

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO BIOMECÁNICO AL QUE SE ENCUENTRAN  
EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DE PERFORACIÓN DE SUELOS EN LA EMPRESA  
LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.**

ROMERO GÓMEZ HARLEY FRANCISCO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS – UNIMINUTO  
SEDE RECTORIA UNIMINUTO BOGOTÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO  
BOGOTÁ D.C.

2024

ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO BIOMECÁNICO AL QUE SE ENCUENTRAN EXPUESTOS  
LOS TRABAJADORES DE PERFORACIÓN DE SUELOS EN LA EMPRESA LÓPEZ  
HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

ROMERO GÓMEZ HARLEY FRANCISCO

Documento resultado de Trabajo de grado para optar por el título de Administrador en  
Seguridad y Salud en el Trabajo

Director: MAYE CATALINA NEIRA CARDENAS

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS – UNIMINUTO  
SEDE RECTORIA UNIMINUTO BOGOTÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO  
BOGOTÁ D.C.

2024

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mi familia por ser la fuente de inspiración, a mi papá y mamá por su apoyo incondicional y ser guías en este proceso de crecimiento profesional, que con sus consejos siempre fueron ese faro de sabiduría y esperanza.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios por darme una oportunidad día a día de crecer ética, moral y profesionalmente, a mis padres por apoyar cada paso dado.

Quiero agradecer especialmente a mi pareja, por su apoyo incondicional.

De igual manera, quiero agradecer a mi asesora de trabajo de grado por su paciencia, acompañamiento, correcciones y consejos que contribuyeron a mi crecimiento profesional.

Por último, agradezco a la Corporación Universitaria Minuto de Dios por su compromiso y aporte a la sociedad en la educación de profesionales, que contribuyan en la mejora de las condiciones de vida de las diferentes comunidades.

## Tabla de contenido

	Pág.
Dedicatoria.....	2
Agradecimientos .....	4
Resumen .....	9
1. Problema.....	14
1.1. Árbol de problema .....	14
1.2. Descripción del problema .....	14
1.3. Formulación o pregunta problema .....	16
2. Objetivos .....	17
2.1. Objetivo general .....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Justificación.....	18
4. Hipótesis .....	19
5. Marco de referencia.....	20
5.1. Marco legal.....	20
5.2. Marco investigativo .....	22
5.3. Marco teórico .....	25
6. Metodología .....	30
6.1. Enfoque y alcance de la investigación .....	30
6.2. Cuadro resumen de objetivos, actividades, herramientas y población (o muestra) utilizada en la recolección de la información. ....	32
6.3. Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos .....	33
7. Resultados .....	37
7.1. Caracterizar la población de trabajadores y las actividades que se realizan durante la perforación de suelos en la empresa López Hermanos S.A.S., durante sus tareas diarias. ....	37

7.1.1.	Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico.....	44
7.2.	Evaluar las posturas y movimientos de los trabajadores utilizando la metodología REBA para la determinación de los niveles de riesgo ergonómico específicos.....	46
6.2.1.	Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico.....	47
6.2.2.	Realizar la aplicación del método REBA.....	47
7.3.	Proponer recomendaciones para la reducción de los riesgos ergonómicos identificados, optimizando las condiciones de los trabajadores de perforación de suelos.....	50
8.	Presupuesto .....	51
9.	Conclusiones.....	52
10.	Recomendaciones.....	53
	Referencias.....	54

## Listado de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Árbol de problemas .....	14
<b>Figura 2</b> Edad.....	37
<b>Figura 3</b> Nivel de Escolaridad.....	38
<b>Figura 4</b> Cargo .....	38
<b>Figura 5</b> Antigüedad en la Empresa .....	39
<b>Figura 6</b> Antigüedad en el Cargo.....	39
<b>Figura 7</b> Tiempo de Permanencia en Posición Bípeda .....	40
<b>Figura 8</b> Adopta Posturas Fuera de los Ángulos de Confort.....	40
<b>Figura 9</b> Peso Traslado .....	41
<b>Figura 10</b> Nivel de Actuación.....	50

## Listado de Tablas

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Marco Legal .....	20
<b>Tabla 2</b> Cuadro resumen de objetivos.....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Registro fotográfico</i> .....	44
<b>Tabla 4</b> <i>Nivel de actuación</i> .....	47
<b>Tabla 5</b> <i>Presupuesto ejecución trabajo de grado</i> .....	51

## Resumen

La ergonomía busca adaptar las condiciones laborales a las características de los trabajadores para prevenir enfermedades y mejorar la productividad. En este contexto, el análisis de riesgo biomecánico resulta clave para mitigar desordenes musculoesqueléticos (DME), frecuentes en sectores como la perforación de suelos, actividad principal de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS. Este estudio tuvo como objetivo analizar el nivel de riesgo biomecánico al que están expuestos sus trabajadores. La metodología incluyó un enfoque mixto, combinando observación directa, cuestionarios, entrevistas y el método REBA. La población estudiada fueron los cargos de perforadores y auxiliares, dentro de los resultados se evidenció que la mayoría de los trabajadores permanece en posición bípeda por más de seis horas al día y adoptan posturas fuera de los ángulos de confort. Además, deben manipular cargas superiores a 25 kg. El análisis REBA concluyó que se requiere intervenciones inmediatas, en este mismo sentido la caracterización demostró que la población está compuesta principalmente por hombres de diferentes rangos de edad, con niveles educativos bajos.

El estudio concluye que es imprescindible implementar mejoras en las condiciones laborales mediante estrategias personalizadas, así como realizar capacitaciones periódicas, programas de pausas activas y monitorear continuamente los riesgos. Estas acciones, además de cumplir con la normativa legal vigente, promoverán un entorno de trabajo más seguro y saludable, reduciendo la incidencia de DME y mejorando la productividad de la empresa. Este análisis aporta una base para futuras investigaciones en el ámbito geotécnico y destaca la importancia de una gestión preventiva en salud ocupacional.

**Palabras Clave.** Ergonomía, Método REBA, Ingeniería Geológica, Enfermedades Musculoesqueléticas, Ingeniería de la Construcción

## Introducción

La ergonomía es una disciplina que se centra en la adaptación de las condiciones de trabajo a las capacidades y características físicas y psicológicas de los trabajadores, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales, al tiempo que se mejora la productividad y el bienestar general del empleado. En este contexto, el análisis de riesgo biomecánico es una herramienta fundamental para identificar los peligros asociados a las condiciones laborales y establecer medidas correctivas o preventivas eficaces. Los trastornos musculo esqueléticos (TME) derivados de posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas pesadas, y otros factores de riesgo biomecánico, representan uno de los problemas en seguridad y salud en el trabajo más prevalentes, no solo a nivel global, sino también en industrias específicas como la construcción y la perforación geotécnica.

En particular, los trabajadores dedicados a la perforación de suelos, actividad central de la empresa *López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS*, se enfrentan a riesgos biomecánicos elevados debido a las exigencias físicas propias de sus trabajos. Estos trabajadores están expuestos a condiciones que requieren esfuerzos musculares intensos, posturas forzadas durante largos períodos y la manipulación de maquinaria pesada, factores que contribuyen al desarrollo de trastornos musculo esqueléticos. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2020), los trastornos musculo esqueléticos son responsables de más de la mitad de las enfermedades laborales a nivel mundial, afectando tanto la salud de los trabajadores como la productividad de las empresas.

El sector geotécnico, en el que se incluye la perforación de suelos, es particularmente vulnerable a estos problemas, ya que las actividades implican un alto nivel de esfuerzo físico y la exposición a condiciones ambientales que, en muchos casos, requieren de posturas incómodas y repetitivas. De acuerdo con un estudio de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, los trabajadores expuestos a condiciones laborales que requieren

manipulación manual de herramientas pesadas, posturas estáticas o trabajo en condiciones difíciles (como calor extremo o terrenos inestables) tienen una mayor probabilidad de desarrollar problemas musculoesqueléticos. En este sentido, el análisis de riesgos biomecánicos asociados a la perforación de suelos resulta esencial para prevenir estos problemas y mejorar tanto la salud de los trabajadores como la eficiencia operativa de la empresa. (UE-OSHA., 2019).

El objetivo principal de este estudio es analizar el nivel de riesgo biomecánico al que están expuestos los trabajadores de perforación de suelos en *López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS*, con el fin de identificar los factores de riesgo biomecánico presentes en su entorno laboral y proponer estrategias para mitigar los efectos negativos sobre la salud ocupacional. Este análisis se llevará a cabo utilizando herramientas de evaluación ergonómica estandarizadas, tales como el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), que permite evaluar rápidamente los riesgos derivados de las posturas y movimientos repetitivos en el trabajo. A través de este enfoque, se pretende proporcionar una visión detallada de los factores que contribuyen a los riesgos biomecánicos y ofrecer recomendaciones para mejorar las condiciones laborales.

El análisis de los riesgos biomecánicos en la perforación de suelos es crucial no solo desde una perspectiva de salud, sino también en términos de productividad y eficiencia. La OIT (2020) ha destacado la relación directa entre las condiciones ergonómicas de trabajo y el desempeño de los empleados. Los trastornos musculoesqueléticos no solo afectan la salud a largo plazo de los trabajadores, sino que también pueden generar un aumento significativo en el ausentismo, las bajas laborales y los costos asociados con la atención médica. Estos trastornos son la causa principal de incapacidad laboral en muchas industrias, y las empresas que no adoptan prácticas preventivas adecuadas pueden enfrentarse a un

impacto económico considerable debido a la disminución de la productividad y al aumento de los costos operativos.

En el contexto específico de *López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS*, el trabajo de perforación implica la utilización de equipos pesados, como máquinas perforadoras y bombas, que generan vibraciones y requieren de la manipulación constante por parte de los trabajadores. Estos operarios se ven obligados a adoptar posturas forzadas y realizar movimientos repetitivos que, con el tiempo, pueden originar una serie de problemas musculoesqueléticos, tales como dolores en la espalda, cuello, hombros y extremidades. El uso de herramientas manuales y la manipulación de equipos en terrenos irregulares también aumentan el riesgo de lesiones debido al esfuerzo físico constante y la exposición a condiciones que requieren de un alto grado de estabilidad física y resistencia.

La importancia de identificar los riesgos biomecánicos en sectores industriales de alto riesgo, este estudio se enfoca en analizar específicamente los peligros biomecánicos asociados con la perforación de suelos en empresas geotécnicas. Estos estudios subrayan que las técnicas de evaluación ergonómica, como el método REBA, son fundamentales para identificar las posturas peligrosas, los movimientos repetitivos y otros factores que contribuyen a los TME. La aplicación de herramientas de evaluación permite a las empresas identificar puntos críticos en sus procesos y actuar de manera efectiva para reducir los riesgos.

El análisis de los riesgos biomecánicos en *López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS* se llevará a cabo utilizando un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Primero, se realizará una observación directa en el lugar de trabajo para identificar las tareas que implican mayores riesgos biomecánicos. Posteriormente, se emplearán cuestionarios y entrevistas con los trabajadores para obtener su percepción sobre las condiciones laborales y los problemas de salud relacionados con la

ergonomía. Finalmente, se aplicó el método REBA para evaluar de manera objetiva las posturas y movimientos repetitivos a los que los trabajadores están expuestos durante su jornada laboral.

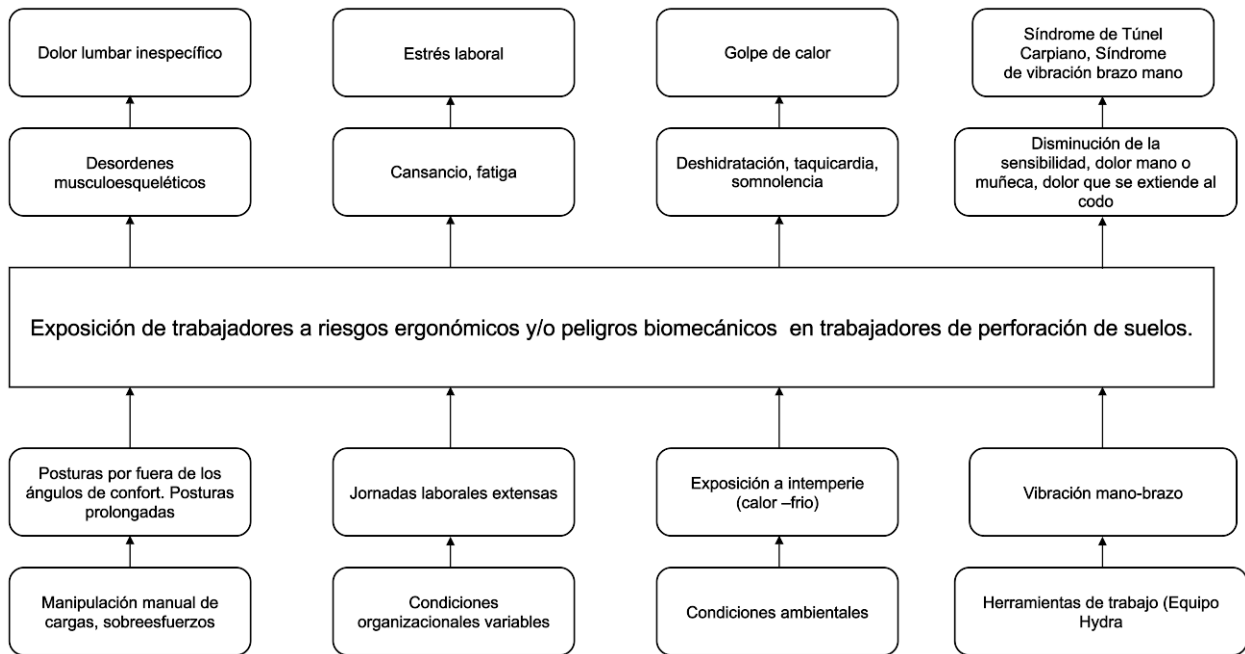
Este estudio tiene como objetivo proporcionar un enfoque integral para identificar y mitigar los riesgos biomecánicos en las actividades de perforación de suelos, un sector que enfrenta desafíos de seguridad y salud en el trabajo. Mediante la aplicación de herramientas estandarizadas como el método REBA, así como la recopilación de información de los trabajadores a través de cuestionarios y entrevistas, el objetivo no es sólo identificar factores de riesgo específicos, sino también proponer estrategias efectivas para mitigarlos.

Según un informe de la OIT, los factores organizacionales, como la carga de trabajo, la falta de pausas y la rotación de tareas, también juegan un papel importante en la aparición de trastornos musculoesquelético (OIT, 2020). Este análisis contribuirá al bienestar de los trabajadores y a la sostenibilidad operativa de empresas como López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS, destacando cómo la mejora de las condiciones biomecánicas tiene un impacto positivo tanto en la seguridad y salud en el trabajo como en la productividad general.

# 1. Problema

## 1.1. Árbol de problema

**Figura 1.**  
*Árbol de problemas*



*Nota.* Creación propia. (2024)

## 1.2. Descripción del problema

La accidentalidad laboral es un desafío que afecta la Seguridad y Salud en el Trabajo, pues según el Consejo Colombiano de Seguridad- CCS, en el año 2023, el sector de la construcción ocupó el segundo lugar con mayor número de accidentes de trabajo a nivel nacional, evidenciando el poco control de los riesgos laborales en este sector. Asimismo, es importante resaltar que el departamento de Boyacá, presentó una tasa de accidentalidad de 5,30 por cada 100 trabajadores en el año inmediatamente anterior, en el mismo sentido se reportó que la tasa de enfermedades laborales en el sector de la construcción es de 29,06 por cada 100 mil trabajadores a nivel nacional y específicamente para el departamento de Boyacá fue de 74,52

por cada 100 mil trabajadores, lo que sugiere la necesidad de mejorar las condiciones laborales. (CCS, 2024).

La empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S., es una organización familiar fundada en los años 80 en Tunja, Boyacá. Con una trayectoria profesional de más de 40 años, prestando servicios al sector constructivo en las áreas de estudio de suelos, ensayos de laboratorio, construcción y mantenimiento de pozos profundos.

Entre las diferentes actividades laborales desarrolladas por la empresa, se encuentra la exploración de suelos para la elaboración de estudios geotécnicos. Dicha exploración es una fase crucial en el sector constructivo, y durante la ejecución de esta actividad, los trabajadores se exponen a diferentes peligros biomecánicos dentro de los cuales se puede resaltar la manipulación manual de cargas pesadas por el cargue y descargue de máquinas, equipos y herramientas, la adopción de posturas mantenidas durante el acople de tubería, las posturas por fuera del ángulo de confort al realizar la manipulación de herramientas y postura prolongada bípeda al momento de operar equipos de exploración del suelo, ya que esta actividad se realiza el 65% de la jornada laboral. Estas condiciones pueden resultar en el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos y otras complicaciones de salud relacionadas con el trabajo, que no solo afectan el bienestar de los trabajadores, sino que también pueden impactar negativamente la eficiencia y productividad de las operaciones de la empresa.

El ausentismo laboral producido como consecuencia de los desórdenes musculoesqueléticos debido a la exposición a peligros biomecánicos representa un costo importante para la empresa, tanto en términos de reemplazo de personal como en términos de pérdida de productividad.

La seguridad y salud en el trabajo (SST) es una parte crucial en las operaciones de cualquier empresa, especialmente en aquellas como López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. Teniendo en cuenta que la implementación de programas eficaces de seguridad y salud en el trabajo no sólo protege a los trabajadores, sino que también ayuda a

reducir los incidentes y accidentes de trabajo, no solo es importante reconocer los peligros biomecánicos que se presentan en la compañía, sino que se hace necesario conocer el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran los expuestos los trabajadores, para poder tomar las acciones necesarias al respecto.

### **1.3. Formulación o pregunta problema**

¿Cuál es el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Analizar el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Caracterizar la población de trabajadores y las actividades que se realizan durante la perforación de suelos en la empresa López Hermanos S.A.S., durante sus tareas diarias.
2. Evaluar las posturas y movimientos de los trabajadores utilizando la metodología REBA para la determinación de los niveles de riesgo biomecánico específicos.
3. Proponer recomendaciones para la reducción de los peligros biomecánicos que inciden en la generación de riesgo biomecánico en el puesto de trabajo.

### 3. Justificación

Según la Organización Mundial de la Salud-OMS (2021), los trastornos musculoesqueléticos, representan una carga importante para la salud y la productividad. Se estima que aproximadamente el 33% de la población mundial padece trastornos musculoesqueléticos no especificados. Los trastornos musculoesqueléticos son una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo y tienen un impacto significativo en la calidad de vida y las capacidades funcionales de los afectados.

Se estima que los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo representan aproximadamente el 22% de todas las enfermedades laborales en todo el mundo. Estos trastornos laborales pueden resultar en ausentismo, reducción de la productividad, altos costos de atención médica y rehabilitación, y una carga económica significativa para los empleadores y los sistemas de salud.

De acuerdo con la (Cámara de Comercio de Tunja, 2020), la sección F (Construcción) y la sección M (Actividades profesionales) están compuestas por 2.015 unidades empresariales con 3.364 trabajadores, un porcentaje de participación en el empleo del 10,04% y un promedio de empleabilidad de 3,40 y se ubica entre las primeras diez con mayor participación de empleo en la ciudad, ocupando el cuarto puesto.

Ese mismo año según el (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024), en el municipio de Tunja se otorgaron 132 licencias de construcción para 52.886 metros cuadrados, el 14% del área total licenciada en el país para el 2020.

Esta información resalta la importancia de abordar los riesgos biomecánicos en el lugar de trabajo, como los asociados con la perforación de suelos en López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S., para prevenir trastornos musculoesqueléticos y crear un entorno de trabajo seguro y saludable para los trabajadores.

López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. se enfrenta a desafío en materia de seguridad y salud en el trabajo, especialmente en el sector de la construcción donde

desarrolla sus actividades. En el sector constructivo los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales representan una amenaza oculta, el elevado número de accidentes y enfermedades laborales en este sector, especialmente en el departamento de Boyacá, demuestra la necesidad de mejorar las condiciones laborales y prevenir riesgos.

Dentro de las actividades laborales de la empresa, la exploración de suelos para estudios geotécnicos destaca como una tarea crucial pero también como una fuente de riesgo biomecánico para los trabajadores. La manipulación manual de cargas pesadas, las posturas prolongadas y la exposición a factores de riesgo biomecánico durante la ejecución de esta actividad pueden generar desórdenes musculoesqueléticos.

Finalmente, la realización de este estudio proporcionará información valiosa tanto para la empresa en cuestión como para el sector geotécnico en general. La identificación precisa de los riesgos biomecánicos específicos asociados con la perforación de suelos permitirá a la empresa implementar soluciones dirigidas a prevenir las lesiones, reducir los costos derivados de enfermedades laborales y aumentar la satisfacción y la motivación de los trabajadores. Este enfoque preventivo no solo beneficia a los operarios de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS, sino que también puede servir como un modelo para otras empresas del sector, contribuyendo al desarrollo de mejores prácticas ergonómicas en la industria.

Así pues, la justificación de este estudio radica en la necesidad de proteger la salud de los trabajadores expuestos a riesgos biomecánicos en la perforación de suelos, un sector que a menudo presenta condiciones laborales demandantes. Identificar estos riesgos y proponer medidas para mitigarlos no solo para mejorar la calidad de vida de los trabajadores, sino que también fortalecen la competitividad y la sostenibilidad de la empresa en el largo plazo.

#### **4. Hipótesis**

El presente trabajo no presenta una hipótesis, ya que no se busca comprobar o afirmar algo, sino busca medir el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los

trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.

De acuerdo con (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio, 2018, pág. 104), no en todas las investigaciones cuantitativas se plantean hipótesis.

## 5. Marco de referencia

### 5.1. Marco legal

**Tabla 1**  
*Marco Legal*

<b>Norma</b>	<b>Institución Normalizadora</b>	<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aporte al Proyecto</b>
<b>Ley 1562</b>	Congreso de Colombia	2012	Por el cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional.	Da un enfoque integral para prevenir DME. Establece obligaciones específicas para los empleadores. Introduce el SG-SST. Establece un sistema de garantía de calidad. Establece la actualización periódica de la tabla de enfermedades, incluyendo los DME. Establece la obligación de realizar vigilancia epidemiológica de los AT y EL. (Congreso de Colombia, 2012)
<b>Decreto 1072</b>	Presidencia de la República	2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo	En el libro 2, parte 2, título 4, capítulo 6 define las directrices de obligatorio cumplimiento para del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. (Presidente de la República de Colombia, 2015)
<b>Decreto 1477</b>	Presidencia de la República	2014	Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales.	En el anexo técnico de este decreto, Sección II, Parte B, Grupo XII, encontramos las enfermedades del sistema musculoesqueléticos y tejido conjuntivo. (Presidente de la República de Colombia, 2014)
<b>Decreto 1507</b>	Presidencia de la República	2014	Por el cual se expide el Manual Único para la Calificación de la Pérdida de la	Establece definiciones de términos como capacidad laboral, capacidad ocupacional, discapacidad, incapacidad

			Capacidad Laboral y Ocupacional.	permanente parcial e invalidez. (Presidente de la República de Colombia, 2014)
<b>Resolución 3050</b>	Ministerio del Trabajo	2022	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos del Programa de Rehabilitación Integral para la reincorporación laboral y ocupacional en el Sistema General de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones.	Incluye definiciones de términos como Análisis de puesto de trabajo, desempeño ocupacional, evaluación del desempeño ocupacional funcional, mejoría médica máxima, orientación ocupacional, readaptación laboral, reconversión de la mano de obra, rehabilitación funcional, rehabilitación integral, rehabilitación laboral, reincorporación laboral, reinducción, reubicación del trabajador. (Ministerio del Trabajo, 2022)
<b>Resolución 0312</b>	Ministerio del Trabajo	2019	Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.	Determina los estándares mínimos para los SG-SST, acorde a las características de la empresa. (Ministerio del Trabajo, 2019)
<b>Resolución 1918</b>	Ministerio de la Protección Social	2009	por la cual se modifican los artículos 11 y 17 de la Resolución 2346 de 2007 y se dictan otras disposiciones.	Contratación, costo, custodia y entrega de las evaluaciones médicas ocupacionales. (Ministerio de la Protección Social, 2009)
<b>Resolución 2844</b>	Ministerio de la Protección Social	2007	Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia	Dolor lumbar inespecífico, enfermedad discal, Desordenes musculo esqueléticos, Hombro doloroso. (Ministerio de la Protección Social, 2007)
<b>Resolución 1401</b>	Ministerio de la Protección Social	2007	Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.	Permite identificar las situaciones que los han generado, e implementar las medidas correctivas encaminadas a eliminar o minimizar condiciones de riesgo. (Ministerio de la Protección Social, 2007)
<b>Resolución 2346</b>	Ministerio de la Protección Social	2007	Por el cual se regulan evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.	Las evaluaciones médicas laborales deben aplicarse obligatoriamente antes, durante y después de la ejecución del trabajo encomendado. Estas evaluaciones médicas están a cargo del empleador, sea público o privado. (Ministerio de la Protección Social, 2007)
<b>Resolución 4050</b>	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	1994	Por la cual se aclara una Resolución	Implementa los exámenes de ingreso y periódicos del trabajador, prohibiendo la prueba de embarazo. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1994)

<b>Resolución 2400</b>	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	1979	Por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo;	Define disposiciones específicas que deben cumplirse en el lugar de trabajo para prevenir lesiones y enfermedades laborales. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979)
------------------------	--	------	---	---

## 5.2. Marco investigativo

La ergonomía ha permitido analizar e intervenir la prevención de desórdenes musculoesqueléticos con enfoque en el diseño y organización de los espacios de trabajo ha permitido la adaptación de capacidades y limitaciones del ser humano, el objetivo principal de la ergonomía es mejorar el bienestar y el rendimiento de los trabajadores, reduciendo el riesgo de lesiones y enfermedades laborales.

Según Jairo Ernesto Luna-García es necesario mejorar la formación de los profesionales en ergonomía para que comprendan el trabajo en el contexto colombiano, de acuerdo con lo mencionado por el autor, se debe alejar la tendencia generalista de la Seguridad y Salud en el trabajo (García, 2013), en este artículo el autor propone abogar por enfoque integral y colaborativo que incluya la ergonomía como un elemento clave en la salud laboral en Colombia.

Los autores, Ana M. García y su equipo mencionan como la ergonomía participativa puede empoderar a los trabajadores y mejorar su bienestar en el entorno laboral, la participación directa de los trabajadores es fundamental. Ellos deben estar involucrados en la identificación de problemas, así como en la priorización y evaluación de las soluciones implementadas. El principio básico de la ergonomía participativa es la capacitación de los trabajadores (Ana M García, 2009).

Actualmente las empresas que desarrollan procesos que requieren la presencia de los trabajadores para cumplir con tareas donde prima el trabajo manual, la aplicación de fuerza y otras exigencias físicas, cuando estas exigencias superan las capacidades de los trabajadores, acarrearán molestia, fatiga y en casos crónicos desórdenes musculoesqueléticos (DME).

Los Desordenes Musculo Esqueléticos (DME) son cada vez más frecuentes en los entornos laborales, impactando negativamente a los trabajadores. Estos desordenes son el resultado de superar las capacidades físicas de los trabajadores, el sobreuso de segmentos corporales es prevenible si se consideran las características individuales y las condiciones laborales.

Existen múltiples factores que predisponen la aparición de DME, incluyendo condiciones individuales de la tarea y organizacionales. Mediante un diseño adecuado de puestos de trabajo, la consideración de jornadas laborales, tiempos de descanso y otros factores reguladores del riesgo. La implementación de medidas preventivas puede reducir significativamente la incidencia de los DME.

Se ha encontrado asociación entre la prevalencia de síntomas de espalda baja y estilo de vida sedentario. Así mismo, se ha encontrado presencia de dolor en la región dorsal y cervical de ellos trabajadores, relacionado con la debilidad de los músculos paravertebrales y abdominales secundarios a sobrepeso y obesidad. Se ha encontrado relación de otras variables de condición física como potencia abdominal (Cecilia A. Ordoñez, 2016).

El incremento considerable de la incidencia de lesiones del sistema musculoesquelético en Colombia no ha superado la etapa de diagnóstico. Las estrategias actuales limitan su alcance al desarrollo de programas de intervención clínica y rehabilitación y a la implementación de programas de vigilancia epidemiológica que no han mostrado los resultados esperados en términos de prevención (Calderón, 2015).

El Ministerio de Protección Social atendiendo la necesidad de intervenir los riesgos biomecánicos, emitió las Guías de Atención Integral Basadas en la Evidencia (GATISO), brindando unas bases para la prevención, vigilancia y control

El estudio realizado por (Charry Diaz, 2010) denominado “Evaluación integral del riesgo ergonómico en trabajadores de un equipo de perforación petrolera en el magdalena medio colombiano, durante el primer semestre de 2010”, planteo el uso de una herramienta para la evaluación ergonómica que permitió establecer que más de la mitad de la población objeto de

estudio presentaba riesgo alto o muy alto en la presencia de síntomas y/o trastornos musculoesqueléticos. Este estudio resalta que los encuelladores y perforadores presentan niveles Muy Alto y Alto de riesgo de lesiones musculoesqueléticas, cargos semejantes a los desempeñados por los perforadores y auxiliares de perforación de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.

Uno de los estudios realizados por (Cabezas Rojas, 2017) denominado “Estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de cuñero en un equipo de perforación de Pozos de Petróleo”, concluye que el aplicar un sistema de extracción hidráulico para el levantamiento de cuñas minimiza la exposición del trabajador y reduce las molestias musculoesqueléticas. Asimismo, es importante mencionar que este estudio aborda la metodología REBA, demostrando su efectividad.

En cuanto a los trastornos musculoesqueléticos investigaciones previas demuestran que el estar expuesto a riesgos ergonómicos incide directamente en la aparición de estos como es el estudio realizado por (Pérez et al., 2021) en donde se concluye que el personal de mampostería del sector de la construcción presenta una alta frecuencia de generar enfermedades con síndrome de túnel carpiano, lumbagos, epicondilitis, tendinitis, bursitis y la enfermedad Quervain.

En el análisis de riesgo ergonómico realizado por (Padilla Sudario, 2015) considera que los problemas de las diferentes enfermedades encontradas en los trabajadores se originan de malas posturas, movimiento de cargas pesadas y falta de pausas activas dentro de las jornadas laborales. Estas condiciones mencionadas son factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores del proceso de estudio de suelos.

El estudio realizado por Gorce y Jacquier-Bret (2021) concluye que la postura y la configuración de las tareas afectan significativamente las zonas de los hombros, el cuello y la espalda. Un diseño eficaz de las tareas y ajustes de altura pueden mitigar estos riesgos, destacando la importancia de ajustar los puestos de trabajo y promover la capacitación en el

cuidado de la postura para reducir los riesgos ergonómicos en tareas que requieren precisión y movimientos repetitivos.

Mehta y Agnew (2010), analizaron los efectos de factores individuales (edad y género) y ocupacionales (fatiga y dificultad de la tarea) en el desempeño y demandas biomecánicas durante una tarea de perforación simulada. Se encontró que la fatiga reduce la velocidad y la precisión del desempeño, afectando más a los participantes jóvenes y a las mujeres, quienes mostraron mayor actividad muscular en los hombros. Las condiciones de fatiga también alteraron los patrones de reclutamiento muscular, incrementando el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, independientemente de la dificultad de la tarea. Estos hallazgos resaltan la necesidad de adaptar las condiciones laborales a las características individuales para minimizar riesgos ergonómicos.

### **5.3. Marco teórico**

Al abordar un estudio que busca analizar los factores de riesgo biomecánicos en trabajadores de la perforación de suelos para estudios geotécnicos, es fundamental revisar los enfoques teóricos existentes, que permitan abordar correctamente esta investigación. A través de este marco teórico, se considerarán los principales conceptos, con el fin de comprender como el reconocimiento de estos son necesarios para poder llevar a cabo correctamente dicho estudio y relacionarlo con la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.

En primer lugar, según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, 2000), “la ergonomía es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema.” Por lo tanto, para el análisis de factores de riesgo biomecánico se debe comprender la interacción que hay entre los trabajadores, las actividades realizadas y el entorno de trabajo

(ambiente, maquinas, equipos y herramientas). Asimismo, la organización del trabajo y el entorno laboral. Es decir, los factores psicosociales que tengan una interacción en el sistema de trabajo.

Aunque los factores de riesgo según la Administradora de Riesgos Laborales SURA (ARL) “encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo”. En consecuencia, se hace necesario que todas las empresas identifiquen dichos factores de riesgo y desarrollen acciones que mantengan controlados aquellos factores que no es posible eliminar.

Por lo tanto, los trabajadores de campo (Perforadores y Auxiliares de perforación), de la empresa López Hermanos S.A.S., se exponen a factores de riesgo Biológicos, físicos, químicos, psicosociales, mecánicos, locativos y biomecánicos. En particular los factores de riesgo biomecánicos, ha sido el factor que más ha afectado a los trabajadores al desarrollar tareas de manejo manual, muchos de estos trabajadores han manifestado no poder continuar sus actividades laborales diarias por dolencias ocasionadas por el trabajo.

De acuerdo con la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desordenes Musculo Esqueléticos (GATISO-DME, 2006) “pueden ser causados tanto por exposiciones ocupacionales como por exposiciones no ocupacionales. Comprenden un grupo heterogéneo de diagnósticos que incluyen alteraciones de músculos, tendones, vainas tendinosas, síndromes de atrapamientos nerviosos, alteraciones articulares y neurovasculares”. Estos trastornos musculo esqueléticos son una de las dolencias de origen laboral más habituales, según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA), “Los problemas de salud varían desde molestias y dolores leves hasta enfermedades más graves que requieren baja por enfermedad o tratamiento médico. En los casos crónicos estos trastornos pueden provocar una discapacidad e impedir que la persona afectada siga trabajando”.

En la actualidad, la ergonomía y el análisis de los factores de riesgo biomecánico en el entorno laboral se han convertido en temas esenciales para mejorar la calidad de vida de los trabajadores y optimizar el rendimiento organizacional. Este estudio se enfoca en la identificación

y análisis de los factores de riesgo biomecánicos que afectan a los trabajadores de perforación de suelos para estudios geotécnicos de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S., cuyo trabajo implica la manipulación de equipos y herramientas pesadas en condiciones de trabajo exigentes. Para abordar esta investigación, es necesario comprender el contexto teórico de la ergonomía, los peligros biomecánicos que según Neira y Aguilar, (2022), estos se clasifican, según la Guía Técnica Colombiana (GTC 45) del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec, 2012) en postura, esfuerzo, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas. Asimismo, se tienen en cuenta los trastornos musculoesqueléticos y los métodos de evaluación utilizados para medir estos riesgos en el entorno laboral.

El análisis de los factores de riesgo biomecánico implica identificar las condiciones que pueden comprometer la salud y el bienestar de los trabajadores. Según la Administradora de Riesgos Laborales SURA (ARL), los factores de riesgo son aquellos elementos que tienen el potencial de causar lesiones o daños materiales. La probabilidad de que estos riesgos se materialicen depende de la capacidad de la empresa para eliminar o controlar los elementos agresivos en el entorno de trabajo. Entre los factores de riesgo que afectan a los trabajadores en la perforación de suelos se incluyen factores biológicos, físicos, químicos, psicosociales, mecánicos, locativos y biomecánicos (ARL).

Particularmente, los factores biomecánicos, que están relacionados con el esfuerzo físico realizado por los trabajadores durante tareas manuales, son los que presentan mayor incidencia en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. La manipulación repetitiva de herramientas y el trabajo en posturas incómodas, a menudo durante largos periodos de tiempo, incrementa el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (TME), que son comunes en trabajadores de la construcción y de la perforación de suelos.

En las actividades de perforación de suelos, particularmente en el contexto geotécnico, los trabajadores se exponen a una variedad de factores de riesgo biomecánicos y psicosociales.

Estos factores están relacionados con la repetición de movimientos, la manipulación de herramientas pesadas, el trabajo en condiciones ambientales extremas y las posturas incómodas que deben adoptar durante las tareas de perforación.

Los peligros biomecánicos se refieren principalmente a las exigencias físicas de las tareas, que requieren fuerza, movimientos repetitivos y posturas forzadas, lo cual aumenta la probabilidad de que los trabajadores desarrollen trastornos musculo esqueléticos (TME). Las malas posturas, como trabajar agachado o inclinado durante largos períodos, o la manipulación manual de equipos pesados, son comunes en el sector de perforación y están directamente asociadas con la aparición de dolor muscular y lesiones en la espalda, los hombros y las muñecas (Punnett, Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate., 2004).

Además de los factores biomecánicos, los trabajadores también pueden estar expuestos a factores psicosociales, como el estrés relacionado con el ritmo de trabajo, la presión de cumplir plazos o la falta de control sobre el entorno de trabajo. Los estudios han demostrado que los factores psicosociales, como la carga mental elevada o la falta de apoyo social en el trabajo, pueden agravar los efectos de los factores físicos, aumentando el riesgo de lesiones y la percepción de fatiga (Siegrist, 2012).

Para poder gestionar eficazmente los riesgos biomecánicos, es crucial contar con métodos de evaluación precisos que permitan identificar y cuantificar los riesgos asociados a las tareas realizadas por los trabajadores. Existen diferentes herramientas y métodos que se pueden emplear para evaluar estos riesgos, siendo uno de los más conocidos el método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Este método se utiliza para evaluar las posturas y las cargas físicas a las que se ve expuesto el trabajador durante sus tareas. La aplicación del REBA permite identificar tareas de alto riesgo que pueden generar lesiones musculo esqueléticas y permite establecer medidas correctivas.

Un estudio aplicado por Gallego et al. (2019), en el que se utilizó este método para evaluar los riesgos ergonómicos en la industria floricultora, demostró que el uso de herramientas participativas, como encuestas y entrevistas a los trabajadores, permitió identificar las principales áreas de riesgo y diseñar intervenciones más efectivas. Las recomendaciones que se derivaron de esta evaluación incluían la implementación de pausas activas, la reconfiguración de las estaciones de trabajo y la capacitación en técnicas de manejo de cargas. Este enfoque participativo no solo ayudó a reducir los riesgos laborales, sino que también contribuyó a mejorar la moral y el bienestar de los trabajadores. (Gallego Garcia Leidy Daniela, 2019).

La prevención de los trastornos musculo esqueléticos y otros riesgos biomecánicos en el lugar de trabajo implica un enfoque integral que incluya la identificación de riesgos, la modificación de las condiciones laborales y la promoción de hábitos saludables entre los trabajadores. Las estrategias de prevención deben abordar tanto los factores físicos como los psicosociales, y deben incorporar tanto medidas técnicas (modificación de herramientas y puestos de trabajo) como organizativas (gestión del tiempo, distribución de tareas, etc.) (Dul, 2012).

Además de la intervención en el diseño del trabajo, es esencial promover la ergonomía participativa, que implica involucrar a los trabajadores en la identificación de riesgos y en la toma de decisiones sobre las modificaciones a implementar. Este enfoque fomenta la cooperación y la responsabilidad compartida entre empleadores y empleados, lo que favorece la efectividad de las intervenciones y la sostenibilidad de los cambios propuestos.

El análisis y la evaluación de los riesgos ergonómicos en los entornos laborales son fundamentales para la identificación y mitigación de los riesgos a los que se exponen los trabajadores. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Gallego et al. (2019), quienes

aplicaron el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) para evaluar los riesgos asociados con las tareas realizadas en una empresa de flores. Utilizando herramientas como el cuestionario nórdico y la encuesta sociodemográfica, los autores concluyeron que el nivel de riesgo para tareas específicas era bajo a medio, y propusieron una serie de recomendaciones para mejorar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Este estudio permitió identificar áreas de mejora y, mediante un enfoque participativo, promovió un ambiente laboral más seguro, contribuyendo a la reducción de los riesgos y mejorando el rendimiento general de los trabajadores. (Gallego Garcia Leidy Daniela, 2019).

Este enfoque participativo en la evaluación de riesgos es clave, ya que fomenta la colaboración de los trabajadores en la identificación de problemas y la implementación de soluciones. Al involucrar a los trabajadores en el proceso de análisis, se asegura que las recomendaciones sean prácticas y ajustadas a la realidad de su entorno de trabajo.

## **6. Metodología**

### **6.1. Enfoque y alcance de la investigación**

#### **Enfoque de la Investigación**

El presente estudio se enfoca en el análisis de los factores de riesgo biomecánicos a los que están expuestos los trabajadores en el área de perforación de suelos para estudios geotécnicos de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. La investigación busca identificar y evaluar los riesgos biomecánicos relacionados con las tareas de perforación, así como sus implicaciones en la salud de los trabajadores, particularmente en lo que respecta a los trastornos musculoesqueléticos (TME). Estos trastornos, como dolor en la espalda, hombros y extremidades superiores son comunes en trabajos que requieren esfuerzo

físico y posturas forzadas durante periodos prolongados (Punnett, Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate., 2004).

El enfoque de esta investigación es cuantitativo y descriptivo, dado que se pretende identificar y analizar los riesgos presentes en el lugar de trabajo, sin intervenir de manera experimental en las condiciones laborales durante el proceso. Se utilizarán herramientas de evaluación ergonómica como el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), el cual permite valorar las posturas y la carga física de los trabajadores al realizar sus tareas diarias, con el objetivo de clasificar los riesgos en diferentes niveles de gravedad y determinar las medidas correctivas necesarias (Hignett, 2000).

### **Alcance de la Investigación**

El presente estudio se enmarca en el análisis de los factores de riesgo biomecánicos a los que están expuestos los trabajadores del área de perforación de suelos para estudios geotécnicos de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. Se abordarán los riesgos relacionados a la exposición a peligros biomecánicos, como la manipulación manual de equipos y herramientas pesadas, las posturas inadecuadas durante la perforación, los movimientos repetitivos y esfuerzos realizados en el desarrollo de las actividades laborales.

La investigación se centrará en la identificación de las áreas de mayor riesgo dentro de las operaciones de perforación, utilizando para ello tanto la observación directa de las tareas realizadas como encuestas y entrevistas a los trabajadores para recabar información sobre sus percepciones y experiencias laborales. El estudio no busca modificar las condiciones de trabajo inmediatamente, sino más bien proporcionar una base de datos objetiva sobre los factores de riesgo presentes, lo que permitirá a la empresa tomar decisiones informadas para mejorar las condiciones laborales y prevenir enfermedades laborales a largo plazo.

El estudio también tiene un alcance limitado en cuanto a la generalización de los resultados. Si bien los hallazgos pueden ser aplicables a otras empresas del sector geotécnico, las condiciones específicas de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S., como el tipo de maquinaria utilizada, el entorno laboral y las características demográficas de los trabajadores, pueden influir en la interpretación y aplicación de las recomendaciones. No obstante, los resultados obtenidos contribuirán al conocimiento de los riesgos biomecánicos en el ámbito de la perforación de suelos y servirán como referencia para futuras investigaciones en este campo.

## 6.2. Cuadro resumen de objetivos, actividades, herramientas y población (o muestra) utilizada en la recolección de la información.

**Tabla 2**  
*Cuadro resumen de objetivos*

<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Población o Muestra</b>
<b>Analizar el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia Y Aguas Subterráneas S.A.S.</b>	Caracterizar la población de trabajadores y las actividades que se realizan durante la perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. durante sus tareas diarias.	Diseño de encuesta de perfil sociodemográfico y morbilidad sentida	Formulario Google	Perforadores y auxiliares de perforación (10)
		Aplicación de encuesta	Formulario Google	
		Análisis de los datos recopilados	Informe de resultados	
		Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico	Registro fotográfico	
<b>Analizar el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos</b>	Evaluar las posturas y movimientos de los trabajadores utilizando la metodología REBA para la determinación de los niveles de riesgo	Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico	Registro fotográfico	Perforadores y auxiliares de perforación (10)
		Realizar la aplicación del método REBA	Hoja de campo REBA	
		Analizar los resultados obtenidos	Cuadro de Excel	

<b>Geotecnia Y Aguas Subterráneas S.A.S.</b>	biomecánico específicos.			
<b>Analizar el nivel de riesgo biomecánico al que se encuentran expuestos los trabajadores de perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia Y Aguas Subterráneas S.A.S.</b>	Proponer recomendaciones para la reducción de los peligros biomecánicos que inciden en la generación de riesgo biomecánico en el puesto de trabajo.	Planteamiento de las recomendaciones para la empresa	Documento escrito	Perforadores y auxiliares de perforación (10)

### **6.3. Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos**

El diseño metodológico de esta investigación fue estructurado con el objetivo de alcanzar de manera eficiente los objetivos específicos planteados, que consisten en caracterizar la población de trabajadores y sus actividades, evaluar los riesgos biomecánicos mediante la metodología REBA, y proponer recomendaciones para la mejora de las condiciones laborales. Este diseño se basó en un enfoque cuantitativo y descriptivo, con el fin de obtener datos precisos y detallados sobre los factores de riesgo biomecánicos presentes en el ambiente laboral de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. A continuación, se describe cada una de las fases del proceso metodológico.

#### **1. Caracterización de la Población de Trabajadores y sus Actividades**

El primer objetivo específico de la investigación consistió en caracterizar a la población de trabajadores de la empresa, particularmente a los perforadores y auxiliares de perforación. Para ello, se recopiló información sociodemográfica de los trabajadores, como edad, género, años de experiencia en el campo, y nivel de formación. Esta información fue recolectada mediante una encuesta sociodemográfica diseñada específicamente para este estudio.

Además, se realizó un análisis detallado de las actividades diarias de los trabajadores durante el proceso de perforación de suelos. Para esto, se observó y registró el tipo de tareas realizadas, las herramientas y equipos utilizados, y las condiciones en las que se llevaban a cabo las actividades. A través de observación directa en el sitio de trabajo y entrevistas semiestructuradas con los operarios, se identificaron las tareas más demandantes físicamente, especialmente aquellas que involucraban el uso manual de herramientas pesadas, las posturas forzadas y los movimientos repetitivos. (Punnett, Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate., 2004).

## **2. Evaluación de Riesgos Biomecánicos Usando la Metodología REBA**

Una vez caracterizadas las actividades y los trabajadores, el siguiente paso fue evaluar los riesgos biomecánicos presentes en las tareas de perforación. Para este fin, se utilizó el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), una herramienta ampliamente utilizada para evaluar las posturas y movimientos de los trabajadores en diversas tareas. Este método permite identificar y clasificar los riesgos biomecánicos a partir de la evaluación de las posiciones adoptadas por el trabajador, la carga física involucrada en la tarea, y los movimientos repetitivos.

La evaluación se realizó observando directamente a los trabajadores mientras ejecutaban sus tareas diarias. Cada una de las posturas adoptadas durante el proceso de perforación fue analizada de acuerdo con los criterios del método REBA, lo que permitió asignar un puntaje que indica el nivel de riesgo de cada postura y, por lo tanto, el nivel general de riesgo de la tarea. A través de este análisis, se pudieron identificar las actividades de mayor riesgo y aquellas que requerían ajustes inmediatos para prevenir la aparición de trastornos musculo esqueléticos (TME). (Hignett, 2000).

### **3. Propuestas de Recomendaciones para la Reducción de los Peligros Biomecánicos**

Una vez identificados los riesgos biomecánicos mediante el uso de REBA, se procedió a desarrollar un conjunto de recomendaciones para reducir estos riesgos y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de perforación de suelos. Las recomendaciones se basaron tanto en la modificación de las posturas y los movimientos, como en la mejora de las herramientas y los equipos utilizados.

Para la propuesta de soluciones, se tuvo en cuenta la necesidad de ajustar las estaciones de trabajo, recomendar el uso de equipos biomecánicos (como herramientas que reduzcan la carga física), y promover la implementación de pausas activas que permitan a los trabajadores descansar y disminuir la fatiga. Además, se consideraron las condiciones psicosociales que pudieran contribuir a la percepción del esfuerzo físico y el estrés laboral, como la organización del trabajo y los tiempos de descanso.

También se plantearon medidas preventivas como la capacitación en técnicas de manejo de cargas y ergonomía, así como la implementación de un sistema de monitoreo periódico de la salud laboral de los trabajadores. Las propuestas fueron discutidas con los trabajadores y los supervisores, de manera que las soluciones fueran viables y aceptadas en el contexto específico de la empresa. (Punnett, *Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate.*, 2004).

### **4. Instrumentos Utilizados**

Para la recolección de datos se emplearon diversos instrumentos, entre los que destacaron:

- **Encuesta sociodemográfica:** Para obtener información básica sobre los trabajadores y su experiencia en el campo.

- **Observación directa:** Se realizaron observaciones en el sitio de trabajo para identificar las tareas realizadas y las posturas adoptadas por los trabajadores.
- **Metodología REBA:** Para evaluar los riesgos biomecánicos asociados a las posturas y movimientos de los trabajadores.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Para recoger la percepción de los trabajadores sobre las condiciones laborales y su salud física relacionada con el trabajo.

## 5. Alcance y Limitaciones

El alcance de la investigación estuvo limitado a los trabajadores de perforación de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S. y a las tareas específicas de perforación de suelos. La evaluación se centró en las condiciones laborales de un grupo de trabajadores en particular, lo que implica que las recomendaciones propuestas podrían no ser directamente aplicables a otras empresas del sector sin realizar un análisis previo de sus condiciones específicas.

Además, aunque se utilizaron métodos validados y herramientas de evaluación reconocidas, las observaciones y las evaluaciones realizadas se basaron en situaciones puntuales y no contemplaron todas las posibles variaciones en las condiciones de trabajo a lo largo del tiempo.

## 7. Resultados

### 7.1. Caracterizar la población de trabajadores y las actividades que se realizan durante la perforación de suelos en la empresa López Hermanos S.A.S., durante sus tareas diarias.

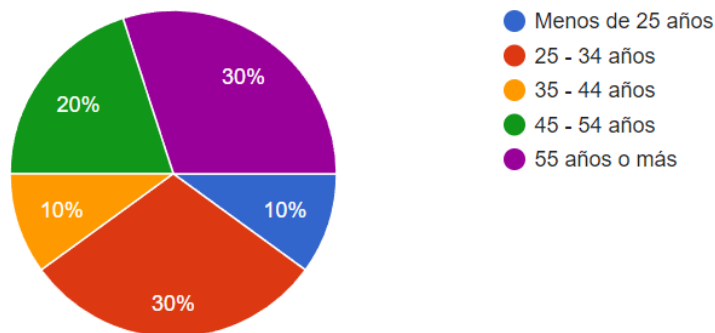
En el proceso de caracterización de la población de trabajadores y las actividades que se realizan durante la perforación de suelos en la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S., se obtuvo una visión detallada tanto de las condiciones laborales como de los factores de riesgo biomecánicos a los que se enfrentan los empleados. A continuación, se presentan los principales hallazgos de esta fase de la investigación.

#### Población de Trabajadores

La población de trabajadores de la empresa está compuesta principalmente por hombres y al revisar detalladamente la edad de estos, se encuentra que 3 de estos están en el rango de 25 a 34 años, seguido por 3 en el rango de 55 años o más, 2 tienen entre 45 y 54 años, y por último 1 trabajador se encuentra entre 35 a 44 años, al igual que uno que tiene menos de 25 años. Ver Figura 2.

**Figura 2**

*Edad*

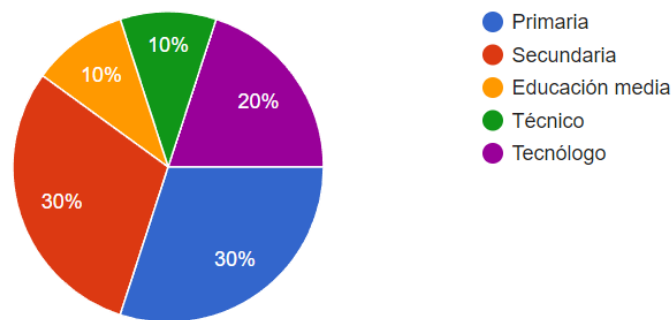


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

En cuanto al nivel de escolaridad se encuentra que la mayoría de las personas en este cargo no tiene una formación específica en el área pues la mayoría no tiene formación ni técnica ni profesional, estando 3 trabajadores en secundaria, 3 en primaria seguido por 2 tecnólogos 1 de educación media y 1 técnico. Ver Figura 3.

**Figura 3**

*Nivel de Escolaridad*

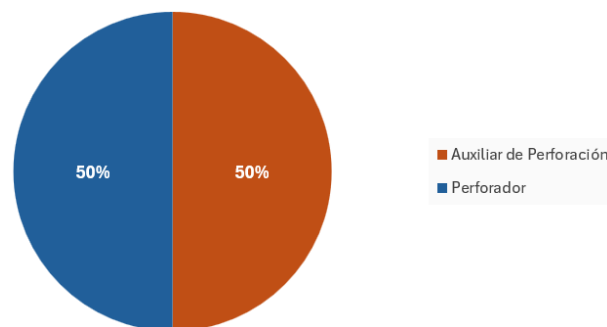


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

La ejecución de actividades laborales en el proceso de estudio de suelos es programada para ser ejecutada en parejas, lo que requiere una distribución equitativa en los cargos, por cada perforador debe haber un auxiliar de perforación. Ver Figura 4.

**Figura 4**

*Cargo*

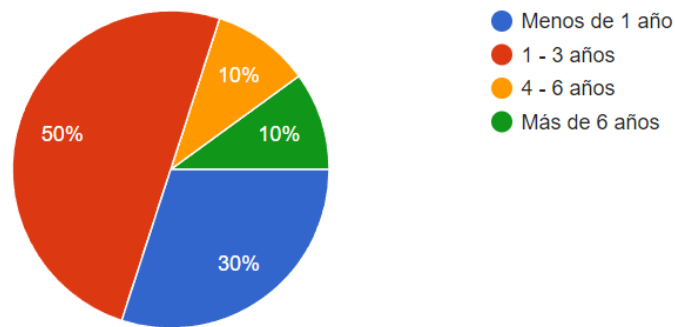


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

La población objeto de estudio goza de estabilidad laboral, solo 3 participantes manifestaron llevar menos de un año trabajando en la empresa, 5 llevan más de un año y menos de 3 años y 2 de los participantes llevan trabajando más de 4 años. Ver Figura 5.

**Figura 5**

*Antigüedad en la Empresa*

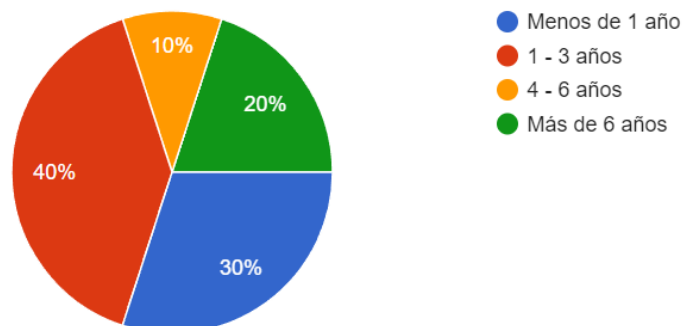


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

De acuerdo con la Figura 5, y lo manifestado por los participantes en la pregunta “Antigüedad en el cargo” uno de los participantes fue promovido al cargo perforador y 6 de los participantes cuentan con más de un año de experiencia en el cargo. Ver Figura 6.

**Figura 6**

*Antigüedad en el Cargo*

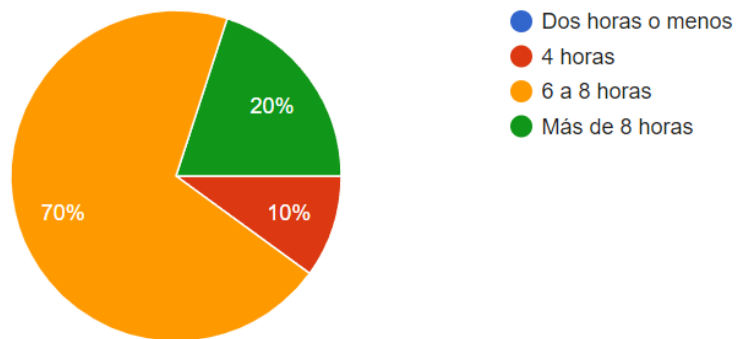


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

Dos de los participantes manifestaron permanecer en posición bípeda más de 8 horas al día, 7 de ellos manifestaron permanecer en esa posición de 6 a 8 horas y uno de los participantes manifestó que de su jornada laboral diaria permanece solo 4 horas en posición bípeda. Ver Figura 7.

**Figura 7**

*Tiempo de Permanencia en Posición Bípeda*



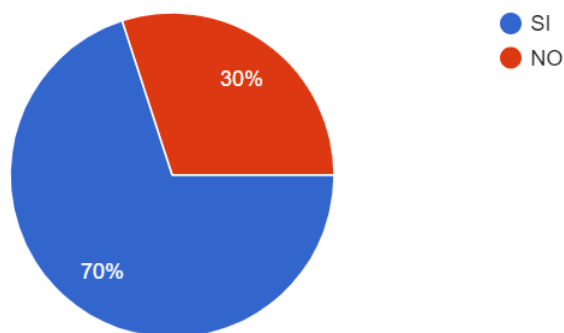
*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

De acuerdo con lo manifestado por los participantes, 7 de ellos dicen que deben adoptar posturas fuera de los ángulos de confort durante la ejecución de sus actividades laborales y 3 de los participantes dicen que no deben adoptar estas posturas en sus actividades laborales.

Ver Figura 8.

**Figura 8**

*Adopta Posturas Fuera de los Ángulos de Confort*

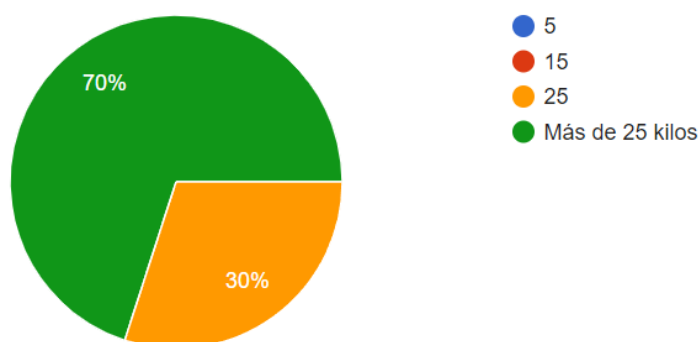


*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

La población objeto de estudio debe manipular cargas de 25 o más kilogramos en la ejecución de sus actividades laborales, evidenciando una exposición a factores de riesgo biomecánicos por esfuerzos realizados continuamente durante las jornadas laborales. Ver Figura 9.

**Figura 9**

*Peso Traslado*



*Nota.* Encuesta de Perfil Sociodemográfico y Morbilidad Sentida 2024.

### **Actividades Realizadas Durante la Perforación de Suelos**

En cuanto a las actividades realizadas durante el proceso de perforación de suelos, los trabajadores ejecutan una serie de tareas físicas intensas que requieren el manejo de herramientas y equipo pesado. Las principales actividades identificadas incluyen:

**Preparación del Terreno:** Este paso inicial implica la limpieza del área de trabajo, la ubicación y montaje de los equipos necesarios para la perforación. Aunque la mayoría de las tareas en esta fase son de carácter manual (como el desbroce de vegetación o la nivelación del terreno).

**Manejo de Equipos de Perforación:** Los perforadores son responsables de operar equipos, como perforadoras hidráulicas, mecánicas y equipos de sondeo. En esta etapa, se requieren habilidades técnicas para operar los controles de la máquina, realizar ajustes y

supervisar la perforación. Sin embargo, se observó que los trabajadores adoptan posturas forzadas y permanecen en posiciones incómodas durante largos períodos. Este tipo de posturas estáticas o forzadas aumenta el riesgo de trastornos musculo esqueléticos, especialmente en la columna lumbar y las extremidades superiores (Hignett, 2000).

**Manipulación de Herramientas y Materiales:** Durante la perforación, los trabajadores manipulan diversas herramientas manuales, como barras de perforación, palas y otras herramientas pesadas. Se constató que el manejo de estas herramientas, en particular las barras de perforación, requiere un esfuerzo físico considerable, lo que genera tensiones musculares en el cuello, hombros y muñecas. Además, las posturas repetitivas y los movimientos bruscos durante el manejo de las herramientas aumentan la probabilidad de sufrir lesiones por esfuerzo repetitivo.

**Retiro de Equipos y Limpieza del Área:** Al finalizar el proceso de perforación, los trabajadores deben retirar los equipos de perforación y limpiar el área de trabajo. Aunque la carga física es menor que en las fases anteriores, sigue siendo necesario el manejo manual de equipos pesados, lo que aumenta el riesgo de lesiones en la espalda y en las extremidades inferiores.

### **Peligros Biomecánicos Identificados**

Durante la observación directa de las tareas diarias, se identificaron varios peligros biomecánicos que afectan la salud de los trabajadores. Estos incluyen:

**Posturas Inadecuadas:** Los trabajadores adoptan frecuentemente posturas inadecuadas, como permanecer encorvados o en cuclillas durante largos períodos, especialmente al manipular herramientas o al operar la maquinaria. Estas posturas, cuando son

sostenidas por mucho tiempo, contribuyen al desarrollo de trastornos musculo esqueléticos, particularmente en la zona lumbar y cervical (Punnett, Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate., 2004).

**Movimientos Repetitivos:** Los movimientos repetitivos, especialmente al utilizar herramientas manuales y realizar ajustes en la maquinaria, aumentan el riesgo de lesiones por sobrecarga muscular. Las tareas que requieren empujar o tirar de las barras de perforación, o las maniobras para colocar y retirar piezas, son particularmente problemáticas en términos de esfuerzo físico.

**Manipulación de Cargas Pesadas:** La carga física que implica la manipulación manual de equipos pesados y materiales incrementa la probabilidad de lesiones, principalmente en las extremidades superiores y la espalda baja. La falta de técnicas adecuadas de levantamiento y la ausencia de ayudas mecánicas contribuyen al aumento de estos riesgos.

### **Condiciones Ambientales**

El entorno de trabajo también juega un papel importante en los riesgos a los que se enfrentan los trabajadores. Las condiciones variables del terreno y las inclemencias del clima como el calor extremo, la humedad o el barro generan un esfuerzo físico adicional, aumentando la fatiga y la tensión muscular. Además, el ruido generado por la maquinaria de perforación puede contribuir a la fatiga general y a problemas de concentración, lo que aumenta el riesgo de accidentes laborales.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que los trabajadores de la empresa **López Hermanos S.A.S.** se enfrentan a una serie de desafíos biomecánicos derivados de las actividades que realizan durante la perforación de suelos. Aunque los trabajadores tienen una amplia experiencia y formación, las tareas físicas intensas, las posturas forzadas y el manejo

de herramientas pesadas son factores de riesgo que pueden afectar su salud a largo plazo. Estos resultados resaltan la necesidad de implementar medidas preventivas, como el uso de equipos que favorezcan la ergonomía, la capacitación en técnicas de levantamiento y la mejora de las condiciones laborales para reducir el impacto de los riesgos biomecánicos en la salud de los trabajadores.

### **7.1.1. Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico.**

Por medio de las inspecciones de campo y registro fotográfico de las actividades realizadas por los participantes, se identificó las actividades, tareas y métodos de trabajo realizados por los cargos registrados en la encuesta de perfil sociodemográfico y morbilidad sentida (Perforador y Auxiliar de Perforación) y los métodos de trabajo (Perforación mecánica y perforación manual).

**Tabla 3**  
*Registro fotográfico*







---

**7.2. Evaluar las posturas y movimientos de los trabajadores utilizando la metodología REBA para la determinación de los niveles de riesgo biomecánico específicos.**

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó como instrumento de registro de información las hojas de campo Método Rapid Body Assessment (REBA), mediante verificación visual y registro fotográfico de las actividades y tareas desarrolladas por los participantes, se

obtiene el material necesario para la aplicación del Método REBA y determinar el nivel de acción de acuerdo con la hoja de campo.

**7.2.1. Inspección de actividades en campo con levantamiento de registro fotográfico.**

Se realizó visita a los lugares de trabajo de los participantes, donde se verificó visualmente las actividades y tareas desarrolladas, para determinar la tarea específica a la que se iba a realizar registro fotográfico insumo para la aplicación del método REBA.

**7.2.2. Realizar la aplicación del método REBA.**

Para la aplicación del Método REBA, se usó el registro fotográfico tomado en la inspección de actividades en campo, para el registro de información en la hoja de campo, se le asignó un valor acorde a las indicaciones y postura adoptada del participante con cada miembro mencionado en la hoja de campo dividida en 2 grupos:

Grupo A: Tronco, cuello y piernas.

Grupo B: brazo, antebrazo y muñeca.

**Tabla 4**  
*Nivel de actuación*

<b>Rol</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Nivel</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Actuación</b>
<b>Auxiliar de Perforación 1</b>	8	3	Alto	Necesario Pronto
<b>Auxiliar de Perforación 2</b>	4	2	Medio	Necesario
<b>Auxiliar de Perforación 3</b>	12	4	Muy Alto	Actuación Inmediata
<b>Auxiliar de Perforación 4</b>	9	3	Alto	Necesario Pronto
<b>Auxiliar de Perforación 5</b>	6	2	Medio	Necesario

<b>Perforador 1</b>	5	2	Medio	Necesario
<b>Perforador 2</b>	5	2	Medio	Necesario
<b>Perforador 3</b>	8	3	Alto	Necesario Pronto
<b>Perforador 4</b>	8	3	Alto	Necesario Pronto
<b>Perforador 5</b>	12	4	Muy Alto	Actuación Inmediata

*Nota.* Datos tomados de las hojas de campo REBA 2024.

**Auxiliar de Perforación 1:** Con una puntuación de 8, este rol se encuentra en un nivel de riesgo "Alto". Se requiere una "Actuación Pronto", lo que sugiere que el riesgo es significativo y debe ser gestionado a la mayor brevedad posible para evitar problemas mayores.

**Auxiliar de Perforación 2:** Este rol tiene una puntuación de 4, lo que lo clasifica en un nivel de riesgo "Medio". La actuación necesaria es "Necesaria", lo que indica que, aunque el riesgo es manejable, debe ser atendido para garantizar la seguridad y minimizar cualquier peligro.

**Auxiliar de Perforación 3:** Con una puntuación de 12, es uno de los casos más críticos en la tabla, con un nivel de riesgo "Muy Alto". La actuación requerida es de "Actuación Inmediata", lo que señala que la situación es urgente y debe ser abordada de inmediato para evitar consecuencias graves.

**Auxiliar de Perforación 4:** Este rol presenta una puntuación de 9, lo que lo coloca en un nivel de riesgo "Alto". La actuación necesaria es "Pronto", indicando que, aunque el riesgo no es tan crítico como en el caso anterior, debe ser atendido con rapidez.

**Auxiliar de Perforación 5:** Con una puntuación de 6, el nivel de riesgo es "Medio". La actuación requerida es "Necesaria", lo que indica que este rol, aunque presenta un riesgo más bajo, aún debe ser monitoreado y gestionado con atención.

**Perforador 1:** Este rol tiene una puntuación de 5 y un nivel de riesgo "Medio". La actuación es "Necesaria", lo que implica que no hay una urgencia inmediata, pero sí es fundamental que se tomen las medidas adecuadas para reducir el riesgo.

**Perforador 2:** Similar al Perforador 1, con una puntuación de 5, este rol también está en el nivel de riesgo "Medio" y requiere una actuación "Necesaria". Este rol también debe ser atendido para garantizar que el riesgo no se convierta en un problema mayor.

**Perforador 3:** Con una puntuación de 8, este rol se encuentra en un nivel de riesgo "Alto". Se requiere una "Actuación Pronto" para manejar el riesgo y evitar situaciones peligrosas en el futuro.

**Perforador 4:** Al igual que el Perforador 3, con una puntuación de 8, el nivel de riesgo es "Alto", y también requiere una "Actuación Pronto" para garantizar que cualquier peligro potencial sea atendido a tiempo.

**Perforador 5:** Con una puntuación de 12, es uno de los casos más críticos en la tabla, con un nivel de riesgo "Muy Alto". La actuación requerida es de "Actuación Inmediata", lo que señala que la situación es urgente y debe ser abordada de inmediato para evitar consecuencias graves.

### ***7.2.3. Analizar los resultados obtenidos***

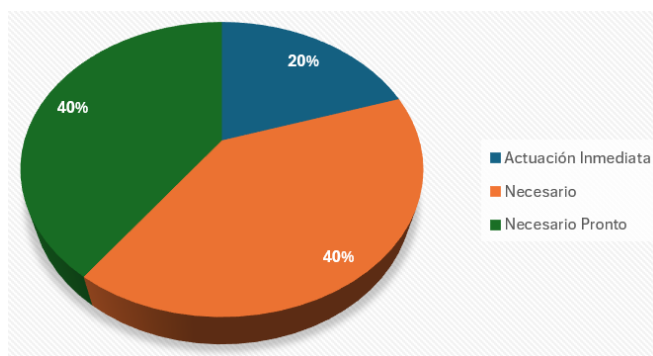
Realizada la aplicación del Método REBA en donde las puntuaciones dadas para los miembros del grupo A y las puntuaciones dadas a los miembros del grupo B, permitieron determinar la puntuación final y obtener el nivel de actuación para cada uno de los participantes.

Un perforador y un auxiliar de perforación tuvieron un nivel de "actuación inmediata", representando los casos más críticos, que requieren intervención urgente para la mitigación de

riesgos biomecánicos. Dos perforadores y dos auxiliares de perforación tuvieron un nivel de actuación “necesaria pronto”, indicando que las condiciones laborales requieren ajustes importantes antes de que los problemas de salud se presenten. Dos perforadores y dos auxiliares de perforación tuvieron un nivel de actuación “necesario”, mostrando la necesidad de abordar los riesgos a los que se ven expuestos en la ejecución de las actividades laborales.

**Figura 10**

*Nivel de Actuación*



*Nota.* Registro de aplicación Método REBA 2024.

### **7.3. Proponer recomendaciones para la reducción de los peligros biomecánicos que inciden en la generación de riesgo biomecánico en el puesto de trabajo**

La población objeto de estudio está compuesta por hombres en rangos de edad variados, lo que implica retos específicos en materia de seguridad y salud en el trabajo. Esta distribución etaria resalta la necesidad de implementar estrategias de seguridad de acuerdo con las condiciones físicas y capacidades de cada grupo de edad, considerando las demandas físicas y los riesgos inherentes a las actividades laborales.

El perfil educativo evidencia la necesidad de implementar programas de capacitación y formación continua que permita adquirir conocimientos en prácticas seguras y eficaces, alineadas con los estándares de SST en el país. Esto no solo reforzará las habilidades técnicas

de los trabajadores, sino que también aumentara la seguridad y la eficiencia en el lugar de trabajo.

La dinámica de trabajo requiere que las actividades de estudio de suelos se realicen en parejas, donde cada perforador es acompañado por un auxiliar de perforación, esto sugiere una distribución equitativa de responsabilidades fomentando un trabajo colaborativo, cualquier deficiencia en capacitación o condiciones laborales podría repercutir en la seguridad del otro. Por ello la importancia de garantizar la formación adecuada a todo el personal.

La incorporación de prácticas para la mitigación de los efectos negativos de la posición bípeda prolongada y las posturas adoptadas en las actividades laborales, se recomienda la implementación de pausas activas programadas, rotación de tareas. Estas acciones disminuirán el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y mejorarán el bienestar físico de los trabajadores.

Optimizar las condiciones para la manipulación de cargas, dado que la manipulación de cargas pesadas es una actividad crítica, es indispensable dotar a los empleados de herramientas de apoyo como carretillas y capacitar en técnicas de levantamiento de cargas. Además de realizar la identificación de tareas de alto riesgo y evaluar mecanismos para eliminar o reducir este tipo de actividades.

Evaluar periódicamente los riesgos asociados al trabajo asegurando intervenciones inmediatas para casos críticos, y medidas correctivas acordes con las necesidades identificadas.

## 8. Presupuesto

**Tabla 5**  
*Presupuesto ejecución trabajo de grado*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Materiales y suministros	Papelería para trabajo de campo	\$10.000
Trabajo de campo	Desplazamiento a los lugares de trabajo,	\$250.000

	alimentación, hidratación.	
Equipo de computo	Equipo portátil y dispositivo celular para registro fotográfico.	\$300.000
<b>Total</b>		<b>\$560.000</b>

## 9. Conclusiones

En conclusión, se evidenció que, con los datos anteriormente recabados, dando cumplimiento al objetivo que se planteó al inicio de este proyecto, se analizó el nivel de riesgo biomecánico para conocer las condiciones laborales de auxiliares de perforación y perforadores de suelos de la empresa López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S.

Se aplicó a diez trabajadores principalmente hombres de diversas edades, con concentraciones en grupos etarios de 25 a 34 años y más de 55 años. Esta diversidad sugiere necesidades específicas para tener en cuenta al momento de abordar riesgos relacionados con capacidades físicas y adaptación a tareas exigentes como la manipulación de cargas pesadas y la adopción de posturas fuera de los ángulos de confort.

La falta de formación técnica o profesional específica en la mayoría de la población objeto de estudio plantea un desafío significativo para la gestión de riesgos en el entorno laboral, subrayando la necesidad de programas continuos de capacitación, abarcando riesgos tanto biomecánicos como físicos y promoviendo una cultura de prevención y autocuidado en el desarrollo de las diferentes actividades laborales.

Por otro lado, la antigüedad en la empresa de la población objeto de estudio refleja estabilidad laboral, lo que es un factor positivo que puede favorecer la implementación de políticas de SST. No obstante, los altos niveles de exposición a riesgos biomecánicos deben ser abordados mediante mejoras en los procedimientos de trabajo y el uso adecuado de equipos de apoyo.

De acuerdo con los registros en las hojas de campo REBA, se evidencia un panorama preocupante, especialmente en los casos donde se identifican riesgos “Muy Altos” y “Altos”,

requiriendo actuaciones inmediatas o prontas. La priorización en las medidas correctivas debe tener un enfoque proactivo que incluya intervenciones ergonómicas con revisiones periódicas de las condiciones laborales.

Se destaca la importancia de personalizar las estrategias de intervención. Mientras algunos roles requieren medidas inmediatas por los altos riesgos asociados, otros, con niveles de riesgo medio, necesitan ser monitoreados continuamente para evitar situaciones de deterioro a la salud.

Con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y minimizar los riesgos, es esencial establecer un plan de trabajo que contemple capacitaciones periódicas, adquisición equipos y herramientas que reduzcan las cargas físicas, así como la ejecución regular de pausas activas durante la jornada laboral, garantizando el cumplimiento de la normatividad legal vigente y promoviendo entornos de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores.

## **10. Recomendaciones**

Se recomienda implementar programas de capacitación sobre técnicas de levantamiento de cargas e higiene postural para minimizar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, que incluya talleres prácticos y sesiones de formación teórica.

El establecimiento de programas de pausas activas durante las jornadas laborales permite a los trabajadores descansar y realizar ejercicios de estiramiento, por lo cual se recomienda a la empresa diseñar un programa de pausas activas que se adapte a las necesidades de este grupo de trabajadores.

Adicionalmente se recomienda evaluar y modificar las herramientas y equipos utilizados en las actividades de perforación de suelos, para la eliminación de peligros biomecánicos, reduciendo el nivel de exposición a factores de riesgo biomecánicos.

Los trabajadores deben evitar realizar las mismas actividades durante periodos prolongados, con el fin de reducir la fatiga y el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos, por lo cual se recomienda a la empresa implementar un sistema de rotación de tareas.

Se recomienda realizar estudios de puestos de trabajo que permitan modificar los procedimientos de trabajo con el fin de prevenir los desórdenes musculo esqueléticos, consecuencia de la exposición a los diferentes factores de riesgo inherentes a las actividades laborales desarrolladas por los perforadores y auxiliares de perforación para el fortalecimiento de las investigaciones de este sector y la implementación efectiva de medidas que mejoren las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

## Referencias

- (ARL), A. d. (s.f.). *Factores de riesgo y su control*. . <https://www.sura.com>.
- (CCS), C. C. (2024). *Accidentalidad laboral en el sector de la construcción en Colombia 2023*. Consejo Colombiano de Seguridad.
- (IEA), A. I. (2000). *Ergonomics: The study of work*. <http://www.iea.cc/>.
- Aguilar Albeiro, M. N. (2022). *Ergonomía para enfermeras y cuidadores en centros geriátricos: identificación, evaluación e intervención del riesgo*. Bogotá: Uniminuto.
- Alex, P. S. (2015). *Evaluación del riesgo ergonómico en los trabajadores de Acindec s.a. y planteamiento de una propuesta de control para mitigar enfermedades de origen osteomuscular*.
- Ana M García, R. G. (2009). ERGONOMÍA PARTICIPATIVA: EMPODERAMIENTO DE LOS TRABAJADORES PARA LA PREVENCIÓN DE TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS. *Revista Española de Salud Pública*, 11.
- Baker, R. y. (2016). *Prevención de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la construcción mediante el uso de equipos ergonómicos*. *Revista de Seguridad Ocupacional* , 58(3), 45-57.
- Calderón, A. P. (2015). Prevención de desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral en Colombia: un estudio de futuro para el año 2025. *Investigación en Estudios Sociales de la Salud*, 12.
- Cámara Colombiana de la Construcción. (Junio de 2024). *Cámara Colombiana de la Construcción*. Obtenido de Cámara Colombiana de la Construcción: <https://camacol.co/>
- Cámara de Comercio de Tunja. (Diciembre de 2020). *Cámara de Comercio de Tunja*. Obtenido de Cámara de Comercio de Tunja: <https://cctunja.org.co/>
- Camila Pérez Díaz, Y. E. (2021). *Cartilla básica de prevención de desórdenes musculoesqueléticos para trabajadores*. Bogotá DC.

- Carpenter, E. K. (2017). *Evaluación de los riesgos ergonómicos en la industria de la construcción: Un análisis de las lesiones musculoesqueléticas y sus soluciones* . .  
Revista de Salud Ocupacional, 39(5), 102-115.
- Cecilia A. Ordoñez, E. G. (2016). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 7.
- Colombia, C. d. (2012). *Ley 1562 de 2012*.
- Congreso de Colombia. (11 de Julio de 2012). *Función Pública*. Obtenido de Función Pública:  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48365>
- Consejo colombiano de seguridad. (17 de ABRIL de 2024). *Consejo colombiano de seguridad*.  
obtenido de consejo colombiano de seguridad:  
<https://ccs.org.co/observatorio/Home/fasecolda>
- Córdoba, A. &. (2021). *Evaluación ergonómica de los riesgos en trabajadores de perforación de suelos: Caso de estudio en una empresa colombiana*. Revista de Salud y Seguridad Laboral , 15(1), 22-36.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (14 de junio de 2024). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>
- Dul, J. B. (2012). *Ergonomics and human factors: Applications in the workplace*. CRC Press.
- Eger, T. (2019). *Riesgos ergonómicos y su impacto en la eficiencia laboral: Un estudio en el sector industrial*. Revista Internacional de Ergonomía , 61(2), 89-95. .
- Gallego Garcia Leidy Daniela, R. N. (2019). *Repositorio Corporación Univeristaria Minuto de Dios*. Madrid. Obtenido de Repositorio Corporación Univeristaria Minuto de Dios.
- Garcia, J. E. (2014). La ergonomía en la construcción de la salud de los trabajadores en Colombia. *Laboratorio de Ergonomía y Factores Humanos, Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia.*, 6.

- García, J. y. (2018). *Evaluación de riesgos ergonómicos en el sector de la construcción en Colombia*. Revista de Ergonomía y Seguridad Industrial , 17(2), 85-99.
- Garg, A. (2019). *Ergonomía en la industria: Prevención de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores manuales* . Ergonomía en la industria, 58(1), 32-40. .
- Gatiso-DME. (2006). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Trastornos Musculoesqueléticos*. <http://www.gatisodme.com/>.
- Gorce, j.-B. (2021). Identificación de estrategias posturales durante la tarea de perforación para diferentes materiales y alturas: evaluación de riesgos ergonómicos. *Revista internacional de ergonomía industrial* .
- Hernández, F. &. (2020). *Impacto de las posturas laborales en los trastornos musculoesqueléticos: Un estudio en trabajadores de la construcción*. Revista Colombiana de Salud Ocupacional , 22(4), 128-135.
- Hignett, S. &. (2000). *Rapid entire body assessment (REBA)*. Applied Ergonomics, 31(2), 201-205.
- Jairo, C. D. (2010). *Evaluación integral del riesgo ergonómico en trabajadores de un equipo de perforación petrolera en el magdalena medio colombiano, durante el primer semestre de 2010*.
- López, G. M. (2021). *Estudio de riesgos ergonómicos en el sector geotécnico: Evaluación en trabajadores de perforación y su prevención* . Revista de seguridad geotécnica, 11(3), 48-56.
- Ministerio de la Protección Social. (16 de Agosto de 2007). *Ministerio de la Protección Social*.  
Obtenido de Ministerio de la Protección Social:  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=94506>
- Ministerio de la Protección Social. (24 de Mayo de 2007). *Ministerio de la Protección Social*.  
Obtenido de Ministerio de la Protección Social:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1401-2007.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (11 de Julio de 2007). *Ministerio de la Protección Social*.

Obtenido de Ministerio de la Protección Social:

<https://www.ins.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCION%202346%20DE%202007.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (5 de Junio de 2009). *Ministerio de la Protección Social*.

Obtenido de Ministerio de la Protección Social:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n%201918%20de%202009.pdf>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (06 de Diciembre de 1994). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social:

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=91447>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (22 de Mayo de 1979). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social:

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>

Ministerio del Trabajo. (13 de Febrero de 2019). *Ministerio del Trabajo*. Obtenido de Ministerio del Trabajo:

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>

Ministerio del Trabajo. (28 de Julio de 2022). *ICBF*. Obtenido de ICBF:

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/resolucion\\_mtra\\_3050\\_2022.htm#:~:text=La%20presente%20resoluci%C3%B3n%20tiene%20por,integral%20de%20la%20presente%20resoluci%C3%B3n.](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/compilacion/docs/resolucion_mtra_3050_2022.htm#:~:text=La%20presente%20resoluci%C3%B3n%20tiene%20por,integral%20de%20la%20presente%20resoluci%C3%B3n.)

MM, e. a.-E. (2022). Evaluación de riesgo ergonómico en trabajadores de construcción civil.

*Peruvian Journal of Health Care and Global Health*, 9.

Organización Mundial de la Salud. (08 de Febrero de 2021). *Trastornos musculoesqueléticos*.

Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Presidente de la República de Colombia. (05 de Agosto de 2014). *Función Pública*. Obtenido de

Función Pública:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=58849>

Presidente de la República de Colombia. (12 de Agosto de 2014). *Función Pública*. Obtenido de

Función Pública:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=58941>

Presidente de la República de Colombia. (26 de Mayo de 2015). *Función Pública*. Obtenido de

Función Pública:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Punnett, L. &. (2004). *Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 14(1), 13-23.

Ranjana K. Mehta, M. J. (2010). Analisis de los factores de riesgo individuales y ocupacionales en el desempeño de la tarea y las demandas biomecánicas para una tarea de perforación simulada. *Revista internacional de ergonomía industrial*.

Rojas, Á. B. (2017). *Estudio de riesgos ergonómicos por movimientos repetitivos en el puesto de trabajo de Cuñero en un equipo de perforación de pozos de Petróleo*. Riobamba, Ecuador.

Siegrist, J. (2012). *Effort-reward imbalance at work and health: A review of the socio-epidemiological evidence*. Social Science & Medicine, 74(7), 1203.

Trabajo), O. (. (2020). *Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: Guía para la prevención* . Organización Internacional del Trabajo.

UE-OSHA. (2019). *Riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo: Prevención y mejora de la salud laboral* . Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo.

Vélez, M. J. (2018). *Manual de Ergonomía y Seguridad*. Colombia: Alfaomega S.A.

Parra, D. (2020, abril 22). Observatorio de datos CCS - Consejo Colombiano de Seguridad.

Org.co. <https://ccs.org.co/observatorio/Home/fasecolda>