



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS Y TÉRMICOS DE LOS
OBREROS DE LA INDUSTRIA PETROLERA ECUATORIANA**

AUTOR

Rodríguez Fiallos José Vinicio

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE
INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en
**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE RIESGOS MENCIÓN EN
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

TUTORA

PhD. Herrera Franco Gricelda.

La Libertad, Ecuador

Año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**PhD. Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA (E) DEL
PROGRAMA**

**PhD. Gricelda Herrera Franco
TUTORA**

**PhD. Gerardo Herrera Brunett
DOCENTE ESPECIALISTA**

**PhD. Rolando Calero Mendoza
DOCENTE ESPECIALISTA**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por JOSÉ VINICIO RODRÍGUEZ FIALLOS, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en GESTIÓN DE RIESGOS MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

TUTORA

Ing. Herrera Franco Gricelda, PhD

30 días del mes de septiembre del año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, José Vinicio Rodríguez Fiallos

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Evaluación de los riesgos ergonómicos y térmicos de los obreros de la industria petrolera ecuatoriana previo a la obtención del título en Magíster en Gestión de Riesgos mención en Prevención de Riesgos Laborales, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 30 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR

José Vinicio Rodríguez Fiallos



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Evaluación de los riesgos ergonómicos y térmicos de los obreros de la industria petrolera ecuatoriana presentado por el estudiante, José Vinicio Rodríguez Fiallos fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 2%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 INFORME DE ANÁLISIS
magister

1. Informe de Investigación_Jose Rodriguez F.

2%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas

6% Idiomas no reconocidos (ignorado)

< 1% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: 1. Informe de Investigación_Jose Rodriguez F..docx
ID del documento: 85558f171e49506a1f9bf84f35472f6e0514fa45
Tamaño del documento original: 1,71 MB

Depositante: GRICELDA AMERICA HERRERA FRANCO
Fecha de depósito: 18/11/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/11/2025

Número de palabras: 13.629
Número de caracteres: 93.327

TUTORA

Ing. Gricelda Herrera Franco, PhD.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, José Vinicio Rodríguez Fiallos

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

La Libertad, a los 30 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR

José Vinicio Rodríguez Fiallos

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios y a mi familia, por el apoyo incondicional durante todo este proceso. Su confianza y ánimo fueron mi motivación para alcanzar esta meta.

Extiendo también mi agradecimiento a los docentes del programa, por su guía y aportar con sus conocimientos a mi formación profesional.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo conjunto de quienes me acompañaron en el camino, tanto a nivel familiar como académico.

José Vinicio, Rodríguez Fiallos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la memoria de mi madre María Fiallos, cuya presencia sigue viva en mi corazón. Su amor, enseñanzas y ejemplo de fortaleza continúan siendo una guía en cada paso de mi vida.

Este logro es también suyo.

José Vinicio, Rodríguez Fiallos

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Revisión de literatura.....	6
1.1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Riesgos Laborales en la Industria Petrolera a Nivel Mundial	8
1.3. Riesgos Laborales en la Industria Petrolera en Ecuador	8
1.4. Riesgos en la Industria Petrolera.....	9
1.4.1. Riesgo Ergonómico: Carga Física.....	9
1.4.2. Riesgos Térmico: Estrés por Calor.....	9
1.5. Actividades Operativas en la Industria Petrolera Ecuatoriana	10
1.5.1. Instalación de tubería de gas	10

1.6.	Ergonomía: Método REBA.....	15
1.7.	Estrés Térmico: Método WBGT.....	16
1.8.	Marco Legal y Normativo.....	17
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA		19
2.1.	Contexto de la investigación	19
2.2.	Diseño y alcance de la investigación	20
2.2.1.	Diseño de la Investigación	20
2.2.2.	Alcance de la Investigación	21
2.3.	Tipo y métodos de investigación	21
2.4.	Población y muestra.....	21
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
2.6.	Desarrollo de la evaluación: Autenticidad y Fiabilidad de las herramientas y métodos aplicadas para la obtención de la información.....	23
2.6.1.	Encuestas	23
2.6.2.	Método WBGT.....	23
2.6.3.	Método REBA	26
2.6.3.	Método FODA	31
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		33
3.1.	Evaluación del Método WBGT.....	33
3.2.	Evaluación del Método REBA	35
3.3.	Evaluación de Condiciones Laborales mediante encuestas.....	39
3.4.	Lineamientos para las medidas preventivas y de seguridad en la industria petrolera	41
3.5.	Discusión	43
CONCLUSIONES		45
RECOMENDACIONES.....		46
REFERENCIAS		47
ANEXOS		53
	Anexo 1: Encuesta.....	53
	Anexo 2. Lugar del Caso de Investigación	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Referencia de WBGT	25
Tabla 2. Clasificación de la Puntuación REBA	31
Tabla 3. Condiciones Ambientales en el Lugar de Trabajo.....	33
Tabla 4. Valoración Ergonómica de Posturas y Carga en Actividades de Instalación de Tubería de Gas (Grupos A).....	37
Tabla 5. Valoración Ergonómica de Posturas y Agarre en Actividades de Instalación de Tubería de Gas (Grupos B).....	38
Tabla 6. Nivel de Riesgo por el método REBA.....	39
Tabla 7. Matriz FODA en actividades de la industria petrolera	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte de Tubería: Posturas Ergonómicas	11
Figura 2. Posturas en Soldadura	12
Figura 3. Posturas Encorvadas en el Esmerilado.....	13
Figura 4. Posturas en la Colocación de Marco H	14
Figura 5. Posturas en Aplicación de Pintura.....	15
Figura 6. Ubicación del Caso de Estudio.....	19
Figura 7. Esquema metodológico REBA – GRUPO A	28
Figura 8. Esquema metodológico REBA – GRUPO B	29
Figura 9. Esquema metodológico final del método REBA	30
Figura 10. Comparación de WBGT por la Mañana y Tarde	35
Figura 11. Posturas Adoptadas por el Soldador.....	35
Figura 12. Posturas Adoptadas por el Ayudante	36
Figura 13. Porcentaje de encuestados sobre ergonomía	40
Figura 14. Porcentaje de encuestados sobre estrés térmico	40
Figura 15. Porcentaje de encuestados sobre descansos	41

RESUMEN

La industria petrolera abarca diferentes peligros ocupacionales y operativos como los riesgos térmicos y ergonómicos, que afectan la salud física y mental en los trabajadores. Este estudio tiene como objetivo evaluar los riesgos térmicos y ergonómicos en los obreros durante la instalación de tuberías de gas en la industria petrolera ecuatoriana mediante los métodos Wet Bulb Globe Temperature (WBGT, acrónimo en inglés), y Rapid Entire Body Assessment (REBA, acrónimo en inglés) para la consideración de mejoras en las condiciones de trabajo. La metodología se desarrolló en tres fases: identificación del caso, evaluación de riesgos térmicos y ergonómicos, aplicación de medidas preventivas para el entorno laboral. Se detectó un alto riesgo térmico en la jornada matutina por la intensa radiación solar, mientras que en la tarde el riesgo fue mínimo. El método REBA, mostró riesgos ergonómicos importantes en soldadura, por posturas forzadas, y en montaje de tuberías, debido a movimientos repetitivos. Se proponen estrategias de descansos regulares, mejorar el entorno laboral y fortalecimiento de la salud ocupacional en el trabajo.

Palabras claves: *Riesgo Ergonómico, Industria Petrolera, Riesgo térmico*

ABSTRACT

The oil industry encompasses various occupational and operational hazards such as thermal and ergonomic risks, which affect the physical and mental health of workers. This study aims to evaluate thermal and ergonomic risks among workers during the installation of gas pipelines in the Ecuadorian oil industry using the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) method and the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method for the consideration of improvements in working conditions. The methodology was developed in three phases: identification of the case, assessment of thermal and ergonomic risks, and implementation of preventive measures for the work environment. A high thermal risk was detected in the morning shift due to intense solar radiation, while in the afternoon the risk was minimal. The REBA method showed significant ergonomic risks in welding, due to forced postures, and in pipeline assembly, due to repetitive movements. Strategies are proposed such as regular breaks, improving the work environment, and strengthening occupational health in the workplace.

Keywords: *Ergonomic Risk, Oil industry, Thermal Risk*

INTRODUCCIÓN

La industria petrolera se desarrolla en entornos de alto riesgo debido a la naturaleza extrema de sus operaciones, lo que incrementa significativamente la probabilidad de accidentes si no se implementan medidas de control efectivas. Por ello, la seguridad industrial y la gestión de riesgos son fundamentales para proteger a los trabajadores en las actividades petroleras. Las acciones preventivas a implementar, así como la aplicación rigurosa de los protocolos de seguridad, son parte esencial de esta administración de riesgos, ya que permiten disminuir el número de incidentes en el trabajo y generan unas condiciones en las que los trabajadores pueden desempeñarse adecuadamente, las cuales a su vez, implican un avance sostenible en el ámbito industrial (Keerthi Narayanan et al., 2023).

Los datos provenientes del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) evidencian una tendencia alarmante en lo que se refiere a la mortalidad: el año 2018 concluyó con 167 muertes vinculadas a accidentes de trabajo y fue en el 2023 que se reportaron 20.597 casos de todas las enfermedades laborales, donde se percibe un incremento importante en lo que respecta a la exposición y manifestación de los peligros, que repercuten gravemente en la salud del trabajo (IESS, 2023). Geográficamente y sectorialmente, el riesgo está concentrado en:

- Regiones de Mayor Riesgo: El 73% de los accidentes se localiza en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí y Pichincha (Gómez García & Gómez García, 2021)
- Sectores Líderes en Accidentes: El sector manufacturero concentra el mayor número de incidentes (26,15% del total), siendo las principales causas las caídas y los movimientos repetitivos. De hecho, las industrias manufactureras son responsables directas del 23,74% de los accidentes nacionales. El sector de la construcción se mantiene como el segundo más importante (17,47%) siendo la accidentalidad dominada por las caídas y el contacto eléctrico.

En el país, la mayor preocupación en relación con la seguridad y la salud ocupacional reside en los riesgos de tipo ergonómico, que suponen el 90% de los factores de riesgo potencial que se pueden encontrar en el entorno laboral, los cuales están

directamente relacionados con la alta incidencia de dolores de tipo musculoesquelético, que afectan sobre todo a las extremidades superiores, que suponen un 35% de las lesiones corporales registradas.

Otros riesgos significativos incluyen:

- Riesgos Psicosociales: El estrés laboral se destaca como un problema crítico, llegando a impactar al 89% de los trabajadores en compañías específicas del sector petrolero (D'Antoine et al., 2023)
- Riesgos Biológicos: La exposición a patógenos como virus, bacterias y parásitos en el lugar de trabajo es responsable del 60% de los incidentes
- Riesgos Físicos: Agentes como el ruido, las vibraciones, las radiaciones y las altas temperaturas son los más comunes dentro de esta categoría, sumando el 40% de los casos (OIT, 2024).

Según estudios, los problemas más comunes incluyen un diseño inadecuado del lugar de trabajo, desajustes entre las demandas laborales y las capacidades de los trabajadores, un entorno adverso, un sistema hombre-máquina deficiente y programas de gestión ineficaces. Las restricciones en el diseño y estructura de las labores, cuando no cumplen con principios ergonómicos apropiados, suelen generar cargas físicas y tensiones emocionales que impactan de manera adversa en la eficacia operacional y en la calidad del rendimiento en el trabajo (Edmund et al., 2023). Asimismo, un porcentaje significativo de los trabajadores que trabajan en la industria petrolera, particularmente en áreas marcadas por climas cálidos y áridos, están constantemente expuestos a condiciones de estrés térmico, lo que aumenta su susceptibilidad a peligros en el trabajo. (Hamed et al., 2024).

En estas circunstancias, los trabajos vinculados a la edificación de contrapozos se llevan a cabo en ambientes especialmente exigentes, donde la mezcla de demandas físicas, ambientales y operativas puede poner en riesgo tanto la salud como la protección de los empleados. Los trabajadores están expuestos a temperaturas muy altas pero lo que más quita energía es la deshidratación. Además, cada empleo obliga al trabajador a adoptar posturas incómodas que más tarde moverán cuándo se repiten una infinita cantidad de veces.

La suma de esos riesgos no sólo pone en peligro la integridad física de los trabajadores, sino que también puede complejizar el desempeño y poner en riesgo la seguridad de las operaciones. Por eso se torna esencial evaluar y controlar esos riesgos.

Esta investigación presenta el objetivo de evaluar los riesgos térmicos mediante el método Wet Bulb Globe Temperature (WBGT, acrónimo en inglés), y los riesgos ergonómicos mediante el método Rapid Entire Body Assessment, (REBA, acrónimo en inglés), de los trabajadores de la industria petrolera ecuatoriana para proponer medidas preventivas y de seguridad.

Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)

Uno de los campos petroleros ubicados en la provincia de Santa Elena se encuentra en la parroquia San José de Ancón, una zona con amplia tradición en la actividad hidrocarburífera del país. En este campo se desarrollan diversas labores operativas, entre ellas la extracción de crudo, el mantenimiento e instalación de tuberías de gas y la supervisión de equipos y maquinarias, tareas que demandan esfuerzo físico constante y exposición prolongada a condiciones ambientales adversas.

El estrés térmico se determina como un síntoma que recae en el trabajador por la carga de calor que recibe dentro del trabajo como el riesgo psicológico y físico. Por lo tanto, los parámetros evaluados son la temperatura y la humedad, los cuales son esenciales para estimar las condiciones térmicas en el lugar de trabajo mediante el Índice WBGT. Por otro lado, los riesgos ergonómicos incluyen posturas inadecuadas, esfuerzos físicos y movimientos repetitivos, que pueden provocar trastornos musculoesqueléticos (Hulshof et al., 2019, 2021). La identificación de estos riesgos, utilizando el método REBA, ayuda a prevenir lesiones ocupacionales.

El caso de estudio de esta investigación se enfoca en la evaluación del riesgo térmico y ergonómicos, donde los operarios realizan sus actividades exponiéndose a temperaturas extremas que pueden superar los 28°C en una zona árida, con niveles elevados de humedad y las extensas jornadas laborales que superan las 8 horas, generan un entorno de gran exigencia física y fisiológica para los trabajadores del sector petrolero.

Formulación del problema de investigación

¿Cuáles son las incidencias de la exposición al riesgo térmico y ergonómico en el rendimiento laboral de los obreros que trabajan en el sector petrolero de Ecuador?

Objetivo General:

- Evaluar los riesgos térmicos y ergonómicos en los trabajadores en la instalación de tuberías de gas en la industria petrolera ecuatoriana utilizando los métodos WBGT y REBA a fin de plantear mejoras en sus condiciones de trabajo.

Objetivos Específicos:

- Identificar los riesgos térmicos de los trabajadores en la instalación de tuberías de gas con el método WBGT, determinada para la severidad en salud y en el trabajo.
- Estudiar los riesgos ergonómicos de sus trabajadores en la instalación de tuberías de gas a partir del método REBA, para las consideraciones de las posturas y movimientos que puedan ocasionar lesiones.
- Realizar un análisis FODA de los riesgos térmicos y ergonómicos, a partir de la información recogida en encuestas, para la orientación de las estrategias de prevención y optimización del trabajo.
- Formular recomendaciones que se basen en los resultados de WBGT y REBA, para la optimización de las condiciones de trabajo y para la prevención de los riesgos.

Planteamiento hipotético

La permanencia de los trabajadores en entornos con elevadas temperaturas, junto con la ejecución de labores que implican posturas exigentes y movimientos repetitivos durante la instalación de tubería de gas, es mucho más probable que los obreros petroleros ecuatorianos sufran problemas de salud por el calor y malas posturas.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Revisión de literatura

1.1.1. Antecedentes

Estudios previos han demostrado la importancia de evaluar los riesgos térmicos y ergonómicos. Por ejemplo, el artículo de (Okobo et al., 2025), titulado “El impacto de los riesgos laborales y la salud y seguridad de los empleados en la productividad del sector petrolero y gas.”, analiza de qué manera los riesgos presentes en el lugar de trabajo y el estado de salud y seguridad de los empleados afectan la productividad en una empresa del sector petrolero. A través de un cuestionario aplicado a 245 trabajadores, se identificaron los peligros más comunes, como explosiones, incendios, estrés laboral, caídas, riesgos ergonómicos y eléctricos. Estas condiciones de riesgo generan consecuencias directas en la salud física y mental de los empleados, incluyendo lesiones, enfermedades crónicas, ansiedad y disminución de la satisfacción laboral, lo que repercute en su rendimiento.

En el artículo de (Ioannou et al., 2022), llamada “Estrés térmico laboral en trabajadores al aire libre: revisión integral y meta-análisis”, analiza cómo el estrés por calor afecta a trabajadores al aire libre. El estudio indica que la temperatura excesiva incrementa la temperatura del cuerpo y de la piel, junto con la velocidad de los latidos del corazón, mientras que interfería de modo considerable en la aptitud para el ejercicio, que, en consecuencia, disminuye el rendimiento. Los doctores advierten de que la edad y la condición física tienen una relación directa con una elevada tensión térmica, además de señalar que, de no tomarse las medidas adecuadas, el cambio climático podría aumentar estos impactos y el estrés térmico de los trabajadores, así como un deterioro de la eficiencia laboral para el año 2030.

Por otro lado, en el artículo (Khan et al., 2025) denominado “Incremento del estrés por calor y disminución de la productividad de trabajadores al aire libre en la Península Arábiga”, se evalúa cinco décadas de datos climáticos (1974-2023) en la Península Arábiga para determinar cómo el aumento del calor afecta la productividad laboral al aire libre, usando indicadores como la temperatura de bulbo húmedo global

(WBGT). Se observa que las zonas urbanas y costeras presentan los niveles más altos de estrés térmico y los impactos son mayores durante las horas de calor extremo y se ven exacerbados por la alta humedad, mientras que el viento ofrece cierto alivio.

El estudio hecho por (Gao et al., 2025), llamado “ Revisión sistemático de métodos para identificar riesgos ergonómicos asociados a trastornos musculoesqueléticos”, consiste en una evaluación de los distintos métodos usados para determinar los riesgos ergonómicos relacionados con trastornos musculoesqueléticos, incluyendo herramientas como encuestas, observaciones y mediciones directas. Su propósito es identificar factores de riesgo, tales como posturas incómodas, movimientos repetitivos y esfuerzos físicos para así ayudar en la mejora de la seguridad y salud ocupacional.

Asimismo, con su artículo (Kodle et al., 2022) denominado “Problemas musculoesqueléticos vinculados al trabajo y medidas ergonómicas en la industria del mármol”, analiza cómo los trabajadores de las industrias de mármol presentan trastornos musculoesqueléticos vinculados a su labor, además señalan que estos problemas no solo ocasionan dolor y malestar, sino que también aumentan el ausentismo laboral y pueden llevar a jubilaciones prematuras. Usar el método REBA y RULA son vitales para saber cómo es el trabajo y buscar estrategias para evitar el esfuerzo físico de los empleados.

El estudio de (Seo et al., 2024), llamado “Análisis del estrés por calor en individuos expuestos a condiciones extremas”, muestra un sistema que usa modelos automatizados para predecir la fatiga térmica en entornos de calor extremo. Para este sistema, los autores incluyeron condiciones ambientales y de cada trabajador, además del tiempo de exposición al calor, logrando un alto nivel de precisión en los resultados. Entre las conclusiones, se destaca que el tiempo acumulado de trabajo fue la variable con mayor influencia en el modelo, lo que subraya la importancia de considerar no solo las condiciones del ambiente, sino también la duración de la labor.

1.2. Riesgos Laborales en la Industria Petrolera a Nivel Mundial

A medida que la industrialización continúa expandiéndose a nivel global, también se incrementan los riesgos asociados a la seguridad y la salud ocupacional. Identificar y comprender estos riesgos resulta esencial para implementar medidas efectivas de prevención y control que salvaguarden la integridad y el bienestar de los trabajadores. En este sentido, las organizaciones deben reconocer que su capital humano constituye su recurso más valioso, por lo que la gestión empresarial debe situar la salud y la seguridad del personal como una prioridad estratégica. En el ámbito industrial, y de manera particular en el sector del petróleo y el gas, las operaciones se enfrentan a múltiples amenazas de esta naturaleza. (Alahjil et al., 2025).

Los riesgos laborales se agrupan, de manera general, en tres categorías principales: físicos, químicos y ergonómicos, cada una de las cuales puede originar accidentes, enfermedades o afecciones relacionadas con el trabajo. La industria del petróleo y el gas se ha visto afectada por diversos grados de problemas relacionados con la seguridad y salud en el trabajo (SST). Tanto en instalaciones terrestres como en plataformas marinas, las condiciones de trabajo en esta industria implican la manipulación de sustancias peligrosas y el uso de equipos de alta complejidad, lo que eleva el nivel de riesgo inherente a las operaciones (Abor et al., 2023).

1.3. Riesgos Laborales en la Industria Petrolera en Ecuador

En Ecuador, la gestión de los riesgos del trabajo en el sector petrolero ha experimentado un cambio significativo, usando normativas internacionales de seguridad industrial y salud ocupacional para hacer más segura la industria nacional. Las empresas implementan programas de monitoreo, inspección y mantenimiento de equipos y entornos de trabajo, como tanques de almacenamiento, sistemas de transporte de crudo, producción, con el objetivo de evitar fugas, explosiones o contaminaciones que pueden causar daño al trabajador. Sin embargo, la exigencia del proceso exige una supervisión constante y la aplicación rigurosa de protocolos que aseguren la integridad de las instalaciones y del personal operativo (Morcillo-Ramírez et al., 2024).

La industria petrolera se caracteriza por tener un grado mayor de exposición a riesgos físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales, debido a sus diferentes procesos y al entorno operativo en el que se desarrollan las actividades del personal. Los trabajadores se enfrentan diariamente a condiciones exigentes que incluyen temperaturas extremas, manipulación de sustancias inflamables, ruidos intensos, posturas forzadas y largas jornadas de trabajo. La combinación de estos riesgos hace que la prevención de riesgos sea una prioridad fundamental para garantizar la seguridad y la salud del trabajador, así como el desarrollo de las operaciones (Espinoza Banda, 2022).

1.4. Riesgos en la Industria Petrolera

1.4.1. Riesgo Ergonómico: Carga Física

La palabra ergonomía proviene del griego: Ergon significa “trabajo” y Nomos significa “ley”. Los riesgos ergonómicos aparecen durante la interacción del trabajador con su puesto de trabajo, principalmente cuando las tareas implican movimientos repetitivos, posturas forzadas que pueden generar lesiones a corto o largo plazo (Hulshof et al., 2021).

La carga física de trabajo se refiere al esfuerzo y actividad física que un trabajador realiza durante su jornada, puede ser estática o dinámica. Una carga excesiva puede reducir el rendimiento y generar fatiga, convirtiéndose en un factor de riesgo ergonómico cuando no se gestiona adecuadamente (Pamungkas et al., 2022).

1.4.2. Riesgos Térmico: Estrés por Calor

El riesgo térmico puede presentarse tanto por exposición a calor como a frío. Por ende, la carga térmica que recibe el trabajador es por la combinación de las condiciones ambientales, el esfuerzo físico realizado y las características de la vestimenta utilizada durante la actividad laboral (Roque, Ibis Ávila, 2021).

El estrés térmico ocurre cuando el calor producido por el cuerpo no se logra transferir al entorno, provocando un aumento de la temperatura corporal, disminución del desempeño físico y, en situaciones extremas, daños importantes a la salud. Los efectos del calor permiten reconocer de manera temprana los signos de alerta y aplicar medidas de protección para los trabajadores.

1.5. Actividades Operativas en la Industria Petrolera Ecuatoriana

La exploración de petróleo en Ecuador tiene lugar en espacios de diversa naturaleza; la selva amazónica y ciertas zonas del litoral lo son. En la Amazonía el grupo de trabajo debe acostumbrarse a un entorno de temperaturas elevadas, de humedad elevada, la existencia constante de fauna silvestre, lo que conlleva una adaptación estratégica continua y muy estricta. Trabajar en la costa es distinto. Se desenvuelven en un clima cálido, de exposición directa y prolongada a la luz del sol, además de la influencia de los ecosistemas marinos, factores que están relacionados directamente con las exigencias físicas y ambientales a las que se enfrentan los trabajadores.

Estas variaciones ambientales influyen directamente en la naturaleza de las tareas que se asignan a los trabajadores y en la intensidad de la carga laboral, la cual suele ser elevada debido a jornadas extensas. Además, la industria petrolera requiere que los trabajadores se adapten a protocolos de seguridad estrictos en el desempeño de sus actividades.

1.5.1. Instalación de tubería de gas

Dentro de las operaciones petroleras, la instalación de tubería de gas constituye una labor que demanda considerable esfuerzo físico por parte del personal, ya que implica la ejecución continua de movimientos repetitivos y posturas exigentes en cada fase del proceso constructivo. Entre las fases tenemos:

Corte De Tubería: La preparación de tuberías para una instalación de gas implica medir y seccionar con precisión tramos de cobre, acero o polietileno, con el fin de conformar el recorrido exacto del sistema (Yin et al., 2022). Cada corte debe realizarse con una limpieza y exactitud impecables para asegurar un sellado perfecto en las uniones y conexiones, evitando fugas y garantizando la seguridad y eficiencia de la instalación.

Durante este proceso, los trabajadores suelen adoptar posturas forzadas o repetitivas, especialmente al manipular tuberías de gran tamaño o peso, lo que puede generar fatiga muscular y aumentar el riesgo de lesiones ergonómicas. Asimismo, las condiciones ambientales en las que se desarrollan estas labores con frecuencia en espacios reducidos, al aire libre o bajo exposición directa al sol pueden provocar estrés

térmico, afectando tanto el confort como el rendimiento físico y cognitivo del operario (Figura 1).



Figura 1. Corte de Tubería: Posturas Ergonómicas

Fuente: Elaboración Propia

Soldadura: Consiste en unir dos o más tramos de material para formar una conexión completamente hermética, resistente y segura, que permita el paso del gas a presión sin riesgo de fugas (Hadzihafizovic, 2025). Durante esta labor, los trabajadores suelen adoptar posturas físicas exigentes como inclinarse, arrodillarse o mantener posiciones estáticas prolongadas que pueden generar fatiga muscular, molestias lumbares o sobrecarga articular.

A esto se suma la exposición a condiciones térmicas intensas, ya que la soldadura genera altas temperaturas y, en muchos casos, se realiza en entornos calurosos o con ventilación limitada. Estas circunstancias incrementan el riesgo de estrés térmico, lo que puede afectar el rendimiento, la concentración y la salud del soldador (Figura 2).



Figura 2. Posturas en Soldadura

Fuente: Elaboración Propia

Esmerilado: El pulido tiene como propósito mejorar la superficie de una pieza que ya ha pasado por un proceso de fabricación previo, como la soldadura o la eliminación de piezas de fundición, dejándola más uniforme y lista para su uso o ensamblaje (Neganov & Zorin, 2020). Durante esta tarea, los trabajadores suelen mantener encorvadas o estirar los brazos por largos periodos, lo que puede causar cansancio muscular, dolores de espalda y tensión en articulaciones. Además, el trabajo a menudo se realiza en ambientes calurosos, lo que aumenta el riesgo de estrés térmico y puede afectar la concentración y la productividad (Figura 3).



Figura 3. Posturas Encorvadas en el Esmerilado

Fuente: Elaboración Propia

Montaje De Tubería En Marcos H: El término “marcos H” en las instalaciones de gas hace referencia a un diseño específico que permite que las tuberías crucen de manera segura sobre otros servicios, como agua, electricidad o drenajes (Barrera et al., 2025). Durante la instalación de estas estructuras, los trabajadores suelen adoptar posturas exigentes, como levantar cargas pesadas, trabajar en alturas, lo que aumenta el riesgo de lesiones. A esto se suma la exposición al calor, especialmente cuando la obra se realiza al aire libre o en condiciones de alta radiación solar (Figura 4).



Figura 4. Posturas en la Colocación de Marco H

Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Pintura: Las pinturas aplicadas en las tuberías de gas funcionan como recubrimientos protectores que evitan el desgaste y facilitan la identificación del contenido de la tubería (Yoo & Cho, 2022). Para ello se emplean pinturas especiales, como el esmalte epoxi, que protegen contra la corrosión y los efectos del clima. Mientras realizan esta tarea, los trabajadores a menudo se ven obligados a exponerse a radiaciones solares altas, lo que conlleva a la deshidratación y agotamiento (Figura 5).



Figura 5. Posturas en Aplicación de Pintura

Fuente: Elaboración Propia

1.6. Ergonomía: Método REBA

La ergonomía, mezcla ideas de anatomía, cómo funciona el cuerpo, ingeniería y la mente para hacer sitios de trabajo seguros, cómodos y buenos. Su objetivo es adaptar el trabajo a las características físicas, cognitivas y emocionales del trabajador, con el fin de mejorar su desempeño y reducir la probabilidad de lesiones o enfermedades ocupacionales. Esta especialidad aporta conocimientos referentes a la anatomía, la fisiología, la ingeniería y la psicología para el diseño de sistemas de trabajo que sean seguros, cómodos y eficaces.

El método REBA es muy importante a la hora de valorar la postura, porque permite identificar el riesgo ergonómico que provocan las lesiones musculoesqueléticas provocadas por los movimientos repetitivos, la manipulación de cargas o las posturas exigentes. Este método fue creado para el análisis de las labores, tanto para las dinámicas, como para las estáticas, características de la manipulación de aparatos y utensilios existentes en las distintas empresas industriales. Su aplicación minuciosa facilita la detección temprana de riesgos ergonómicos y orienta la implementación de medidas preventivas, como el rediseño de estaciones de trabajo o la rotación de tareas en el personal (Yalcin Kavus et al., 2023).

La utilización y aplicación del método REBA en el sector de la industria del petróleo ha significado un recorte sustantivo de la generación de accidentes y enfermedades laborales, en buena medida, la capacidad de aplicación depende de la correcta preparación profesional del trabajador que realiza las mediciones y de la disposición organizacional para implementar las mejoras surgidas de los accidentes encontrados en el entorno laboral. La ergonomía, más que una obligación legal, es una forma de entender y trabajar a partir de una inversión, una mejora en el bienestar de los trabajadores y de la producción, profundizando así la cultura preventiva y la operativa.

1.7. Estrés Térmico: Método WBGT

Entre las herramientas más utilizadas para evaluar las condiciones ambientales se encuentra el método WBGT. El índice WBGT permite medir el grado de estrés térmico al que está expuesto un trabajador mediante la combinación de condiciones ambientales como la temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar y la velocidad del aire. Este indicador es especialmente útil en entornos donde las altas temperaturas pueden comprometer la salud y el rendimiento físico (Niwa & Manabe, 2024).

En la realidad, el índice WBGT necesita mediciones precisas para identificar a los empleados que se enfrentan a condiciones térmicas demandantes. Por eso, si después de examinar los tiempos de exposición y reposo, y contrastar los índices, se determina que los resultados exceden los 25°C, es crucial efectuar un estudio más profundo de las condiciones laborales (nivel de esfuerzo físico) y de los factores de exposición térmica (regularidad de la exposición y protección térmica).

Por ende, el índice solo ayuda a detectar situaciones donde la exposición podría poner en riesgo la salud del empleado, lo que indica que el índice debe tomarse como una guía, ya que tomar decisiones basadas solo en estos datos podría llevar a errores al evaluar la carga laboral y al definir los tiempos de descanso.

1.8. Marco Legal y Normativo

La seguridad y la salud ocupacional en el entorno de trabajo constituyen principios claves para la excelente gestión en diferentes organizaciones industriales y operativas. Su adecuada aplicación garantiza la integridad física y psicológica de los trabajadores, preserva los bienes de la empresa y contribuye al cumplimiento de los objetivos estratégicos trazados. En las industrias más exigentes y demandantes, en especial el sector petrolero, estas normativas adquieren una relevancia clave debido a la presencia de riesgos presentes en las operaciones con sustancias inflamables, maquinaria pesada y entornos donde se trabaja en niveles altos de presión.

En el país de Ecuador, la legislación que respalda y protege la seguridad y la salud de los trabajadores se basa en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su correspondiente reglamento sobre la Seguridad y la Salud y un mejor ambiente Laboral. Dichas normas abren fuego a las empresas a fomentar la responsabilidad de identificar, evaluar y reducir los riesgos del entorno laboral, además de contar con planes de emergencia, de contingencias y programas de la formación continua de sus colaboradores (Sociedad et al., 2020).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es la organización internacional que ejecuta normas con la finalidad de mejorar la salud y la seguridad de los trabajadores. En función de ellas, Ecuador ha establecido normas para cuidar la salud física y emocional de los trabajadores en los distintos sectores de la actividad de sectores como la industria petrolera. Una de las normas más recientes es el Decreto 255, vigente desde mayo de 2024, que establece el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo donde se resalta la prevención de los riesgos laborales, la instrucción de los trabajadores así como la protección de la salud en el trabajo (Ortega & Ortega, 2024).

El marco regulatorio que rige la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores está constituido por normativas como la Resolución 957:2008 y la norma internacional ISO 45001:2018 ya que éstas determinan lineamientos cruciales con los fines de asegurar una protección a los trabajadores y fomentar la cultura preventiva de las empresas industriales. Dichas normas tienen la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad, reducir los riesgos derivados de las actividades laborales y, en especial, obtener un entorno de trabajo seguro y saludable.

En el sector de los hidrocarburos, donde las tareas laborales implican una gran exposición a riesgos físicos, químicos y operacionales, la utilización de la Norma Internacional de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (ISO 45001:2018) es clave para su implementación. El sistema de gestión que implementan las empresas les permite identificar, evaluar y controlar sistemáticamente los riesgos y, al mismo tiempo, fomentar la participación del obrero en la prevención de accidentes y enfermedades laborales en el trabajo. De esta manera, se busca no solo proteger la integridad física y mental de los trabajadores, sino también fortalecer la eficiencia operativa y la sostenibilidad del trabajo a través de prácticas seguras y responsables (Karanikas et al., 2022)

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo en una empresa petrolera perteneciente a la parroquia San José de Ancón de la Provincia de Santa Elena. Limita al suroeste del cantón Santa Elena y al este con la parroquia Atahualpa (Figura 6).

En dicha localidad su principal desarrollo económico es la actividad hidrocarburífera, ya que ha permitido generar fuentes de trabajo a los habitantes de Ancón en diferentes áreas de la industria. El caso de investigación se centra en actividades realizadas al aire libre de dicho campo petrolero, donde los trabajadores están expuestos a ambientes calurosos y debido a las jornadas externas adoptan posturas incómodas desempeñando actividades en la instalación de tubería de gas.



Figura 6. Ubicación del Caso de Estudio

Fuente: (Google, 2025)

Para determinar la zona de estudio y el número de trabajadores, se establecieron parámetros claves que permitieron llevar a cabo la investigación. Dichos criterios se detallan a continuación:

Condiciones Ambientales y Caracterización del Terreno: El área se caracteriza por ser de ambiente árido, donde existe presencia de vegetación predominantemente seca, además el acceso al lugar es limitado por las condiciones del terreno. En cuanto a las condiciones ambientales, el sector se distingue por altas temperaturas combinadas con la exposición directa del sol, lo que provoca que el trabajador este expuesto a riesgos térmicos.

Actividad de Trabajo: La instalación de tubería de gas, es una de las actividades industriales y petroleras en campo, donde el obrero está expuesto a riesgos térmicos y ergonómicos debido al grado de exigencia que involucra dicha tarea. Dentro del proceso tenemos soldadura, esmerilado, levantamiento de carga pesada (tubería), levantamiento de Marcos H, corte de tubería, lijado y aplicación de pintura.

Jornadas de Trabajo: El personal que labora en la industria petrolera tiene periodos de trabajo de 8 a 10 horas, lo que les hace propenso a sufrir enfermedades ocupacionales a corto y largo plazo debido al horario extenso de exposición a condiciones ambientales, posturas forzadas y movimientos repetitivos.

2.2. Diseño y alcance de la investigación

2.2.1. Diseño de la Investigación

Este trabajo se efectúa desde un enfoque no experimental, ya que no se producen alteraciones en las variables en cuestión. Al contrario, se opta por observar y evaluar en forma directa las condiciones de trabajo que tienen los trabajadores del sector del petróleo en Ecuador. La investigación se basa en la recogida y análisis de datos obtenidos a partir de encuestas de acuerdo con enfoques cuantitativos, aplicando además enfoques cualitativos. Los métodos REBA y WBGT son utilizados como herramientas claves en la evaluación integral de los riesgos laborales.

El análisis de la carga postural generalmente se realiza utilizando el método REBA, cuya descripción del nivel de riesgo musculoesquelético asociado a las diferentes tareas se acompaña del uso del WBGT, que permite medir la exposición de los trabajadores al calor, haciendo posible que la empresa obtenga información exacta que le facilite la

identificación de aquellos entornos que pueden dar lugar al estrés térmico y que pueden dañar la salud en el trabajo.

2.2.2. Alcance de la Investigación

En relación con el alcance de la investigación, es una investigación tanto exploratoria como descriptiva. Esta es exploratoria, porque identifica y describe los principales riesgos térmicos y ergonómicos que están presentes en las operaciones de petróleo y gas, así como los efectos que pueden tener sobre las trabajadoras y los trabajadores. En este sentido, un FODA también acompaña a la investigación como una herramienta estratégica que nos permite identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y los riesgos asociados a la gestión de riesgos térmicos y ergonómicos. Desarrollar este FODA, entre otros tópicos, va a permitir generar información valiosa para la toma de decisiones y cuáles acciones e intervención preventiva de la gestión de riesgos térmicos y ergonómicos pueden ser necesarias para mitigar sus efectos en los trabajadores y/o equipos de trabajo.

2.3. Tipo y métodos de investigación

En este estudio se aplica un diseño de investigación metodológico que se basa en técnicas cualitativas y cuantitativas. La parte cuantitativa incluye la recogida de datos a través de encuestas y metodologías como el REBA y WBGT que ofrecen la posibilidad de recoger datos objetivos respecto a la postura, la carga física y el grado de exposición al calor de la fuerza de trabajo en la industria del petróleo.

En el caso de la parte cualitativa, se expresa en el análisis FODA que permite comprender el sentir y las percepciones de la fuerza de trabajo, así como servir para identificar las variables de tipo interno y externo que pueden influir en la gestión de los riesgos de tipo ergonómico y estrés de tipo térmico. La combinación de ambas aproximaciones produce una visión holística y más densa de la seguridad y salud laboral en el contexto en el que se sitúa.

2.4. Población y muestra

La población de estudio está conformada por los obreros que laboran en el área industrial y petrolera ecuatoriana, quienes se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos y térmicos durante sus actividades en la instalación de tubería de gas.

En la zona de estudio, se consideró un total de 10 trabajadores, quienes conforman la totalidad de la población disponible en el área seleccionada.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, el estudio empleó un enfoque mixto, utilizando tanto técnicas cuantitativas como cualitativas para garantizar una evaluación integral de los riesgos ergonómicos y térmicos de los obreros de la industria petrolera ecuatoriana.

Métodos de medición directa: El método REBA permite analizar las posturas del cuerpo, la carga física y los movimientos repetitivos de los trabajadores durante sus actividades. Su aplicación permitió identificar las posturas de riesgo y cuantificar la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas derivadas de esfuerzos inadecuados. El método WBGT permite medir la temperatura ambiental efectiva que afecta a los trabajadores, considerando temperatura, humedad y radiación solar. Permite determinar el nivel de estrés térmico al que están expuestos los obreros durante sus jornadas laborales y establecer límites de exposición segura.

Encuestas: Se realizaron encuestas a 10 trabajadores que estaban laborando en la instalación de tubería de gas. La encuesta consistió en 5 preguntas que abordaron temas tanto del riesgo ergonómico como el estrés térmico que enfrentan en la instalación de tubería de gas.

Técnica Cualitativa: Se utilizó el análisis FODA como herramienta de evaluación estratégica, lo que permitió reconocer y organizar los factores internos (fortalezas y debilidades); y los factores externos (oportunidades y amenazas). Esta metodología ofreció una perspectiva completa de la situación real de los obreros, ayudando a comprender las condiciones laborales en la que se desarrollan sus actividades. Además, este análisis sirve como fundamento para la toma de decisiones en los lineamientos de medidas prevencionista y de seguridad en el lugar de trabajo.

2.6. Desarrollo de la evaluación: Autenticidad y Fiabilidad de las herramientas y métodos aplicadas para la obtención de la información

Para asegurar la credibilidad de las herramientas y métodos utilizados en la recolección de datos, se aplicaron los siguientes criterios:

2.6.1. Encuestas

Las encuestas fueron diseñadas para conocer la percepción y opinión de los trabajadores respecto a los factores de riesgo en su ambiente laboral, abarcando las condiciones ergonómicas y térmicas de las tareas. La información recopilada mediante las respuestas individuales fue posteriormente sometida a un análisis estadístico para obtener porcentajes y distribuciones que permitieran cuantificar el nivel de riesgo al que están expuestos los obreros.

2.6.2. Método WBGT

Para determinar el índice WBGT, se llevaron a cabo mediciones directas en el lugar de estudio utilizando la aplicación móvil WBGT. Durante este proceso, se recopilaron datos actualizados sobre temperatura, humedad relativa y radiación solar. Esta información es fundamental para realizar una evaluación precisa de las condiciones ambientales y climáticas.

El índice WBGT permite cuantificar el estrés térmico en diferentes entornos, ya sean áreas remotas o espacios urbanos, proporcionando información clave para la toma de decisiones y la implementación de medidas preventivas que reduzcan los efectos del calor extremo tanto en las personas como en el entorno (GOLBABAEI et al., 2021).

Su aplicación es especialmente relevante en ambientes exteriores, donde las condiciones climáticas pueden aumentar la exposición a altas temperaturas, y donde una evaluación precisa facilita la planificación de estrategias de protección y mitigación del riesgo térmico. Para analizar el estrés térmico en espacios abiertos se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{WBGT}_{\text{exterior}} = 0.7 T_{\text{nw}} + 0.2 T_g + 0.1 T_a \quad (1)$$

En esta fórmula:

- T_{nwb} corresponde a la temperatura natural del bulbo húmedo.
- T_g representa la temperatura medida de globo.
- T_a es la temperatura del aire ambiente.

Para calcular T_{nwb} y T_g , se aplican las siguientes ecuaciones derivadas

$$T_g = 0,009624(SR) + 1,102(T_a) - 0,00404(RH) - 2,2776 \quad (2)$$

$$T_{nwb} = T_{pwb} + 0,25(T_g - T_a) + e \quad (3)$$

Donde:

RH = Humedad Relativa

SR = Radiación Solar

T_{pwb} = Temperatura de bulbo húmedo psicrométrica

e = Error o corrección en la medición

Estas fórmulas permiten cuantificar con precisión la exposición térmica de los trabajadores en exteriores, considerando factores como radiación solar, humedad y temperatura del aire, y constituyen la base para tomar decisiones sobre estrategias preventivas y de mitigación del estrés térmico.

La Tabla 1 presenta la clasificación de los niveles de riesgo térmico determinados a partir de los valores del índice WBGT, herramienta utilizada para evaluar el grado de estrés térmico en el ambiente laboral. Este índice agrupa los resultados en cinco categorías de riesgo, que van desde condiciones seguras hasta escenarios de peligro extremo.

Tabla 1. Valores de Referencia de WBGT

Fuente: (GOLBABAEI et al., 2021)

Grado	Nivel de Riesgo	WBGT (°C)
1	Bajo	< 26.6
2	Mínimo	26.7 – 29.4
3	Moderado	29.5 – 31.1
4	Alto	31.2 – 32.2
5	Muy Alto	>32.3

En los niveles más bajos, correspondientes a las categorías Bajo, Mínimo y Moderado, el riesgo para la salud es limitado; sin embargo, se recomienda mantener vigilancia ambiental, asegurar una adecuada hidratación y permitir pausas regulares para prevenir el aumento del estrés térmico.

A medida que las condiciones térmicas se tornan más rigurosas, la importancia de la magnitud del riesgo aumenta. Para el nivel alto se sugiere, además de incorporar más descansos a lo largo de la jornada laboral, reducir la carga física del trabajo y reforzar los procedimientos de control y vigilancia del estado en que se encuentren los trabajadores. Resulta absolutamente necesario aplicar medidas protectoras de manera inmediata, control constante de los parámetros fisiológicos del personal y bajar la carga física del trabajo, pues un nivel de riesgo de condición térmica muy alto, el de mayor riesgo, corresponde a situaciones en las que la probabilidad de episodios de golpe de calor es realmente, muy alta.

2.6.3. Método REBA

Para la evaluación de los riesgos ergonómicos, se aplicó el método REBA, una herramienta que permite analizar de manera sistemática las posturas y los movimientos repetitivos de los trabajadores. Este método asigna puntuaciones según la posición del cuerpo, los brazos, las piernas y el cuello durante la ejecución de tareas específicas, lo que facilita identificar los niveles de riesgo y las áreas que requieren intervención.

El método REBA es un instrumento que tiene como objetivo evaluar las posturas del cuerpo que tienen el potencial de afectar el sistema musculoesquelético, teniendo en cuenta tanto el esfuerzo físico necesario como la cantidad de peso que manipula el empleado (Joshi & Deshpande, 2020). Su estructura se divide en dos grupos fundamentales, A y B, que tienen como objetivo analizar diversas partes del cuerpo para establecer el grado de riesgo ergonómico relacionado con la tarea. El Grupo A centra su evaluación en el tronco, las extremidades inferiores y el cuello, otorgando calificaciones separadas a cada área e incorporando, de manera adicional, el impacto de la carga manipulada en la puntuación final.

La evaluación de las posturas se realiza considerando distintas regiones del cuerpo y la fuerza aplicada durante la tarea:

- **Tronco:** Se clasifica según el grado de inclinación o extensión. Una postura neutra recibe valor 1, mientras que movimientos de flexión o extensión leves, hasta 20°, se califican con valor 2. Flexiones moderadas, con un radiante aproximado de entre 20° y 60° o extensiones bajo 20° se evalúan como valor 3, considerándose las flexiones extremas por encima de 60° (es decir, estilos de mucho compromiso biomecánico) como el máximo (4).
- **Cuello:** El estudio de la zona cervical para los efectos de la evaluación ergonómica se centra más que nada en la gravedad que presenta el cuello. Las flexiones que no sobrepasan los 20° son consideradas de un nivel de riesgo mínimo, recibiendo un valor de 1; las que van más allá de los 20° o son flexiones marcadas aumentan a 2 (mayor compromiso biomecánico).
- **Piernas:** Se considera el modo en que se lleva a cabo la postura adoptada, la propia estabilidad del cuerpo y el repartimiento del peso corporal a la hora de

evaluar las extremidades inferiores. Las posiciones que reciben calificaciones de 1 son las que corresponden, por ejemplo, a estar de pie, a caminar o a sentarse con un charco del peso que es uniforme, ya que implican un riesgo biomecánico relativamente bajo; las posiciones que reciben puntuaciones de 2 son por contra las que incluyen la estabilidad postural del cuerpo o el repartimiento del peso inadecuado, en tanto requieren un esfuerzo físico más elevado.

- **Carga y fuerza aplicada:** La clasificación queda fijada en función de la magnitud de la masa que se mueve y de la aparición del factor de los esfuerzos repentinos en relación con el componente de la fuerza aplicada y la carga. No se obtienen puntos si la masa levantada es menor de 5 kg; si situamos la masa entre 5 y 10 kg el valor que se le asigna será de 1; y si se trata de una masa superior a 10 kg se le asignará un valor de 2, añadiendo, además, un punto adicional si la actividad se lleva a cabo con fuerza de golpe o de forma intensa, lo que tendría un efecto en la puntuación final.

Este sistema de clasificación permite formular un indicador exhaustivo del riesgo ergonómico, pues evalúa la postura y el peso manejado, de modo que proporciona una descripción más fiel de las circunstancias de las cuales cada trabajador no es ajeno en sus tareas operativas.

El valor A se obtiene sumando las puntuaciones obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas, que expresa cómo se mezclan estas posiciones en función de la postura que adopte el trabajador. Finalmente, para obtener la puntuación A, se suma el valor resultante con la carga evaluada, proporcionando así un indicador cuantitativo del riesgo ergonómico asociado a la postura y al esfuerzo físico (Figura 7).

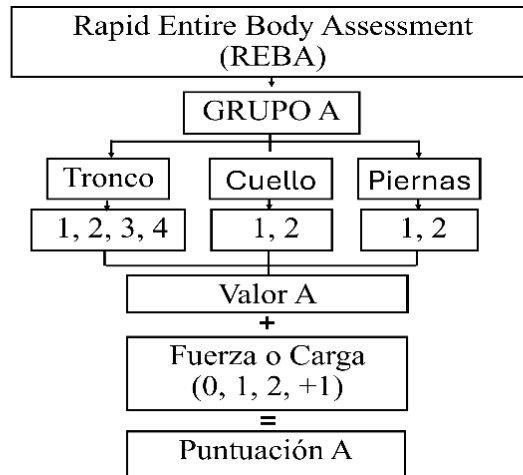


Figura 7. Esquema metodológico REBA – GRUPO A

Fuente: Elaboración Propia

El Grupo B del método REBA se enfoca en analizar los movimientos del brazo, antebrazo, muñeca y la calidad del agarre, asignando un valor de riesgo a cada componente (Figura 8). Esta evaluación permite identificar posturas y movimientos que podrían generar problemas musculoesqueléticos en las extremidades superiores. Los elementos evaluados en este grupo son:

- **Brazo:** El riesgo se determina según el ángulo de movimiento. Extensiones o flexiones de hasta 20° se consideran de bajo riesgo (valor 1), entre 20° y 45° (valor 2), de 45° a 90° (valor 3) y superiores a 90° (valor 4), indicando un aumento progresivo del riesgo.
- **Antebrazo:** Se asigna valor 1 para flexiones comprendidas entre 60° y 100°, y valor 2 si la flexión es menor a 60° o mayor a 100°.
- **Muñeca:** Se considera movimiento neutro o flexión/extensión entre 0° y 15° como bajo riesgo (valor 1). Si la flexión excede los 15°, el valor asciende a 2. Además, si la postura de la muñeca es inadecuada, se agrega un punto adicional al valor asignado.
- **Calidad del agarre:** La evaluación se realiza en función de la efectividad de la sujeción: excelente (0), regular (1), deficiente (2) e inaceptable (3).

El valor B se obtiene integrando los valores correspondientes al brazo, antebrazo y muñeca, mostrando cómo interactúan estas partes del cuerpo en distintas combinaciones posturales. Finalmente, para obtener el indicador de riesgo de extremidades superiores, se suma este valor con la evaluación del tipo de agarre, proporcionando un análisis completo de la exposición ergonómica de los trabajadores durante la actividad.

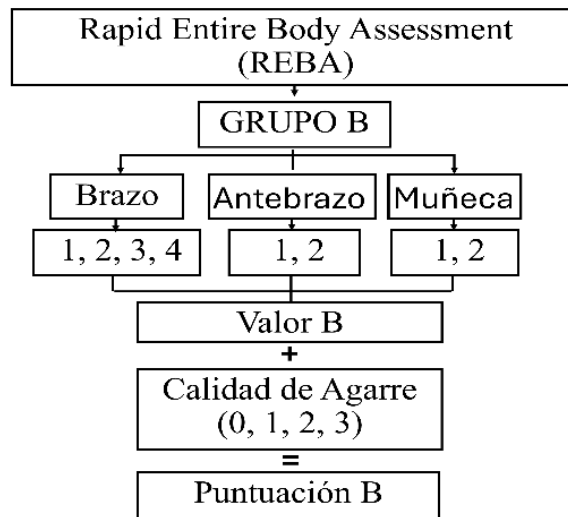


Figura 8. Esquema metodológico REBA – GRUPO B

Fuente: Elaboración Propia

El valor C se determina a partir de la combinación de los resultados de los Grupos A y B, integrando la evaluación de las posturas del tronco, cuello, piernas, brazos, antebrazos y muñecas. A medida que los valores de ambos grupos aumentan, también lo hace el nivel de riesgo, reflejando una mayor exposición ergonómica asociada a las posiciones adoptadas durante la tarea.

Una vez obtenido el valor C (Figura 9), se realiza un ajuste adicional por la actividad muscular. Se agrega un punto cuando se presentan condiciones específicas, como inmovilidad prolongada de más de un minuto, movimientos repetitivos que superen cuatro veces por minuto, o posturas inestables.

Finalmente, al sumar este ajuste al valor C inicial, se obtiene el indicador final de riesgo ergonómico, que refleja de manera más completa la carga física y las posibles

implicaciones para la salud musculoesquelética del trabajador durante la actividad evaluada.

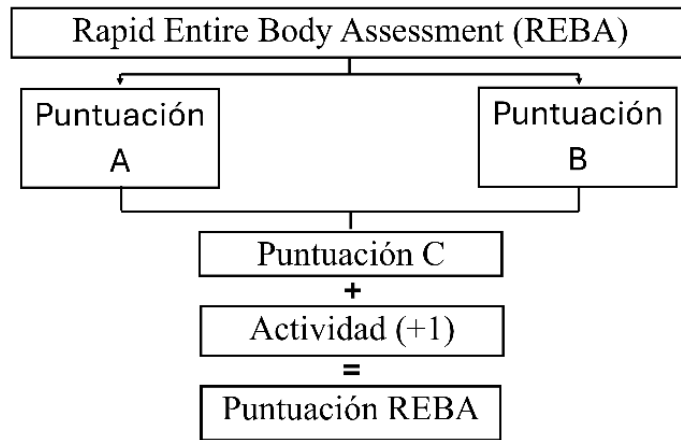


Figura 9. Esquema metodológico final del método REBA

Fuente: Elaboración Propia

El método REBA se desarrolla mediante la incorporación de las puntuaciones que se otorgan a distintos elementos de la actividad laboral, como, por ejemplo: la postura del cuerpo, el número de movimientos realizados, el grado de esfuerzo físico exigido y las condiciones de estabilidad del empleado durante su trabajo. Este método posibilita la obtención de un valor que, objetivamente, representa el nivel de riesgo ergonómico existente.

Los niveles de riesgo y las intervenciones recomendadas para su control se establecen en función del puntaje global alcanzado (Tabla 2). Siguiendo esta lógica, si el valor del indicador aumenta, esto significa que hay una mayor exposición a factores de riesgo. Esto demuestra la necesidad de implementar medidas preventivas enfocadas en proteger la integridad musculoesquelética del personal.

Tabla 2. Clasificación de la Puntuación REBA

Fuente: (Haekal et al., 2020)

Categoría	Valor	Riesgo
0	1	Despreciable
1	2 - 3	Bajo
2	4 - 7	Medio
3	8 -10	Alto
4	11 - 15	Muy alto

El análisis se centró en las posturas que tomaron los operarios durante la instalación de tuberías de gas en el contexto de esta investigación. Este método permitió que se realizara una evaluación imparcial del Riesgo ergonómico vinculado a este trabajo y, en base a esto, se elaboran sugerencias para reforzar la seguridad operacional y fomentar el bienestar físico del personal implicado.

2.6.3. Método FODA

La implementación del análisis FODA permitió organizar, de manera sistemática, las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades vinculadas con la actividad objeto de evaluación. Todos estos componentes se relacionaron con los objetivos establecidos en el estudio, incorporando aspectos relacionados con la organización del trabajo, las circunstancias del entorno operacional, la disponibilidad de recursos y las posibles influencias externas que afectan la ejecución de la instalación de tuberías de gas.

La interpretación de los datos recolectados se llevó a cabo con precisión técnica, basándose en las observaciones directas y en el registro de las actividades. Este proceso permitió la identificación precisa de los elementos que se pueden mejorar, las oportunidades estratégicas para perfeccionar la administración operativa y los riesgos

potenciales que pueden poner en Riesgo el rendimiento y la seguridad. En general, el análisis ayudó a plantear sugerencias para mejorar la eficacia del procedimiento, la organización de actividades y las condiciones de seguridad de los empleados.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del Método WBGT

Los datos utilizados en este estudio se recopilaron directamente en campo mediante la aplicación móvil WBGT, a través de mediciones realizadas durante las jornadas matutinas y vespertinas en el área de trabajo. Las mediciones se efectuaron en un campo petrolero ubicado en la parroquia San José de Ancón, provincia de Santa Elena, seleccionado por encontrarse en pleno desarrollo de actividades de instalación de tuberías de gas. Esta elección permitió obtener valores representativos de las condiciones térmicas reales a las que están expuestos los trabajadores durante la ejecución de la tarea.

Además, su entorno resultó fundamental para evaluar los diversos escenarios de temperatura y otros factores climáticos. En este contexto, se observa que la radiación solar es más fuerte por la mañana, la temperatura disminuye por la tarde y la velocidad del viento varía, lo que afecta el bienestar en el lugar de trabajo (Tabla 3).

Tabla 3. Condiciones Ambientales en el Lugar de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Condiciones Climáticas	Mañana	Tarde
Humedad Relativa (%)	79	75
Radiación Solar (W/m ²)	801	700
Temperatura Ambiente (°C)	30.5	28
Velocidad del Viento (m/s)	0.54	0.81

La Figura 10 presenta los valores obtenidos del índice WBGT, herramienta clave para evaluar el grado de estrés térmico al que se exponen los trabajadores y establecer las medidas de control que permitan preservar su salud y seguridad durante las labores en ambientes de alta temperatura, como es el caso de la instalación de tuberías de gas en entornos externos.

Los datos obtenidos dan cuenta de que el índice WBGT tiene valores suficientemente altos para que se entienda que hay una mayor exposición a situaciones térmicas exigentes. Esa tendencia se corresponde con la existencia de un alto porcentaje de humedad relativa, baja velocidad del viento y alta radiación solar, condiciones que en conjunto generan una carga térmica del trabajador. Existiendo esas circunstancias, se hace evidente que la susceptibilidad al estrés por calor va en aumento, lo que hace necesario que se adopten medidas preventivas en el entorno de trabajo como, por ejemplo: programar pausas recuperadoras, hidratarse de manera regular y usar indumentaria adecuada que favorezca la disipación del calor.

Al contrario, en el periodo vespertino se da una bajada del índice WBGT, que alcanza valores cercanos a 27,8 °C, lo que indica que se encuentra en un ámbito susceptible a muy poco riesgo. Esa bajada pone de manifiesto que el entorno ambiental está mucho más estabilizado y permite poder llevar a cabo las actividades, lo que permite obtener un mayor confort térmico y además reduce la capacidad de diagnóstico de consecuencias perjudiciales de la exposición constante al calor.

La comparativa analítica entre ambas mitades del día muestra una distancia grande en los niveles del estrés térmico, siendo la matinal el intervalo más vulnerable. Este descubrimiento es un elemento esencial para la planificación de actividades y la aplicación de estrategias de gestión preventiva, con el objetivo de salvaguardar la salud laboral y mejorar el desempeño de las labores operativas.

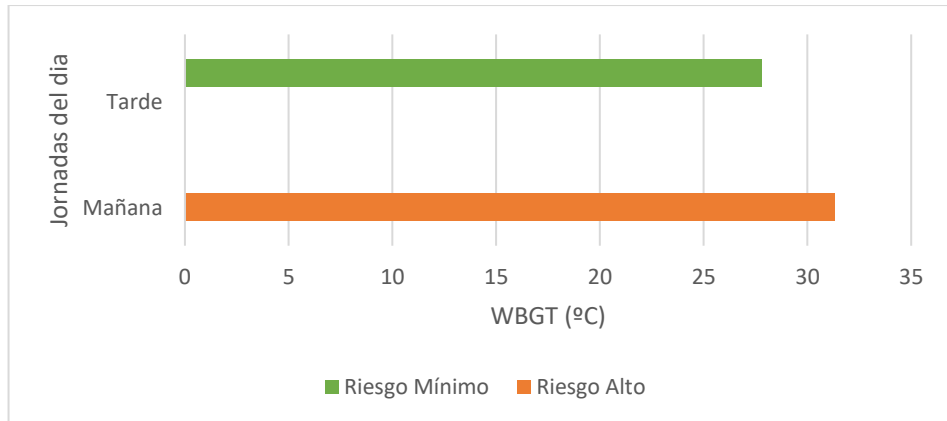


Figura 10. Comparación de WBGT por la Mañana y Tarde

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Evaluación del Método REBA

El análisis REBA se aplicó para determinar el nivel de riesgo ergonómico al que están expuestos los trabajadores durante las actividades de instalación de tuberías de gas, considerando las posturas corporales adoptadas en las dos fases principales del proceso: la soldadura y el montaje de la tubería.



Figura 11. Posturas Adoptadas por el Soldador

Fuente: Elaboración Propia



Figura 12. Posturas Adoptadas por el Ayudante

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 4 muestra la puntuación de cada una de las partes del cuerpo según el método REBA. En la postura que adopta el soldador, se observa que el tronco se mantiene en una posición neutral, recta y sin inclinaciones significativas, lo que proporciona una postura cómoda y estable para la espalda. El cuello presenta una ligera flexión, suficiente para realizar la tarea, aunque si se mantiene durante periodos prolongados puede generar cierta tensión cervical.

Las piernas adoptan una ligera flexión, con una pierna ligeramente adelantada, lo que asegura una estabilidad adecuada y permite cierto soporte muscular sin generar fatiga excesiva. Por último, la manipulación de cargas es nula, por lo que el esfuerzo físico requerido es mínimo, reduciendo el riesgo de sobrecarga en la parte superior del cuerpo.

En la evaluación del Ayudante, se observa que el tronco se encuentra en una flexión, entre 20 y 60 grados, lo que implica un esfuerzo significativo en la zona lumbar y la posibilidad de ligera torsión durante la tarea. El cuello presenta una leve inclinación, generando una tensión en la región cervical si la postura se mantiene de manera prolongada. Además, la manipulación de cargas ligeras, inferiores a 5 kg, incrementa el esfuerzo físico en brazos y tronco, elevando el riesgo de fatiga muscular si las actividades se repiten de forma continua.

Tabla 4. Valoración Ergonómica de Posturas y Carga en Actividades de Instalación de Tubería de Gas (Grupos A)

Fuente: Elaboración Propia

Puesto de Trabajo	Proceso	Valor A			Carga
		Tronco	Cuello	Pierna	
Soldador	Soldadura	1	2	2	0
Ayudante	Montaje de Tubería	3	2	2	1

En la Tabla 5 se observa que ambos puestos presentan una posición moderada del brazo, lo que indica cierto esfuerzo para mantener la herramienta de trabajo en el área de operación. El antebrazo se mantiene prácticamente en posición neutral, lo que sugiere un esfuerzo mínimo en esta articulación, mientras que la muñeca adopta una flexión ligera a moderada que podría generar tensión si la postura se mantiene de manera prolongada.

El tipo de agarre empleado es de intensidad moderada, lo que implica un esfuerzo continuo de los músculos de la mano y el antebrazo. En conjunto, estas condiciones indican que tanto el soldador en el proceso de soldadura como el ayudante en el montaje de tubería realizan tareas que requieren atención al posicionamiento de los brazos y la fuerza de agarre para reducir riesgos de fatiga o molestias musculoesqueléticas.

Tabla 5. Valoración Ergonómica de Posturas y Agarre en Actividades de Instalación de Tubería de Gas (Grupos B)

Fuente: Elaboración Propia

Puesto de Trabajo	Proceso	Valor B			Agarre
		Brazo	Antebrazo	Muñeca	
Soldador	Soldadura	2	1	2	2
Ayudante	Montaje de Tubería	2	1	1	2

El análisis ergonómico de los puestos laborales (Tabla 6) muestra que el trabajador responsable de la soldadura tiene una puntuación total de 9, lo cual significa un alto nivel de riesgo según la clasificación REBA. El ayudante que participa en el montaje de tuberías, por su parte, llega a un valor final de 12 y se encuentra en una categoría de riesgo extremadamente alta.

Si bien las dos posiciones requieren esfuerzos físicos significativos y posturas específicas, el ayudante se enfrenta a condiciones más exigentes, como demuestra esta diferencia. Estas exigencias pueden estar relacionadas con la manipulación directa de cargas, adoptar posiciones menos favorables en los brazos y las muñecas, y flexionar el tronco.

La presencia de factores adicionales a lo largo de la ejecución de las tareas, en ambos casos, aumenta la carga física que los trabajadores deben soportar. Esto destaca lo importante que es introducir medidas para mejorar la ergonomía. Para reducir el agotamiento musculoesquelético y evitar posibles lesiones a largo plazo, se incluyen entre estas cosas la programación de descansos activos, la rotación regular de tareas y la adaptación de las alturas de trabajo.

Tabla 6. Nivel de Riesgo por el método REBA

Fuente: Elaboración Propia

Proceso	Soldadura	Montaje de Tubería
Puesto de Trabajo	Soldador	Ayudante
Puntuación A	2	5
Puntuación B	2	2
Puntuación C	4	4
Actividad	+1	+1
Calificación	9	12
Nivel de Riesgo	Alto	Muy Alto

3.3. Evaluación de Condiciones Laborales mediante encuestas

Las encuestas dirigidas a los trabajadores en la industria petrolera en la actividad de la instalación de tubería de gas reflejan los siguientes resultados:

Los resultados revelan que la totalidad de los trabajadores encuestados (100%) reciben capacitación o charlas sobre las posturas adecuadas que deben adoptar durante sus actividades laborales. Este dato es positivo, ya que indica un compromiso por parte de la organización para promover prácticas ergonómicas saludables, lo que contribuye a reducir riesgos de lesiones musculoesqueléticas y mejorar el bienestar general del personal (Figura 13).

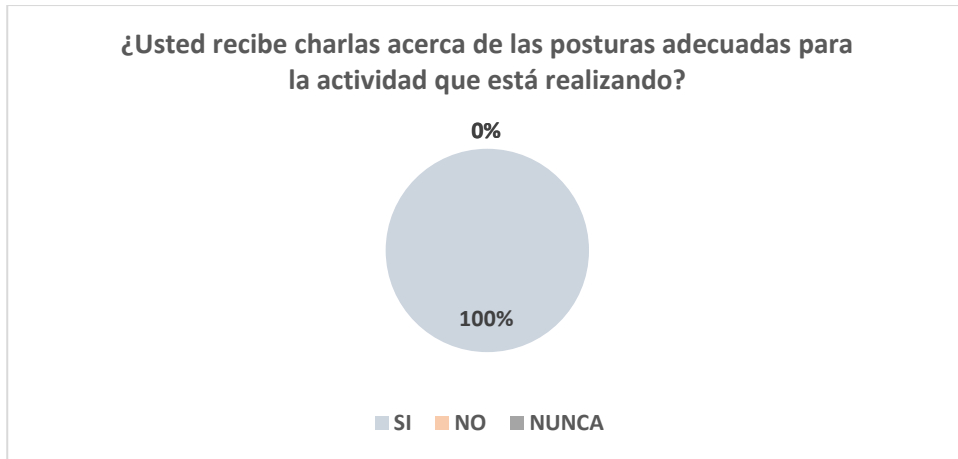


Figura 13. Porcentaje de encuestados sobre ergonomía

Fuente: Elaboración Propia

La información recopilada indica que, durante el desarrollo de sus labores al aire libre, el 70% de los empleados informa estar expuesto a temperaturas altas, en tanto que el 30% restante dice no estarlo. Este hallazgo es importante porque muestra que una parte significativa del personal se enfrenta a factores ambientales que tienen el potencial de afectar su confort, su rendimiento operativo y su estado fisiológico, lo cual podría aumentar la posibilidad de fatiga y de enfermedades relacionadas con el estrés térmico (Figura 14).

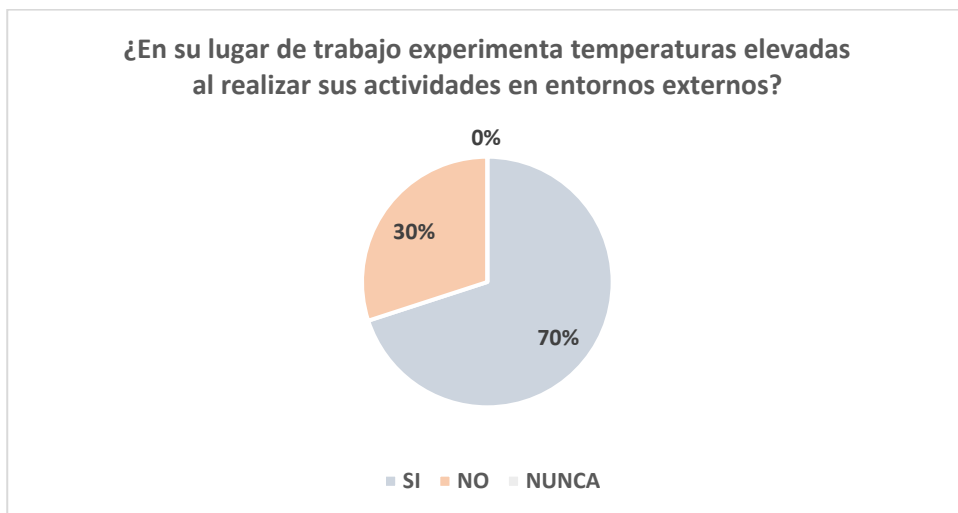


Figura 14. Porcentaje de encuestados sobre estrés térmico

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 70% de los encuestados indicó que sí dispone de descansos programados entre las actividades que realiza durante su jornada laboral, mientras que el 30% señaló que no cuenta con estos espacios de pausa. Ninguno de los participantes afirmó que nunca dispone de descansos.

Este resultado refleja una tendencia positiva, ya que una mayoría significativa cuenta con momentos planificados para el descanso, lo cual es fundamental para mantener el bienestar físico y mental, además de contribuir a la productividad y concentración en el trabajo. No obstante, el 30% que carece de estos espacios representa un grupo importante que podría estar expuesto a mayores niveles de fatiga, estrés o disminución del rendimiento (Figura 15).

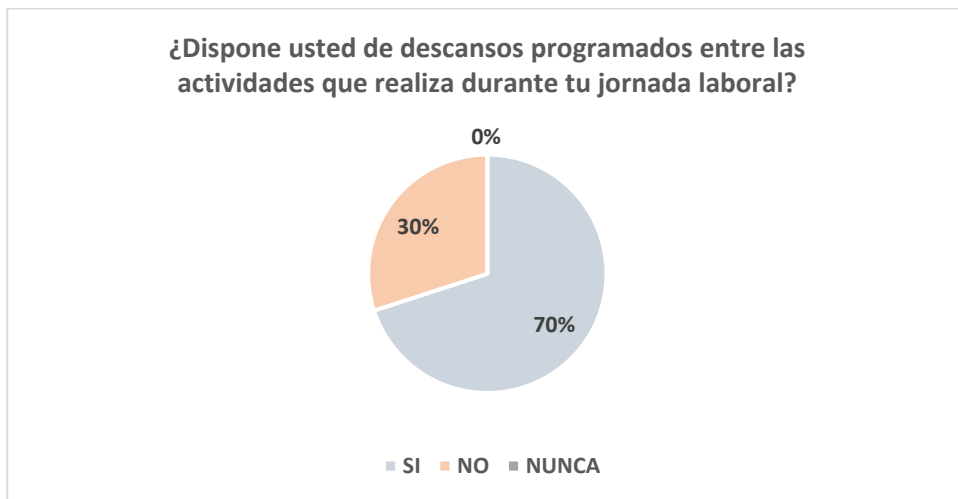


Figura 15. Porcentaje de encuestados sobre descansos

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Lineamientos para las medidas preventivas y de seguridad en la industria petrolera

En la Tabla 7, se presenta el análisis FODA, proceso que consiste en el análisis de los trabajadores de la industria petrolera en la parroquia San José de Ancón, resultado de las encuestas a trabajadores y de la situación de la mayor parte de ellos en materia de inserción laboral, riesgos y de propuestas de mejora por separado. A partir de este análisis, se precisaron los factores que estaban interviniendo en su desempeño y se

definieron líneas estratégicas que favorecieran el bienestar, la seguridad y la productividad, a través de la elaboración del entorno laboral más seguro y eficiente.

Tabla 7. Matriz FODA en actividades de la industria petrolera

Fuente: Elaboración Propia

FACTORES INTERNOS	
Fortalezas (F)	Debilidades (D)
<p>F1: La mayoría de los obreros recibe orientación sobre posturas correctas.</p> <p>F2: Los trabajadores cuenta con descansos planificados durante su jornada.</p> <p>F3: Existe una conciencia general respecto al impacto que tiene el estrés térmico sobre la productividad</p>	<p>D1: Gran parte del personal recibe información ergonómica, no todos tienen acceso constante a estas capacitaciones.</p> <p>D2: Algunos empleados no cuentan con pausas establecidas a lo largo de la jornada</p> <p>D3: Ciertos trabajadores no han recurrido a profesionales de la salud a pesar de haber tenido molestias derivadas de su labor.</p>
FACTORES EXTERNOS	
Oportunidades (O)	Amenazas (A)
<p>O1: Ampliar la formación ergonómica y fomentar las pausas activas mediante programas continuos.</p> <p>O2: Implementar proyectos más completos de salud ocupacional, en los que participen especialistas como fisioterapeutas o médicos laborales.</p> <p>O3: Mejorar las condiciones térmicas en los espacios donde las temperaturas son más elevadas.</p>	<p>A1: Los lugares de trabajo pueden repercutir en la productividad.</p> <p>A2: La ausencia de una conciencia ergonómica podría provocar dolencias musculares o problemas posturales</p> <p>A3: Se podrían incrementarse los índices de ausentismo y accidentes por fatiga o sobrecarga física.</p>

A partir del análisis FODA que se realizó, corresponde proponer estrategias tendientes a mejorar la seguridad y el bienestar y la salud integral del equipo en su campo de acción.

- Implementar programas de capacitación permanente que incluya el abordaje de las posturas correctas, técnicas de levantamiento de cargas, uso seguro de herramientas, etc. Este tipo de capacitación ayuda a que el equipo permanezca actualizado y disminuye la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas y mejoran las condiciones laborales.
- Realizar pausas cortas programadas en el trabajo del día para estiramientos y ejercicios de relajación. Estas medidas disminuyen la fatiga física y mental, mejoran la concentración y el rendimiento.
- En cuanto a la tipología de riesgos térmicos, resulta primordial desplegar medidas que generen condiciones ambientales adecuadas, como por ejemplo mejorar los sistemas de ventilación, asegurar puntos de hidratación, rotaciones del equipo en zonas de altas temperaturas.
- Capacitar al equipo para que sepa reconocer los primeros signos de estrés térmico y actuar rápidamente con medidas preventivas.
- Fomentar la realización de chequeos médicos periódicos y facilitar el seguimiento por profesionales cualificados (médicos del trabajo/ fisioterapeutas).
- Involucrar a los trabajadores en la actividad de la seguridad y la salud en el trabajo, comprobar que la normativa establecida se cumpla y fortalecer la cultura de la mejora continua en la organización.

3.5. Discusión

El presente estudio ha permitido evaluar los niveles de riesgo ocupacional a los que están expuestos los trabajadores durante su jornada laboral en empresas petroleras, utilizando tres métodos: WBGT y REBA. Estas evaluaciones se han enfocado en trabajadores que realizan actividades al aire libre, lo que ha facilitado el establecimiento de propuestas para la gestión del riesgo ocupacional, basadas en el criterio de los trabajadores y el análisis FODA.

La actividad de instalación de tubería representa un riesgo alto a los trabajadores, por las posturas forzadas que realizan, así como también a los golpes de calor. Dichos resultados coinciden con (Kern, 2022), donde analizó las tareas involucradas en los procesos de montaje y conexión de tuberías, identificándose diversos factores de estrés

ergonómico relevantes. Durante la observación se evidenciaron movimientos repetitivos como la flexión y extensión de la columna y la cadera, la inclinación lateral del cuello, y la extensión del codo. Estas actividades exigían un esfuerzo muscular moderado, generando fatiga asociada a la carga muscular estática.

Las medidas preventivas que se proponen en este tema de investigación son los descansos regulares, la capacitación constante y el monitoreo diario en el entorno laboral. El uso de tecnología es esencial para prevenir acciones dentro del área de trabajo, por tal razón un estudio propone un enfoque integral orientado a evaluar de manera oportuna el riesgo de caídas, combinando la recopilación de datos en tiempo real, el uso de tecnologías digitales y la aplicación de un modelo híbrido de aprendizaje profundo para la clasificación de riesgos (Cheng et al., 2025).

El estudio reveló que, en el lugar de trabajo, el índice WBGT reflejó riesgo mínimo (WBGT=27,8) en el horario matutino y riesgo alto (WBGT=31,3) en el horario vespertino, estos resultados se deben a las condiciones ambientales de humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento y la temperatura ambiente. En el estudio evaluaron el estrés térmico en distintos sectores industriales mediante el WBGT. La investigación abarcó 241 trabajadores, donde los resultados revelaron valores elevados de WBGT y la incidencia de enfermedades vinculadas al calor, como agotamiento térmico, calambres y quemaduras solares, aunque no se observó relación con los síntomas de golpe de calor (Dafallah Abdelgadir Mokhtar Esmail et al., 2024).

CONCLUSIONES

En esta investigación se analizaron los factores de riesgo ergonómico y el nivel de estrés térmico presentes en las labores de instalación de tuberías de gas. Para la evaluación de los riesgos posturales se aplicó el método REBA, mientras que el índice WBGT se utilizó para valorar la exposición al calor. Los hallazgos obtenidos sirvieron de base para proponer estrategias orientadas a minimizar los riesgos laborales derivados de posturas inadecuadas y condiciones térmicas elevadas, entre ellas la formación del personal y la programación de pausas regulares durante la jornada.

El estudio del estrés térmico mediante el índice WBGT determinó que las condiciones ambientales extremas en el lugar de trabajo aumentan significativamente el riesgo de deshidratación y golpe de calor, sobre todo en las primeras horas del día, cuando la radiación solar es más intensa. En las áreas analizadas se obtuvieron altos índices WBGT en la mañana (31,3), lo que indica una alta exposición al calor para los trabajadores. Por el contrario, en las horas de la tarde estos valores disminuyeron considerablemente, creando así un ambiente térmico más estable, seguro y favorable para las actividades operativas.

La aplicación del método REBA permitió identificar que los trabajadores presentan una exposición significativa a riesgos ergonómicos originados por posturas forzadas y movimientos repetitivos durante las tareas de soldadura (REBA = 9) y montaje de soldadura (REBA = 11). Estos resultados evidencian una alta probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos a largo plazo, lo que subraya la necesidad de adoptar medidas correctivas inmediatas

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos se abren varias líneas de investigación que podrían profundizar en el conocimiento de los riesgos en el entorno petrolero. Entre ellas, el análisis del efecto de factores ambientales especialmente estrés térmico, la valoración de la efectividad de las medidas preventivas actuales, el análisis profundo de los riesgos ergonómicos en puestos concretos y su comparación con las condiciones en otros sectores productivos. Estos resultados podrían proporcionar información para el desarrollo de políticas más integrales que ayuden a mejorar las condiciones de trabajo e impulsar los sistemas de prevención de riesgos laborales.

El control de la exposición a los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo puede realizarse mediante el rediseño de los puestos con el fin de que se acoplen mejor a las características físicas y a las capacidades de los/las trabajadores/as, complementando esta técnica con programas de formación continua sobre posturas adecuadas y técnicas de movimiento. Para el estrés térmico, se aconseja realizar pausas de trabajo más frecuentes, asegurarse de que haya agua potable, al menos, y fomentar el uso de EPP adecuados, especialmente durante las horas de elevada temperatura ambiental.

Se recomienda complementar la evaluación del índice WBGT con la evaluación del entorno con herramientas de ergonomía, ya que ambas ofrecen una visión más general de las condiciones térmicas y de la carga de trabajo. Al aplicar ambos métodos de forma conjunta, será posible diseñar estrategias preventivas más sólidas y efectivas para controlar y reducir el estrés térmico en el ambiente laboral.

REFERENCIAS

- Abor, P. A., Naab, F., Daniels, A. A., & Abuosi, A. A. (2023). Occupational Health and Safety in the Oil and Gas Industry. *Sustainability Management in the Oil and Gas Industry: Emerging and Developing Country Perspectives*, 191–207. <https://doi.org/10.4324/9781003309864-17/OCCUPATIONAL-HEALTH-SAFETY-OIL-GAS-INDUSTRY-PATIENCE-ABOR-FLORENCE-NAAB-ANITA-DANIELS-AARON-ABUOSI>
- Alahjil, R. A. A., Jaafar, M. H., Zuknik, M. H., Firdaus, R. B. R., & Ibrahim, A. M. (2025). THE IMPACT OF PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL HAZARDS ON OCCUPATIONAL ACCIDENTS AND ILLNESSES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY – A REVIEW. *Journal of Sustainability Science and Management*, 20(6), 1344–1363. <https://doi.org/10.46754/JSSM.2025.06.013>
- Barrera, N., Segura, J. Y., Bogotá, V., Laura Rueda, C., Bejarano, A., & Robles, D. (2025). *IPG2025-007 IMPACT OF ROCKFALL ON HYDROCARBON TRANSPORTATION PIPELINES*.
- Cheng, M. Y., Soegiono, D. V. N., & Khitam, A. F. K. (2025). Automated fall risk classification for construction workers using wearable devices, BIM, and optimized hybrid deep learning. *Automation in Construction*, 172, 106072. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2025.106072>
- D'Antoine, E., Jansz, J., Barifcani, A., Shaw-Mills, S., Harris, M., & Lagat, C. (2023). Psychosocial Safety and Health Hazards and Their Impacts on Offshore Oil and Gas Workers. *Safety* 2023, Vol. 9, Page 56, 9(3), 56. <https://doi.org/10.3390/SAFETY9030056>
- Dafallah Abdelgadir Mokhtar Esmail, Essa, M. S. I., Fadlalla, H. A.-A. M. N., & Ahmed, H. E. N. M. (2024). ASSESSMENT OF INDUSTRIAL THERMAL STRESS IMPACTS IN OMDURMAN LOCALITY. *International Journal of Innovation Scientific Research and Review*, 6(03). https://www.researchgate.net/profile/Dafallah-Mokhtar/publication/380401320_IJISRR-1492/links/663afd4d08aa54017ae44786/IJISRR-1492.pdf

- Edmund, N. N. K., Suxia, L., Ebenezer, L., & Kachie, A. D. T. (2023). Emotional intelligence as a conduit for improved occupational health safety environment in the oil and gas sector. *Scientific Reports 2023 13:1, 13(1), 1–19*. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46886-3>
- Espinoza Banda, C. E. (2022). *Salud mental de los trabajadores del sector petrolero con jornadas extendidas y turnos rotativos: una revisión sistemática exploratoria*. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4668>
- Gao, G., Ng, S. S. M., Man, S. S., & So, B. C. L. (2025). Ergonomic risk assessment methods for work-related musculoskeletal disorders among healthcare workers: A systematic review. *Journal of Safety Research, 95, 189–196*. <https://doi.org/10.1016/J.JSR.2025.10.001>
- GOLBABAEI, F., ASOUR, A. A., KEYVANI, S., KOLAHDOUZI, M., MOHAMMADIYAN, M., & RAMANDI, F. F. (2021). Limitations of WBGT Index for Application in Industries: A Systematic Review. *International Journal of Occupational Hygiene*. <https://doi.org/10.18502/IJOH.V13I4.8429>
- Gómez García, A. R., & Gómez García, A. R. (2021). Seguridad y salud en el trabajo en Ecuador. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales, 24(3), 232–239*. <https://doi.org/10.12961/APRL.2021.24.03.01>
- Google. (2025). *Santa Elena - Google Maps*. Google Maps. https://www.google.com/maps/place/Santa+Elena/@-2.8789985,-82.6916791,6.5z/data=!4m6!3m5!1s0x902de9c595c373f9:0x7320449f38731f76!8m2!3d-2.2267105!4d-80.859499!16s%2Fm%2F0463b0w!5m1!1e4?authuser=0&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MTEwMTE4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D
- Hadzihafizovic, D. (2025). *Welding and Piping Interview*. <https://papers.ssrn.com/abstract=5185585>
- Haekal, J., Hanum, B., Eko, D., & Prasetio, A. (2020). Analysis of Operator Body Posture Packaging Using Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method: A Case Study of Pharmaceutical Company in Bogor, Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*. <https://doi.org/10.31695/IJERAT.2020.3620>

- Hamed, M. M., Al-Hasani, A. A. J., Nashwan, M. S., Sa'adi, Z., & Shahid, S. (2024). Assessing the growing threat of heat stress in the North Africa and Arabian Peninsula region connected to climate change. *Journal of Cleaner Production*, *447*, 141639. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.141639>
- Hulshof, C. T. J., Colosio, C., Daams, J. G., Ivanov, I. D., Prakash, K. C., Kuijjer, P. P. F. M., Leppink, N., Mandic-Rajcevic, S., Masci, F., van der Molen, H. F., Neupane, S., Nygård, C. H., Oakman, J., Pega, F., Proper, K., Prüss-Üstün, A. M., Ujita, Y., & Frings-Dresen, M. H. W. (2019). WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases. *Environment International*, *125*, 554–566. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2018.09.053>
- Hulshof, C. T. J., Pega, F., Neupane, S., van der Molen, H. F., Colosio, C., Daams, J. G., Descatha, A., Kc, P., Kuijjer, P. P. F. M., Mandic-Rajcevic, S., Masci, F., Morgan, R. L., Nygård, C. H., Oakman, J., Proper, K. I., Solovieva, S., & Frings-Dresen, M. H. W. (2021). The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, *146*, 106157. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2020.106157>
- IESS. (2023). *IESS. INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL*.
- Ioannou, L. G., Foster, J., Morris, N. B., Piil, J. F., Havenith, G., Mekjavic, I. B., Kenny, G. P., Nybo, L., & Flouris, A. D. (2022). Occupational heat strain in outdoor workers: A comprehensive review and meta-analysis. *Temperature*, *9*(1), 67–102. <https://doi.org/10.1080/23328940.2022.2030634>;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:KTMP20;JOURNAL:JOURNAL:KTMP20;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER
- Joshi, M., & Deshpande, V. (2020). Investigative study and sensitivity analysis of Rapid Entire Body Assessment (REBA). *International Journal of Industrial Ergonomics*, *79*, 103004. <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2020.103004>

- Karanikas, N., Weber, D., Bruschi, K., & Brown, S. (2022). Identification of systems thinking aspects in ISO 45001:2018 on occupational health & safety management. *Safety Science*, *148*, 105671. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2022.105671>
- Keerthi Narayanan, D., Abdur Ravoof, A., Jayapriya, J., Revathi, G., & Murugan, M. (2023). Hazards in oil, gas, and petrochemical industries. *Crises in Oil, Gas and Petrochemical Industries: Disasters and Environmental Challenges*, 71–99. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95154-8.00010-4>
- Kern, J. D. (2022). *An Analysis of Ergonomic Stressors Experienced by Company XYZ Employees During Pipe Installation Tasks*. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/84153>
- Khan, N., Ismail, Z., Asiri, M. I., Behlil, F., Jamal, M. H., Othman, I. K., Jumain, M., Sharrar, L., Ishak, D. S. M., & Shahid, S. (2025). Escalating Heat Stress And Outdoor Labor Productivity Loss In The Arabian Peninsula: A Five-Decade Analysis Of Climate Change Impacts. *Earth Systems and Environment 2025*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/S41748-025-00903-9>
- Kodle, N. R., Bhosle, S. P., & Pansare, V. B. (2022). Work-Related Musculoskeletal Disorders and Ergonomic Intervention in Marble and Granite Industries: *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, *13*(5). <https://doi.org/10.4018/IJSESD.292038>
- Morcillo-Ramírez, K. A., Rey-Suquilanda, C. F., & García-Arias, N. (2024). Derecho laboral desde la seguridad Industrial en la industria petrolera ecuatoriana [Labour law from the perspective of industrial safety in the Ecuadorian oil industry]. *Verdad y Derecho. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Sociales*, *3*(especial 3 UNIANDES), 220–227. <https://doi.org/10.62574/GD329P32>
- Neganov, D. A., & Zorin, E. E. (2020). Predicting the remaining life of pipelines after repairing surface defects by grinding (Russian). *Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry*, *2020*(05), 93–96. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2020-5-93-96>
- Niwa, H., & Manabe, R. (2024). WBGT prediction with high spatial resolution using actual measurement data and data acquired using infrared sensors mounted on UAVs. *Sustainable Cities and Society*, *107*, 105470.

<https://doi.org/10.1016/J.SCS.2024.105470>

OIT. (2024). *Riesgos Físicos*. Organización Internacional del Trabajo.

Okobo, S., Chinedu, ;, & Christopher, O. (2025). The Impact of Workplace Hazards, Employees Health and Safety Status on Productivity in a Subsidiary Company of the Oil and Gas Sector. *Journal of Systematic, Evaluation and Diversity Engineering*. <https://doi.org/10.70382/AJSEDE.V9I5.016>

Ortega, J. S., & Ortega, J. S. (2024). Seguridad para el trabajo y salud ocupacional: una revisión sistemática a partir de las normativas, protocolos y sostenibilidad ecuatoriana. *Polo Del Conocimiento*, 9(1), 360–408. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6382>

Pamungkas, R. A., Ruga, F. B. P., Kusumapradja, R., & Kusumapradja, R. (2022). Impact of Physical Workload and Mental Workload on Nurse Performance: A Path Analysis. *International Journal of Nursing and Health Services (IJNHS)*, 5(2), 219–225. <https://doi.org/10.35654/IJNHS.V5I2.604>

Roque, Ibis Ávila, . Yilbert Martínez García. (2021). APUNTES SOBRE ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL. *Instituto Nacional de Salud de Trabajadores*.

Seo, S., Choi, Y., & Koo, C. (2024). Forecasting personal heat strain under extremely hot environments: Utilizing feature importance in machine learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 133, 108507. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAL.2024.108507>

Sociedad, U. Y., Salud Ocupacional El Ecuador, Y. E., de Lourdes Toro Toro, J., Comas Rodríguez, R., & Castro Sánchez, F. (2020). Normativa en seguridad y salud ocupacional en el Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 12(S(1)), 497–503. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1887>

Yalcin Kavus, B., Gulum Tas, P., & Taskin, A. (2023). A comparative neural networks and neuro-fuzzy based REBA methodology in ergonomic risk assessment: An application for service workers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123, 106373. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAL.2023.106373>

Yin, Y., Yang, H., Duan, P., Li, L., Zio, E., Liu, C., & Li, Y. (2022). Improved

quantitative risk assessment of a natural gas pipeline considering high-consequence areas. *Reliability Engineering & System Safety*, 225, 108583. <https://doi.org/10.1016/J.RESS.2022.108583>

Yoo, Y. J., & Cho, K. soo. (2022). Development of cost-effective IoT module-based pipe classification system for flexible manufacturing system of painting process of high-pressure pipe. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2022 119:7, 119(7), 5453–5466. <https://doi.org/10.1007/S00170-021-08478-1>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

**ENCUESTA REALIZADA A TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA
PETROLERA ECUATORIANA PARA EVALUAR LAS CONDICIONES
LABORALES RELACIONADAS AL RIESGO TÉRMICO Y ERGONÓMICO
EN SUS ACTIVIDADES**

CONDICIONES LABORALES		
AREA:	FECHA:	TRABAJADORES EXPUESTOS

ENCUESTA	SI	NO	NUNCA
¿Usted recibe charlas acerca de las posturas adecuadas para la actividad que está realizando?			
¿En su lugar de trabajo experimenta temperaturas elevadas al realizar sus actividades en entornos externos?			
¿Dispone usted de descansos programados entre las actividades que realiza durante tu jornada laboral?			
¿Considera usted que el estrés térmico influye en la productividad de sus actividades?			
¿Alguna vez usted ha consultado a un profesional de la salud (fisioterapeuta, médico) debido a problemas relacionados con la ergonomía en el trabajo?			

Anexo 2. Lugar del Caso de Investigación

