y control de protectores auditivos*. Recuperado el 19 de febrero de 2015 de http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/01/Guia_Seleccion_EPA.pdf.
- Instituto de Seguridad y Salud USFQ (2015). *Informe medición y evaluación de riesgos*. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2014a). *Evaluación de Riesgos Laborales. 2da Edición*. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2014b). Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenceno) en aire - Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_030_A92.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2013). Fichas de divulgación normativa. Ruido emitido por las máquinas. Recuperado el 20 de febrero de 2015 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/Ficheros/FDN_9.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2001). Guía Técnica 374 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_A_Q.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2006a). Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE no. 60 11-03-2006. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2006/PDFs/realdecreto2862006de10demarzsobrelaprotecciondelasal.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2006b) Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2006/PDFs/realdecreto2862006de10demarzsobrelaprotecciondelasal.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2014c). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2014*. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de <http://www.insht.es/catalogopublicaciones/>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (2010a). *Fichas técnicas*. Ficheros Internacionales de Seguridad Química. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1101a1200/nspn1191.pdf>

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT (1994). *Fichas técnicas*. Ficheros Internacionales de Seguridad Química. Recuperado el 24 de noviembre de 2014 de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0408.pdf>
- Ley de Seguridad Social. (2001). Registro Oficial No. 465-S. Título VII: Del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Capítulo Único: Normas Generales. Artículo 155. Ecuador
- MOLDEX. (2015). Hoja técnica de protectores auditivos. Recuperado el 17 de febrero de 2015 de <http://www.moldex.com/pdf/datasheets/sparkplugs.pdf>.
- National Institute for Occupational Safety and Health. - NIOSH (1998). *Criteria for a Recommended Standard Occupational Noise Exposure*. Cincinnati, Ohio. Pag. 64. Recuperado el 18 de febrero de 2015 de <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf>
- Norma Europea UNE-EN 689. (1995). Atmósfera en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición.
- Organización Mundial de la Salud. (1948). Conferencia Sanitaria Internacional. *Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Nueva York.
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215 (2001a). Registro Oficial No. 265 / 13 de Febrero de 2001. *Anexo 6: Glosario*. Ecuador
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas Decreto Ejecutivo 1215 (2001b). Registro Oficial No. 265 / 13 de Febrero de 2001. *Artículo 59.a.4*. Ecuador
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas Decreto Ejecutivo 1215 (2001c). Registro Oficial No. 265 / 13 de Febrero de 2001. *Artículo 59.a.3 y a.5*. Ecuador
- Resolución 957. (2005). Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Artículo 5.
- Resolución C.D. No. 333. (2010). Reglamento para el Sistema de Auditoria de Riesgos del Trabajo – “SART”. Capítulo II: De la Auditoria de Riesgos del Trabajo. Artículo 9. Ecuador
- Resolución C.D. No. 390. (2011b). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Capítulo I: Generalidades sobre el Seguro de Riesgos del Trabajo. Artículo 12. Ecuador
- Resolución C.D. No. 390. (2011c) Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Capítulo VI: Prevención de Riesgos del Trabajo. Artículo 50. Ecuador

Resolución No. C.D. 390. (2011a). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Artículo 3. Ecuador

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades (2013). *Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*.(1ra ed.) Quito, Ecuador.

ANEXOS