RELIGACIÓN
REVISTA

Análisis de riesgo del personal de mantenimiento de redes soterradas de medio voltaje y sus métodos de prevención en empresas privadas del Ecuador

Risk analysis of medium voltage underground network maintenance personnel and their prevention methods in private companies in Ecuador

Marco Javier Suarez Chiluisa, Raúl Adrián Ortiz Gonzalez

Resumen

La investigación se fundamenta en un paradigma subjetivo-interpretativo y busca responder a la siguiente pregunta científica: ¿Cuáles son los riesgos presentes en el personal de mantenimiento de redes soterradas de medio voltaje y sus métodos de prevención en empresas privadas del Ecuador? La misma que se alinea con el objetivo general de investigación: Identificar y analizar los riesgos asociados al personal de mantenimiento de redes soterradas de medio voltaje y sus métodos de prevención en empresas privadas del Ecuador. El análisis de riesgos del personal de mantenimiento que trabaja en redes subterráneas de media tensión es un aspecto crítico para garantizar la seguridad operativa y la eficiencia en el sector de la distribución eléctrica. La investigación se llevará a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura científica de estudios y resultados publicados en revistas científicas que se encuentran en bases de datos como Scopus, Scielo, Web of Science, Direct Science, buscadores como Google Académico con buscadores validados en el Tesauro de la Unesco. Se rastrearán artículos científicos enfocados en la productividad laboral y se construirá una matriz de congruencia con la información de las recopilada de las bases de datos científicas y las revistas revisadas. Las categorías de estudio que se analizarán en relación con los métodos de prevención son: estrés térmico, electrización / tetanización, golpe de calor, sobrecarga laboral, levantamiento manual de cargas; que se estudiarán contra el fenómeno de investigación: métodos de prevención. Las conclusiones de esta investigación darán respuesta a la pregunta científica planteada y cumplirán con el objetivo general. Además, demostrarán los beneficios prácticos de implementar los métodos de prevención identificados a partir de esta revisión sistemática.

Palabras clave: Sobrecarga laboral; Productividad; Electrización; Estrés laboral; Distribución eléctrica; Prevención.

Marco Javier Suarez Chiluisa
Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | marco.suarez.51@est.ucacue.edu.ec
https://orcid.org/0009-0009-7283-4518
Raúl Adrián Ortiz Gonzalez
Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | raortizg@ucacue.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-1385-1405

http://doi.org/10.46652/rgn.v10i48.1558
ISSN 2477-9083
Vol. 10 No. 48, 2025, e2501558
Quito, Ecuador

Enviado: junio 10, 2025
Aceptado: septiembre 20, 2025
Publicado: octubre 14, 2025
Publicación Continua

CC BY NC ND

RELIGACIÓN CICSHAL
Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades desde América Latina

Abstract

The research is based on a subjective-interpretative paradigm and seeks to answer the following scientific question: What are the risks faced by maintenance personnel working on medium-voltage underground networks and their prevention methods in private companies in Ecuador? This question is aligned with the overall research objective: To identify and analyze the risks associated with maintenance personnel working on medium-voltage underground networks and their prevention methods in private companies in Ecuador. The risk analysis of maintenance personnel working on medium-voltage underground networks is a critical aspect of ensuring operational safety and efficiency in the electricity distribution sector. The research will be carried out through a systematic review of the scientific literature of studies and results published in scientific journals found in databases such as Scopus, Scielo, Web of Science, Direct Science, search engines such as Google Scholar with search engines validated in the UNESCO Thesaurus. Scientific articles focused on labor productivity will be tracked, and a consistency matrix will be constructed with the information collected from scientific databases and reviewed journals. The study categories that will be analyzed in relation to prevention methods are: heat stress, electrification/tetanization, heat stroke, work overload, and manual lifting of loads, which will be studied against the research phenomenon: prevention methods. The conclusions of this research will answer the scientific question posed and fulfill the overall objective. In addition, they will demonstrate the practical benefits of implementing the prevention methods identified from this systematic review.

Keywords: Work overload; Productivity; electrification; Work stress; Electrical distribution; Prevention

Introducción

La relevancia de este tema de estudio radica en las complejidades inherentes al mantenimiento de los sistemas eléctricos soterrados de media tensión, los cuales presentan desafíos de seguridad específicos que requieren una gestión de riesgos rigurosa y especializada para el personal, lo que requiere estrategias sólidas de gestión de riesgos. En el Ecuador, el personal técnico de mantenimiento se encarga de realizar inspecciones, reparaciones e implementar protocolos de seguridad para mitigar los riesgos asociados con los sistemas eléctricos de media tensión. La seguridad de estos trabajadores es primordial, ya que encuentran peligros como espacios confinados y potencial para accidentes eléctricos. La formación y el cumplimiento de las normas de seguridad son esenciales para reducir los incidentes y garantizar el bienestar de los trabajadores en estos entornos de alto riesgo.

Para la justificación de este estudio se describen las principales teorías que dan músculo científico a los métodos de prevención laboral. Se trata de encontrar en la literatura una justificación teórica que permita predecir y explicar el fenómeno de investigación motivo del presente trabajo de titulación de posgrado. Alrededor de métodos de prevención riesgos en personal de mantenimiento de redes eléctricas se encuentran las siguientes teorías:

1. Teoría de estrés térmico.
2. Teoría de la electrización y tetanización.
3. Teoría de golpe de calor.
4. Teoría carga laboral.

5. Teoría levantamiento de carga manual.

En este apartado se desarrolla la estrategia metodológica para el estudio de revisión sistemática de la literatura: el paradigma es el subjetivo-interpretativo, el tipo de investigación es cualitativo; el alcance del estudio es histórico documental; la inversión se hace en las bases de datos científicas y buscadores académicos; la investigación se orienta a una revisión exhaustiva de la literatura con artículos científicos de los últimos 5 años.

La justificación práctica se centra en los beneficios que esta investigación aportará a sus beneficiarios directos e indirectos. Entre los beneficiarios directos se encuentran los empleadores y trabajadores del sector privado, especialmente aquellos vinculados a empresas especializadas en el mantenimiento de redes eléctricas soterradas. Los beneficiarios indirectos incluyen la comunidad académica y científica, conformada por estudiantes, docentes e investigadores interesados en la seguridad laboral, la gestión de riesgos y la eficiencia operativa en el sector eléctrico.

Objetivo general

Identificar los riesgos asociados al personal de mantenimiento de redes soterradas de medio voltaje y sus métodos de prevención en empresas privadas del Ecuador.

Objetivos específicos

- Revisar investigaciones previas relacionadas con el estudio de factores de riesgo en actividades de mantenimiento de redes soterradas de media tensión, a fin de establecer un marco teórico y contextual sólido.
- Identificar las actividades laborales de alto riesgo a las que está expuesto el personal técnico encargado del mantenimiento de redes soterradas de media tensión en empresas privadas del Ecuador.
- Analizar las consecuencias físicas, psicológicas y operativas derivadas de la exposición a riesgos laborales en el mantenimiento de redes soterradas de media tensión.
- Elaborar y publicar un informe de investigación cualitativa en una revista científica indexada, que incluya recomendaciones basadas en evidencia para la mitigación de riesgos en el mantenimiento de redes soterradas de media tensión.

Antecedentes

Según el estudio de López et al. (2023), desde la incorporación de la electricidad en los procesos industriales, el riesgo de incidentes eléctricos ha sido una constante. Esto ha motivado el desarrollo de investigaciones orientadas a comprender los efectos de la electricidad en el cuerpo

humano, siendo los primeros estudios enfocados en las lesiones provocadas por choques eléctricos. Estos hallazgos han sido fundamentales para establecer protocolos de seguridad y normativas técnicas en entornos laborales de medio voltaje.

Por su parte, Neyra (2020), destaca que el personal de mantenimiento desempeña un rol esencial en la seguridad y eficiencia operativa de las redes subterráneas de media tensión. Para gestionar adecuadamente estos sistemas, los trabajadores deben contar con competencias específicas en seguridad eléctrica, mantenimiento preventivo y manipulación de materiales. Estas cualificaciones permiten realizar evaluaciones técnicas precisas y ejecutar tareas con un alto nivel de profesionalismo, reduciendo significativamente los riesgos inherentes a su labor.

Gómez (2024), señala que el funcionamiento óptimo de los sistemas eléctricos depende de infraestructuras robustas y confiables, capaces de soportar altas demandas energéticas. La operación y mantenimiento de estos sistemas requiere una planificación rigurosa y personal altamente capacitado, debido a los riesgos asociados al trabajo con energía eléctrica en niveles de media tensión. A pesar de la existencia de numerosos estudios sobre riesgos eléctricos en otros sectores, se evidencia una notable carencia de investigaciones específicas sobre los riesgos en el mantenimiento de redes soterradas. Esta brecha justifica la necesidad de abordar el tema con un enfoque sistemático, orientado a fortalecer la seguridad del personal técnico que opera en estos entornos.

Asimismo, Neyra (2020), enfatiza que una investigación de este tipo debe evidenciar las consecuencias derivadas de la exposición a riesgos eléctricos en el personal de mantenimiento, así como su impacto en los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. En este sentido, se propone aplicar los niveles de jerarquía de control establecidos en la normativa internacional, priorizando la implementación de controles de ingeniería, medidas de mitigación, identificación y aislamiento de riesgos, y reforzando la capacitación y concienciación del personal operativo. El uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) específicos para tareas de alto riesgo es también un componente esencial para garantizar la integridad de los trabajadores.

Marco teórico

El marco teórico se estructura a partir de las principales teorías que sustentan científicamente el objeto de estudio. Estas teorías permiten explicar, interpretar y predecir el fenómeno investigado, proporcionando una base conceptual sólida para el análisis.

A continuación, se definen los conceptos clave vinculados a las variables de investigación, tanto dependientes como independientes, con el fin de delimitar su alcance y establecer relaciones teóricas que orienten el desarrollo del estudio.

Teoría del estrés térmico

El calor es uno de los contaminantes físicos más comunes en los entornos laborales, especialmente en actividades realizadas en climas cálidos o tropicales. La exposición prolongada a altas temperaturas puede afectar el confort térmico y comprometer la salud de los trabajadores, particularmente cuando están expuestos a radiación solar directa o ejecutan tareas físicamente exigentes. Los riesgos asociados al calor están influenciados por múltiples variables, como la temperatura ambiental, humedad relativa, fuentes de irradiación térmica, condiciones fisiológicas del trabajador, uso de equipos de protección personal (EPP), carga física de trabajo y el nivel de esfuerzo requerido.

Las normativas internacionales en seguridad y salud ocupacional exigen a los empleadores implementar medidas de control y prevención que garanticen condiciones laborales seguras, siendo esta una responsabilidad fundamental. En este contexto, Heraldo (2024) recomienda el uso del Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura de Globo (WBGT) como herramienta estandarizada para evaluar el estrés térmico. Este índice permite cuantificar la exposición al calor en distintos entornos laborales y se ha consolidado como un instrumento clave para la prevención de lesiones térmicas y la gestión del riesgo térmico en el ámbito ocupacional.

Teoría de la electrización y tetanización

La electrización ocurre cuando un objeto adquiere carga eléctrica por ganancia o pérdida de electrones, fenómeno que puede producirse por fricción, contacto directo o inducción. En el entorno laboral, este riesgo afecta principalmente al personal de mantenimiento eléctrico y a personas sin formación adecuada en electricidad. El paso de corriente por el cuerpo humano puede provocar desde golpes y caídas hasta fibrilación ventricular, dependiendo de factores como la intensidad de la corriente, el tiempo de exposición y la trayectoria de la corriente. Para que se produzca electrización, deben existir dos puntos de contacto: entrada y salida de la corriente.

Por otro lado, la tetanización se manifiesta como contracciones musculares involuntarias causadas por el paso de corriente eléctrica, afectando comúnmente a manos y brazos, lo que puede impedir al trabajador soltarse de la fuente de energía. Estos efectos fisiológicos varían según las condiciones individuales del trabajador y el uso de equipos de protección personal (EPP). Según Neyra (2020), comprender estos mecanismos es esencial para diseñar estrategias efectivas de prevención de riesgos eléctricos, especialmente en entornos de media tensión donde la exposición es constante y los márgenes de error son mínimos.

Teoría de golpe de calor

El golpe de calor es una condición médica grave causada por la exposición prolongada a la radiación solar, especialmente durante actividades físicas intensas, y puede afectar severamente al

sistema nervioso central, elevando la tasa de mortalidad hasta en un 50%. Además, puede provocar quemaduras y lesiones cutáneas cancerígenas. Para mitigar estos efectos, los trabajadores han adoptado medidas como el uso de ropa protectora y la instalación de puntos de hidratación en las zonas de trabajo, lo que contribuye a reducir el impacto del estrés térmico en entornos laborales expuestos (Martín et al., 2023).

Teoría de la carga laboral

La carga laboral se refiere al conjunto de demandas físico-psicológicas que enfrenta un trabajador durante su jornada, y cuya evaluación busca determinar si dichas exigencias se mantienen dentro de los límites fisiológicos aceptables. Algunas tareas requieren un mayor gasto energético, lo que puede generar fatiga acumulada y afectar el rendimiento. Por ello, es fundamental identificar la capacidad de desempeño físico del trabajador y compararla con los requerimientos del puesto, con el fin de tomar decisiones que eviten la sobrecarga laboral y promuevan un equilibrio entre las exigencias del trabajo y las capacidades individuales (Rozo, 2019).

Teoría levantamiento de carga manual

Los riesgos ergonómicos que aparecen por la exposición a la carga física de trabajo se encuentran presentes en casi todos los puestos de trabajo y como efecto pueden causar lesiones en los trabajadores, en ocasiones muy graves como para impedirles continuar laborando o presentación de trastornos musculoesqueléticos. Estos trastornos adquiridos por labores físicas intensas y sin el uso de equipos de protección adecuados, son afecciones que debilitan a los músculos, articulaciones, ligamentos y discos espinales por lo cual a largo plazo causa ausentismo laboral a nivel mundial e industrial, la principal causa y la más preocupante son las posturas forzadas en las cuales los trabajadores realizan sus actividades diarias sumado también a los movimientos repetitivos que realizan al aflojar pernos o actividades que se repitan por varias ocasiones en su jornada laboral, otro de los aspectos importantes a considerar es que en el área de mantenimiento se suman las actividades de cargar y movilizar manualmente objetos que superen el límite de peso que puede levantar una persona. Los trabajadores del departamento de mantenimiento de redes eléctricas enfrentan riesgos como el manejo inadecuado de cargas, posturas forzadas repetidas y falta de capacitación en ergonomía. Estos resultados son consistentes con la prevalencia de lumbalgia, luxaciones, esguinces y fractura. Los riesgos asociados con el levantamiento y transporte manual de cargas tienen implicaciones importantes para la salud y el bienestar de los trabajadores, desde lesiones musculoesqueléticas hasta problemas psicosociales, afectando su rendimiento laboral y calidad de vida (Gordillo et al., 2024).

Definición del concepto de las variables

Métodos de prevención

Los métodos de prevención en seguridad y salud ocupacional constituyen un conjunto estructurado de estrategias, procedimientos y buenas prácticas orientadas a la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales que puedan comprometer la integridad física, mental o psicosocial de los trabajadores. Su finalidad principal es garantizar condiciones laborales seguras y saludables, minimizando la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, y promoviendo el bienestar del personal mediante la aplicación de medidas preventivas eficaces, alineadas con la normativa legal vigente y los principios de gestión del riesgo (Pena, 2020).

Estrés térmico

El estrés térmico se refiere a la tensión física y mental que experimenta el cuerpo humano cuando se expone a temperaturas extremas, ya sean altas o bajas. Este fenómeno ocurre cuando el cuerpo no puede mantener su temperatura interna dentro de un rango seguro, lo que puede llevar a diversas complicaciones de salud (Bartolomé, 2021).

Electrización / tetanización

> El estrés térmico se define como la respuesta fisiológica y psicológica del organismo antela exposición a temperaturas extremas, ya sean elevadas o bajas. Este fenómeno se presenta cuando el cuerpo es incapaz de mantener su temperatura interna dentro de los límites homeostáticos, lo que puede desencadenar una serie de alteraciones en la salud, desde malestares leves hasta condiciones clínicas graves, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición. (Bartolomé, 2021)

Golpe de calor

El golpe de calor se caracteriza por una elevación crítica de la temperatura corporal acompañada de disfunción del sistema nervioso central, manifestándose en síntomas como delirio, convulsiones o coma. Esta condición ocurre cuando el cuerpo pierde su capacidad de termorregulación, generando un desequilibrio entre la ganancia y la pérdida de calor, lo que desencadena una respuesta fisiológica potencialmente fatal. Entre los principales factores asociados a esta entidad patológica se encuentran los cambios climáticos extremos, intensificados por la contaminación ambiental y el deterioro ecológico, que han contribuido al aumento de temperaturas globales y, por ende, a una mayor incidencia de este tipo de eventos. (Lázaro et al., 2022, p. 4).

Carga laboral

> La carga laboral se refiere al exceso de demandas físicas, cognitivas y administrativas a las que está expuesto el personal dentro de una organización. Esta sobrecarga, que puede incluir tanto tareas operativas de campo como funciones asistenciales y administrativas, genera fatiga, agotamiento físico y estrés, afectando negativamente el rendimiento y la productividad del trabajador frente a los requerimientos institucionales. Una gestión inadecuada de la carga laboral puede comprometer la salud ocupacional y el clima organizacional, por lo que su evaluación y control son fundamentales en entornos laborales exigentes. (Rodríguez, 2020, p. 11)

Levantamiento manual de cargas

> El levantamiento y transporte manual de cargas sobre distancias horizontales son actividades frecuentes en diversos entornos laborales que pueden generar fuerzas significativas sobre la columna vertebral, especialmente en la región lumbar. Cuando estas cargas superan los límites biomecánicos tolerables, existe un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas, siendo el dolor lumbar una de las manifestaciones más comunes. Esta actividad representa uno de los principales factores de riesgo ergonómico, seguido por incidentes relacionados con caídas, esbalones al mismo nivel, y tareas que implican empujar o arrastrar objetos pesados, todos los cuales pueden comprometer la salud y seguridad del trabajador. (Acuña et al., 2020)

Estado del arte

Se describen a continuación los estudios sobre los métodos de prevención en trabajadores de mantenimiento de líneas soterradas del sector privado de la zona oriental del Ecuador correlacionados con los factores eléctricos y estrés térmico.

Estrés térmico vs métodos de prevención

Según Suárez et al. (2024), uno de los métodos más utilizados para la evaluación del estrés térmico en entornos laborales es el índice WBGT, considerado una herramienta práctica, rápida y confiable para diagnosticar el nivel de exposición al calor. Adicionalmente, la norma ISO 933:2024 propone el uso del Índice Predictivo de Tensión de Calor (PHS, por sus siglas en inglés), el cual presenta una mayor aplicabilidad en ciertos contextos, ya que su cálculo se basa en la tasa de sudoración requerida para mantener el equilibrio térmico del cuerpo. Por su parte, García (2022), enfatiza que los esfuerzos deben centrarse en la implementación de planes preventivos que reduzcan la exposición al estrés térmico, complementados con estrategias de sensibilización dirigidas a los trabajadores sobre los riesgos asociados y sus posibles consecuencias para la salud. Asimismo, destaca la importancia de promover hábitos de hidratación constante durante la jornada laboral como medida esencial para mitigar los efectos del calor en ambientes de trabajo exigentes.

Electrización / tetanización vs métodos de prevención

De acuerdo a la expresión de Monsalve et al. (2020). El paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano puede acarrear consecuencias leves como una moleste o susto, hasta la muerte

dependiendo del tipo de contacto. A la electrización se la define como un paso de corriente por el cuerpo no mortal y la tetanización como la incapacidad de controlar los músculos cuando existe un paso de corriente por el cuerpo. Según Tripiana (2020) hay que plantearse objetivos para mitigar los riesgos, así como impartir capacitación a los trabajadores par aprendan a medir los riesgos y conozcan la normativa de prevención y protección que deben utilizar para implantar un plan de autoprotección.

Golpe de calor vs métodos de prevención

De acuerdo a los que manifiesta Hernández et al. (2024), el cambio climático influencia directamente a trabajadores a nivel físico como enfermedades cardiovasculares, respiratorias, osteomusculares, fatiga, así como también enfermedades mentales como estrés, ecoanciedad, depresión y trastorno de sueño. Como método de prevención Olcila (2024), recomienda trabajar en estrategias para capacitar al personal sobre los riesgos a los que se encuentran expuestos y cómo actuar, como también recomienda dotar de equipos de protección personal que ayuden a mitigar las posibles enfermedades por la exposición a la radiación solar.

Carga laboral vs métodos de prevención

De acuerdo a lo que menciona Santomaro (2021), que la carga laboral se encuentra inmersos en los trabajos que implican posturas prolongadas, posiciones con fuera de ángulo confortables manipulación de cargas y movimientos repetitivos, así como también en la parte organizacional del trabajo como las jornadas extendidas, monotonía y remuneración en otras puede ser la potencial causa de que sufra carga laboral el trabajador. Según la recomendación de Lumbaque (2021), la implantación de medidas preventivas enfocadas al trabajador como es la actividad física prescrita, pausas activas, capacitación ergonómica y un ambiente laboral que fomente la salud mental de los trabajadores para disminuir los factores que desencadenan el problema.

Levantamiento manual de cargas vs métodos de prevención

Según la recopilación de teoría Blanco (2024), establece que la manipulación de carga puede ocasionar diversas afectaciones sobre la salud, siendo las de mayor prevalencia los dolores lumbares o las enfermedades musculoesqueléticas, además se determinó que a pesar de que en los trabajadores que manipulan cargas se aumenta el número de riesgos asociados a esta actividad, también menciona que en la mayoría de afecciones son por una inadecuada manipulación de cargas e incumplimiento de la gestión preventiva. Para mitigar los efectos en la salud de los trabajadores propone es realizar acciones debido a la necesidad de controlar los riesgos y a la vez sean más eficientes con el fin de evitar las lesiones físicas a corto, media y largo plazo.

Metodología

Se aplicó un instrumento de recolección de datos compuesto por 43 ítems estructurados en una escala tipo Likert, diseñado para validar las variables relacionadas con los riesgos laborales (estrés térmico, electrización/tetanización, golpe de calor, carga laboral y levantamiento manual de cargas) así como los métodos de prevención implementados en el mantenimiento de redes eléctricas soterradas de media tensión en empresas privadas del Ecuador. Esta herramienta permitió obtener datos cuantitativos sobre las percepciones, experiencias y prácticas del personal técnico involucrado en dichas actividades.

Los datos recopilados fueron procesados mediante el software estadístico SPSS, utilizando análisis de regresión lineal para determinar la influencia de los factores de riesgo sobre las estrategias preventivas. Este análisis permitió establecer relaciones significativas entre las variables y sustentar estadísticamente la validez del modelo propuesto, aportando evidencia empírica para la formulación de medidas preventivas más eficaces en el contexto laboral estudiado.

Métodos

Las metodologías de análisis de riesgos aplicadas al personal de mantenimiento de redes eléctricas subterráneas de media tensión se basan en un enfoque sistemático y estructurado que permite identificar, evaluar y mitigar los peligros potenciales asociados a las operaciones eléctricas en entornos confinados y de alta complejidad. Estas metodologías emplean marcos normativos, herramientas de evaluación y criterios técnicos adaptados a los desafíos específicos que presentan las infraestructuras eléctricas soterradas, considerando factores como la exposición térmica, el riesgo eléctrico y las exigencias físicas del trabajo.

Como parte del proceso investigativo, se aplicó un instrumento tipo encuesta compuesto por 43 ítems, distribuidos en 3 preguntas sociodemográficas y 40 preguntas orientadas a validar las variables del estudio. La variable dependiente corresponde a los métodos de prevención, mientras que las variables independientes incluyen: estrés térmico, electrización / tetanización, golpe de calor, carga laboral y levantamiento manual de cargas. Este instrumento permitió recopilar información clave para analizar las percepciones, experiencias y condiciones de riesgo del personal técnico, facilitando la formulación de estrategias preventivas basadas en evidencia.

Resultados

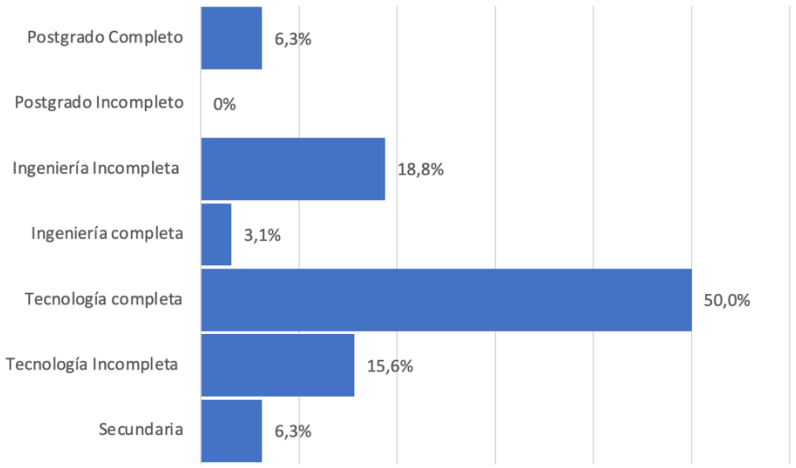
Caracterización sociodemográfica

En el proceso de caracterización sociodemográfica, se identificó que 32 colaboradores pertenecientes a empresas privadas del Ecuador se desempeñan en actividades de mantenimiento de redes eléctricas soterradas de media tensión. Como parte del levantamiento de información, se

recopilaron datos relevantes sobre su nivel de formación académica y rango etario, con el objetivo de contextualizar el perfil del personal técnico involucrado en estas labores.

La figura 1 evidencia que la formación predominante del personal es técnica, con un 50 % que ha culminado estudios tecnológicos, seguido por un 18,8 % con ingeniería inconclusa y un 15,6 % con tecnología incompleta. En contraste, niveles académicos más altos como postgrado completo (6,3 %) e ingeniería completa (3,1 %) tienen menor representación, al igual que la secundaria (6,3 %), y no se reportan casos de postgrado incompleto. Esto refleja un perfil mayormente técnico, con escasa presencia de profesionales con estudios universitarios concluidos o de cuarto nivel.

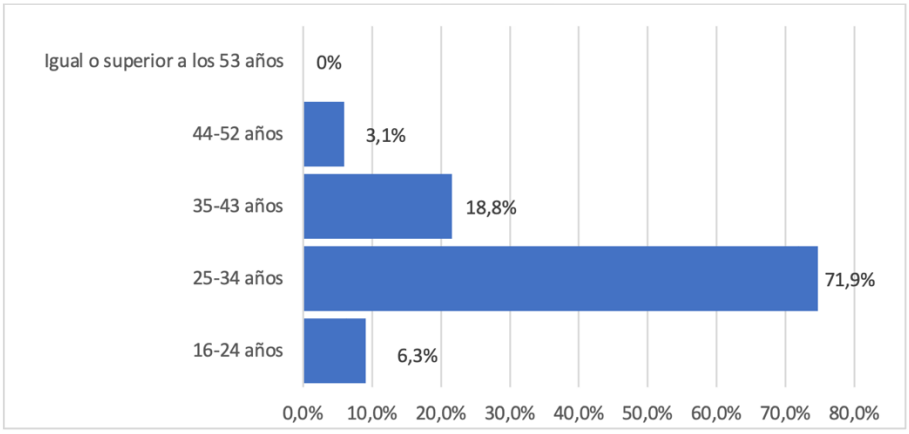
Figura 1. Nivel Académico del personal



Fuente: elaboración propia obtenida del instrumento aplicado al estudio.

Otro de los datos importantes en la aplicación de este estudio se puede evidenciar en la figura 2 evidencia que la mayor parte del personal pertenece al grupo etario de 25 a 34 años, con un 71,9 %, lo que refleja una plantilla joven. Los rangos de 35 a 43 años y de 16 a 24 años representan el 18,8 % y 6,3 %, respectivamente, mientras que solo un 3,1 % está entre los 44 y 52 años, sin presencia de personas mayores de 53 años. Esta distribución indica que el equipo cuenta con juventud y potencial de crecimiento, aunque podría carecer de experiencia laboral amplia.

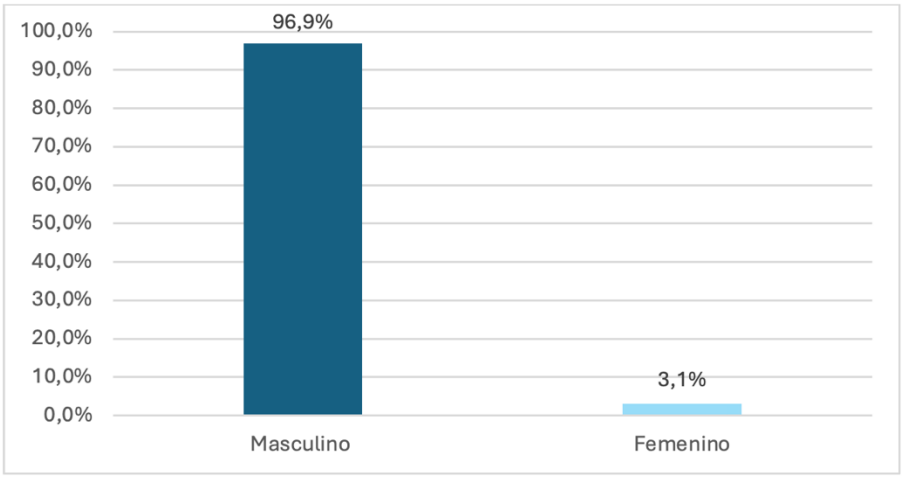
Figura 2. Rango de edad del personal de mantenimiento



Fuente: elaboración propia obtenida del instrumento aplicado al estudio.

Otro de los datos importantes en la aplicación de este estudio se puede evidenciar en la figura 2 evidencia que la mayor parte del personal pertenece al grupo etario de 25 a 34 años, con un 71,9 %, lo que refleja una plantilla joven. Los rangos de 35 a 43 años y de 16 a 24 años representan el 18,8 % y 6,3 %, respectivamente, mientras que solo un 3,1 % está entre los 44 y 52 años, sin presencia de personas mayores de 53 años. Esta distribución indica que el equipo cuenta con juventud y potencial de crecimiento, aunque podría carecer de experiencia laboral amplia.

Figura 3. Genero del personal de mantenimiento



Fuente: elaboración propia obtenida del instrumento aplicado al estudio.

La figura 3 muestra la distribución por género del personal involucrado en actividades de mantenimiento eléctrico, evidenciando que el 96,9 % corresponde al sexo masculino y solo el 3,1 % al femenino. Está marcada diferencia refleja una notable predominancia de hombres en el ámbito laboral analizado, posiblemente relacionada con la naturaleza física y técnica de las tareas, así como con factores socioculturales que limitan la participación femenina. Esta situación resalta la necesidad de promover políticas de inclusión y equidad de género en sectores tradicionalmente masculinizados como el mantenimiento de redes eléctricas soterradas.

Resultados del estudio de las variables dependiente e independientes

Figura 4 . Coeficientes de correlación de Pearson

		METODOS_PREVENCIÓN	ESTRES_TERMICO	ELECTRIZACION_TETANIZACIÓN	GOLPE_CALOR	CARGA_LABORAL	LEVANTAMIENTO_MANUAL_CARGA
Correlación de Pearson	METODOS_PREVENCIÓN	1,000	,514	,183	,362	,134	,041
	ESTRES_TERMICO	,514	1,000	,274	,458	-,032	-,212
	ELECTRIZACION_TETANIZACIÓN	,183	,274	1,000	,276	-,003	-,008
	GOLPE_CALOR	,362	,458	,276	1,000	,124	,193
	CARGA_LABORAL	,134	-,032	-,003	,124	1,000	,395
	LEVANTAMIENTO_MANUAL_CARGA	,041	-,212	-,008	,193	,395	1,000
Sig. (unilateral)	METODOS_PREVENCIÓN	.	,001	,159	,021	,233	,411
	ESTRES_TERMICO	,001	.	,065	,004	,430	,122
	ELECTRIZACION_TETANIZACIÓN	,159	,065	.	,063	,493	,482
	GOLPE_CALOR	,021	,004	,063	.	,249	,145
	CARGA_LABORAL	,233	,430	,493	,249	.	,013
	LEVANTAMIENTO_MANUAL_CARGA	,411	,122	,482	,145	,013	.
N	METODOS_PREVENCIÓN	32	32	32	32	32	32
	ESTRES_TERMICO	32	32	32	32	32	32
	ELECTRIZACION_TETANIZACIÓN	32	32	32	32	32	32
	GOLPE_CALOR	32	32	32	32	32	32
	CARGA_LABORAL	32	32	32	32	32	32
	LEVANTAMIENTO_MANUAL_CARGA	32	32	32	32	32	32

Fuente: elaboración propia obtenida del programa SPSS

En la figura 4 se puede observar los coeficientes de correlación de Pearson entre la variable "MÉTODOS_PREVENCIÓN" y diversos factores de riesgo laboral como; estrés térmico, electrización/tetanización, golpe de calor, carga laboral y levantamiento manual de cargas, a partir de una muestra de 32 personas. Se identifica una correlación positiva, moderada y estadísticamente significativa entre los métodos de prevención y el estrés térmico ($r = 0,514$; $p = 0,001$), así como con el golpe de calor ($r = 0,362$; $p = 0,021$), lo que sugiere que, a mayor implementación o percepción de medidas preventivas, mayor es la identificación o presencia de estos riesgos térmicos.

Las asociaciones con electrización, carga laboral y levantamiento manual de carga son débiles o inexistentes y no presentan significancia estadística ($p > 0,05$), lo que indica una falta de relación consistente entre estas variables. Asimismo, se destaca una relación moderada entre la carga laboral y el levantamiento manual de cargas ($r = 0,395$; $p = 0,013$), lo cual es coherente dado que ambas implican esfuerzo físico. En general, los resultados subrayan la relevancia de los riesgos térmicos como áreas clave para fortalecer los métodos de prevención.

Figura 5. Resumen del modelo de la correlación de variables

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	,554[a]	,307	,174	,24790	,307	2,303	5	26	,074	2,126

Fuente: elaboración propia obtenida del programa SPSS

El modelo tiene una correlación moderada entre las variables independientes (como carga laboral, estrés térmico, etc.) y la variable dependiente (METODOS_PREVENCIÓN), con un valor de R = 0.554. Esto significa que hay una relación, pero no muy fuerte. El R cuadrado = 0.307 indica que el modelo explica el 30.7% de la variación en los métodos de prevención, pero al ajustar por el número de variables, ese valor baja a 17.4%, lo que sugiere que el modelo no es muy eficiente explicando la variable dependiente.

El error típico estándar de la estimación es 0,24790, muestra cuánto se desvían en promedio las predicciones del modelo respecto a los valores reales. La prueba F (F = 2,303; p = 0,074) muestra que el modelo no es significativo al nivel del 5 % (ya que p > 0,05), aunque podría considerarse débilmente significativo bajo criterios menos estrictos. Por otro lado, el valor de Durbin-Watson (2,126) sugiere que no existe autocorrelación relevante entre los errores, lo cual es favorable. En conjunto, el modelo presenta una explicación moderada de los datos, pero carece de una significancia estadística sólida.

Figura 6. Modelos de Regresión simple Anova

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,708	5	,142	2,303	,074[b]
	Residual	1,598	26	,061		
	Total	2,305	31			

Fuente: elaboración propia obtenida del programa SPSS.

En el análisis de la figura del ANOVA muestra que el modelo de regresión múltiple, que incluye cinco variables predictoras relacionadas con riesgos laborales, explica parte de la variabilidad en los métodos de prevención utilizados, pero no de forma estadísticamente significativa al nivel convencional del 5% (p = 0.074). Aunque el valor F (2.303) indica cierta capacidad explicativa del modelo, el valor de significancia sugiere que los resultados deben interpretarse con cautela, ya que existe una probabilidad moderada de que la relación observada se deba al azar. Sin embargo, el modelo podría considerarse aceptable en contextos exploratorios o si se acepta un nivel de significancia más flexible, como el 10%.

Figura 7. Coeficientes de colinealidad del modelo

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B		Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
1	(Constante)	1,286	,623		2,064	,049	,005	2,567					
	ESTRES_TERMICO	,450	,186	,479	2,416	,023	,067	,834	,514	,428	,395	,677	1,476
	ELECTRIZACION_TETANIZACIÓN	,011	,083	,023	,130	,897	-,160	,181	,183	,026	,021	,896	1,116
	GOLPE_CALOR	,046	,085	,108	,545	,590	-,129	,221	,362	,106	,089	,681	1,468
	CARGA_LABORAL	,069	,118	,104	,582	,565	-,174	,312	,134	,113	,095	,840	1,191
	LEVANTAMIENTO_MANUAL_CARGA	,040	,094	,081	,426	,674	-,154	,234	,041	,083	,070	,731	1,367

Fuente: elaboración propia obtenida del programa SPSS.

De acuerdo al resultado obtenido, en el grafico 6 se realiza el análisis de los coeficientes del modelo de regresión en donde se puede interpretar que, entre las cinco variables predictoras evaluadas, solo el estrés térmico tiene un efecto estadísticamente significativo sobre los métodos de prevención utilizados. Su coeficiente positivo (B = 0.450) indica que, a mayor presencia de estrés térmico, mayor es la implementación de métodos de prevención, y su valor p (0.023) confirma que esta relación no es producto del azar. Además, el intervalo de confianza del 95% no incluye el cero, lo que refuerza la confiabilidad de este resultado.

Las demás variables; electrización/tetanización, golpe de calor, carga laboral y levantamiento manual de carga, no muestran una relación significativa con la variable dependiente, ya que sus valores p son todos mayores a 0.05. Esto sugiere que, según los datos analizados, estas variables no contribuyen de manera relevante a explicar los métodos de prevención aplicados. Además, los indicadores de colinealidad (tolerancia y FIV) muestran que no hay problemas de multicolinealidad, lo que significa que las variables no están excesivamente correlacionadas entre sí y el modelo es estadísticamente estable.

Discusión

El mantenimiento de redes eléctricas subterráneas de media tensión conlleva riesgos inherentes al trabajo con energía eléctrica y en espacios confinados, los cuales deben ser identificados, evaluados y gestionados de manera sistemática. En el contexto de las empresas privadas en Ecuador, esta labor enfrenta desafíos adicionales como la falta de uniformidad en los protocolos de seguridad, condiciones ambientales cambiantes y limitaciones en la formación técnica del personal operativo.

Uno de los peligros más críticos es el contacto eléctrico, tanto directo como indirecto, que puede provocar lesiones graves o incluso la muerte. Aunque las redes soterradas ofrecen mayor protección frente a factores externos en comparación con las redes aéreas, su mantenimiento es más complejo debido a su ubicación, lo que incrementa la exposición a riesgos como atmósferas

explosivas, gases tóxicos, fallas de aislamiento y errores humanos derivados del cansancio o procedimientos inadecuados (Bello-González et al., 2021).

El trabajo en espacios confinados representa otro riesgo significativo, ya que el ingreso a ductos o cámaras subterráneas sin monitoreo adecuado puede derivar en situaciones de asfixia o intoxicación. García-Pérez et al. (2022), advierten que la ausencia de controles en estos entornos es una de las principales causas de accidentes graves. Datos del INEC (2023), confirman que las labores eléctricas continúan siendo de las más peligrosas en el país.

Para mitigar estos riesgos, se han implementado medidas como el uso obligatorio de equipos de protección personal certificados, permisos de trabajo, monitoreo ambiental con detectores multigás y capacitaciones periódicas en seguridad eléctrica, rescate y primeros auxilios. No obstante, la eficacia de estas acciones depende del compromiso tanto de empleadores como de los trabajadores.

Mendoza y Arévalo (2020), sugieren aplicar metodologías como el análisis IPER y herramientas como la matriz NTP 330 o la matriz 5x5 para evaluar la criticidad de los riesgos y priorizar acciones preventivas. Además, Torres y Ramos (2021), proponen el uso de tecnologías con dispositivos electrónicos que detectan y miden cambios en el entorno físico y convierten esta información en datos que pueden ser transmitidos a través de redes para su análisis y uso en sistemas conectados, adicional se recomienda el mantenimiento predictivo para minimizar la necesidad de intervenciones físicas y mejorar la seguridad operativa.

Aunque en Ecuador existen normativas como el Acuerdo Ministerial 0039-2023 del Ministerio de Trabajo, su implementación aún es limitada, especialmente en pequeñas y medianas empresas del sector eléctrico. Esto genera una tendencia hacia prácticas reactivas en lugar de preventivas, lo que incrementa la vulnerabilidad del personal técnico.

Conclusión

El mantenimiento de redes eléctricas soterradas de media tensión representa una actividad de alto riesgo, debido a la exposición constante del personal técnico a factores como contacto eléctrico, estrés térmico, atmósferas peligrosas y espacios confinados. Estos riesgos se ven agravados por la complejidad de las intervenciones subterráneas y la falta de estandarización en los protocolos de seguridad, especialmente en empresas privadas de menor tamaño.

El estrés térmico se considera uno de los principales riesgos en las labores de mantenimiento de redes eléctricas subterráneas, ya que las condiciones cerradas del entorno, junto con el uso obligatorio de equipos de protección personal, pueden provocar una acumulación excesiva de calor en el cuerpo del trabajador. Esta situación puede afectar tanto su capacidad física como mental, comprometiendo la eficiencia y seguridad de las operaciones. Si no se aplican medidas como pausas programadas, hidratación constante y control ambiental, el riesgo de errores y accidentes laborales aumenta considerablemente.

Por otro lado, el golpe de calor constituye un peligro severo, especialmente en regiones con altas temperaturas o en espacios confinados con ventilación deficiente. La exposición prolongada a estas condiciones puede desencadenar emergencias médicas graves, como desmayos o colapsos térmicos. Para mitigar este riesgo, es fundamental implementar acciones preventivas como el uso de sensores térmicos, procedimientos de ingreso controlado y formación en primeros auxilios, con el fin de salvaguardar la integridad del personal técnico.

El uso de herramientas de análisis de riesgos como el IPER, la matriz NTP 330 y tecnologías con dispositivos electrónicos que detectan y miden cambios en el entorno físico y convierten esta información en datos que pueden ser transmitidos a través de redes para su análisis y uso en sistemas conectados y la aplicación del mantenimiento predictivo permite reducir la exposición a condiciones peligrosas, optimizando la seguridad operativa y minimizando intervenciones innecesarias. Estas estrategias deben integrarse en los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional de forma sistemática.

A pesar de la existencia de normativas nacionales como el Acuerdo Ministerial 0039-2023, su aplicación aún es limitada, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la fiscalización, la capacitación y el acompañamiento técnico, especialmente en pequeñas y medianas empresas. Una gestión de riesgos efectiva debe ser integral, continua y adaptada a las condiciones específicas del entorno ecuatoriano.

Referencias

Acuña, C., Oliva, C., y Mancilla, M. (2020). Efectos del entrenamiento en posturas y técnicas correctas de manejo manual de cargas en trabajadoras. *Ergonomía, Investigación Y Desarrollo*, *II*(1), 20-38.

Badillo, E., Sandoval, C., Acevedo, C., Cano, P., y López, M. (2019). Actitud de los trabajadores ante el uso de equipo de protección personal. *Cuidarte*, *8*(15), 55-66.

Bartolomé Sánchez, I. (2021). *Estrés térmico y fuerza muscular* [Tesis de doctorado, Universidad de Extremadura].

Blanco, P. (2024). Manipulación manual de cargas en la construcción civil y sus efectos en la salud: revisión sistemática exploratoria. *Universidad Internacional Sek*, *I*(1), 6-10.

García, P. (2022). Evaluación de riesgo de estrés térmico en semillero. *Departamentos de la UMH: Patología y Cirugía*, *I*(1).

Gómez, M. (2024). *Evaluación de riesgos laborales en la operación y mantenimiento del sistema eléctrico en un centro de datos* [Trabajo de fin de grado, Universidad Oberta de Cataluña].

Gordillo, J., y Peralta, Á. (2024, 5 de marzo). Evaluación de riesgos laborales por manipulación de cargas pesadas en obreros. *Multidisciplinary Journal Investigative Perspectives*, 4, 74-81.

Hernández, W., Guerrero, D., Duarte, W., Fonseca, A., Rodríguez, M., Téllez, M., y Cubillos, L. (2024). Condiciones de salud en trabajadores del transporte terrestre y cambio climático. *Revista Bras Med*, *22*(2), 1-16.

Lázaro Mayoriano, Y., Restrepo Vanegas, L., y Vargas Rodríguez, L. (2022). Manifestaciones clínicas, diagnóstico y tratamiento del golpe de calor. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, *38*(2).

López, R., Jiménez, J., y Catalá, J. (2023). Desarrollo y validación de un nuevo método de evaluación de riesgos eléctricos para la prevención y mitigación de daños a personas e instalaciones. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, *31*(1), 1-15. https://dx.doi.org/10.4067/s0718-33052023000100204

Lumbaque, L. (2021). *Factores de riesgo en trabajadores del sector agrícola, una revisión bibliográfica* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales].

Martín Moreno, G., y Inglés Torruela, J. (2023, 1 de junio). Impacto en la salud laboral de la exposición al calor extremo: una revisión sistemática. *Revista Habanera de ciencias Médicas*, *22*(3), 1-12.

Monsalve, J., Morillo, L., y Motta, H. (2020). *Diseño del Programa de Prevención en Peligros Eléctricos de la Empresa Phigma Consultores S.A.S* [Trabajo de fin de grado, Universidad ECCI].

Neyra, F. (2020). Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo. *Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo*, 23(1), 127-134.

Olcila, J. (2024). Riesgos crecientes por inundaciones, temporales, golpes de calor e incendios. *Novedades Editoriales*, (269-270), 95-117.

Pena Dopio, S. (2020). El desgaste de la salud laboral como estrategia de rentabilidad en Ecuador. Un análisis de la legislación de seguridad y salud bajo el neodesarrollismo. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, *II,* 365-385.

Pro Quest. (2024, 30 de julio). OIT alerta sobre el estrés térmico, un "asesino invisible" en trabajadores. *El Heraldo.* https://n9.cl/o75el

Rodríguez, K. (2020). *Conocimiento, carga laboral y actitud para la notificación de eventos adversos en el Hospital Walter Cruz Vilca, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

Rozo, B. (2019). *Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable relacionado con la aparición de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de una empresa de distribución de energía eléctrica* [Trabajo de fin de grado, Universidad del Rosario].

Santomaro, P. (2021). Revisión sistemática de la eficacia de medidas preventivas ergonómicas más actividad física para evitar lumbalgia en trabajadores de oficina. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, *I*(5), 164-173.

Segura Núñez, G., Guaman Chávez, R., Jara Minaya, G., Palma Rivera, A., y Martínez Rosas, C. (2023). *Manual de seguridad para los trabajos en laboratorios y patio de maniobras de la carrera de electricidad*. Ciencia latina Internacional.

Suárez, R., y Caballeo, E. (2024). Estrés térmico y su impacto en la efectividad y el confort de los trabajadores. Evaluación ambiental. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, *I*(2), 63-65.

Tasayco, F. (2023). *Evidencias sobre los factores que influyen en el cumplimiento del uso de los equipos de protección personal en trabajadores de construcción* [Tesis de maestría, Universidad Cayetano Heredia].

Tripiana, L. (2020). *Riesgos laborales, medidas preventivas y factores de riesgo* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Jaén].

Autores

Marco Javier Suarez Chiluisa. Universidad Católica de Cuenca
Raúl Adrián Ortiz Gonzalez. Ph. D en administración

Declaración

Conflicto de interés
No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.
Financiamiento
Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.
Nota
El artículo es original y no ha sido publicado previamente.