

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



ESCUELA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

JUNTA ADMINISTRATIVA DEL SERVICIO ELÉCTRICO MUNICIPAL DE CARTAGO

(JASEC)



PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA

PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL CONTROL DE LOS FACTORES DE
RIESGO POR LA EXPOSICIÓN AL CALOR Y RADIACIÓN SOLAR DE LOS
TRABAJADORES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y EL DEPARTAMENTO DE
PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE LA RED ELÉCTRICA EN LA JASEC

REALIZADO POR: JESSICA RAMÍREZ RAMÍREZ

CARTAGO, OCTUBRE 2024

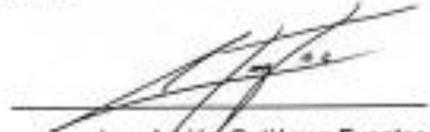
Esta obra está bajo licencia [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



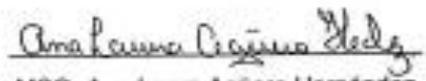
Constancia de defensa pública del proyecto de graduación

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental con el grado de licenciatura.

Miembros del Tribunal



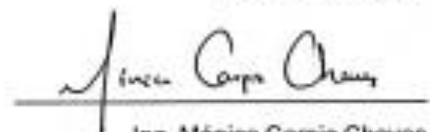
Ing. Adrián Gutiérrez Fuentes
Asesor académico



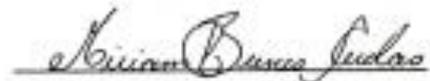
MSO. Ana Laura Agüero Hernández
Profesor Evaluador



Ing. Marvin Bermúdez Chacón
Profesor Evaluador



Ing. Mónica Carpio Chaves
Coordinadora de Trabajo Final de Graduación



Ing. Miriam Brenes Cerdas
Dirección EISLHA

21 de noviembre, 2024

Agradecimientos

Primero, quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta donde he llegado, a pesar de los diagnósticos médicos. Su luz me ha guiado en este camino y me ha dado la fuerza necesaria para superar los momentos más difíciles.

Agradezco de todo corazón a mis padres, quienes han sido incondicionales en su apoyo, y a mi familia por su amor y compañía en todas mis aventuras. Gracias a su esfuerzo, he recibido la mejor educación posible.

A mi compañero de vida, Ing. Carlos Herrera, mi fiel escudero, le agradezco por su apoyo incondicional a lo largo de este tiempo. De él he aprendido a sacar mi máximo potencial y a retarme día a día para ser mi mejor versión. Su amor y esfuerzo han sido una fuente de inspiración para alcanzar mis metas.

A mis queridas amigas, Julieth Retana, Michelle Acuña y Yuliana Masis, les doy infinitas gracias por su apoyo en los momentos más difíciles y por ayudarme a disfrutar mi paso por el TEC.

Deseo expresar mi más sincera gratitud a todos mis profesores, quienes me brindaron su apoyo incondicional y compartieron sus conocimientos a lo largo de mi formación académica. Los llevaré siempre en mi corazón con profunda admiración y respeto.

Extiendo un agradecimiento especial a la Directora de Carrera, Miriam Brenes cuya confianza y recomendaciones fueron clave para que pudiera desarrollar exitosamente mi proyecto de graduación.

Finalmente, reconozco y agradezco a mis compañeros de JASEC, quienes me brindaron su apoyo en esta etapa de mi vida y me permitieron desarrollar mi proyecto de graduación.

Dedicatoria

Este proyecto de graduación está dedicado a un ser muy especial que llenó mi vida de alegrías y recuerdos inolvidables. A mi compañero de aventuras, con quien compartí mi infancia, y quien trajo a mi vida un compañero y dos soles que iluminan mi camino. Dedico este logro a mi hermano, Jefferson Ramírez, que descansa en paz desde hace un año. Él me enseñó a ser fuerte y a luchar hasta el final, y su presencia sigue siendo una guía en mi vida.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que realizan labores al aire libre en la empresa JASEC, para proponer un programa de control con el objetivo de mitigar los riesgos asociados. Este estudio aborda un problema significativo identificado a través de una auditoría interna y reportes de los trabajadores, quienes han experimentado molestias, frente a la exposición regular de la radiación y calor tomando en cuenta que la mayor parte de las tareas se desarrollan a cielo abierto.

Mediante un análisis detallado de las condiciones laborales y la aplicación de instrumentos de medición, se lograron determinar los niveles de exposición al riesgo a los que se enfrentan los trabajadores, así como identificar las áreas con mayor riesgo. Esto permitió seleccionar adecuadamente las cuadrillas para el muestreo, enfocándose en los equipos de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica y el Departamento de Mantenimiento.

Los resultados obtenidos permitieron identificar el nivel de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores, así mismo se logró determinar que, solo una de las seis cuadrillas se encuentra dentro de los parámetros de estrés térmico. Con base en esta información, se diseñó un programa de control que incluye medidas técnicas, administrativas y de organización, tales como la instalación de zonas de sombra, la programación de descansos adecuados y la capacitación de los trabajadores.

En conclusión, el desarrollo e implementación del programa propuesto buscará no solo proteger la salud de los trabajadores, sino también promover un ambiente laboral, seguro, sostenible y alineado con las normativas de seguridad, se alinearán con las normativas de seguridad y salud ocupacional con respecto al Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor (Decreto N° 39147 S-TSS, 2015).

Palabras clave: exposición al calor, radiación solar, trabajadores al aire libre.

Abstract

This project aims to assess the exposure to heat and solar radiation of outdoor workers at JASEC, and to propose a control program to mitigate associated risks. Through an internal audit and worker reports, a significant problem was identified related to discomfort caused by prolonged exposure to extreme weather conditions.

A detailed analysis of working conditions and precise measurements determined the workers' exposure levels to risk, identifying the areas with the highest danger. The Planning and Development of the Electrical Network and the Maintenance Department crews were strategically selected for the study.

The results obtained quantified the exposure to heat and solar radiation, revealing that only one of the six evaluated crews exceeded the established heat stress limits. Based on this information, a comprehensive control program was designed that includes technical, administrative, and training measures, such as the installation of shaded areas, scheduling adequate rest periods, and worker training.

In conclusion, the development and implementation of the proposed program will aim not only to protect workers' health but also to promote a safe, sustainable, and compliant work environment. It will align with occupational safety and health regulations, specifically the Regulation for the Prevention and Protection of Workers Exposed to Heat Stress (Decree No. 39147 S-TSS, 2015).

Keywords: *Heat exposure, solar radiation, outdoor workers.*

Índice

Resumen.....	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Identificación de la empresa.....	1
1. Misión y visión de la empresa	1
2. Antecedentes históricos	1
3. Ubicación geográfica.....	2
4. Organigrama de la organización	2
5. Cantidad de trabajadores.....	4
6. Tipos de productos	4
7. Mercado	4
8. Proceso productivo y productos.....	4
B. Planteamiento del problema.....	5
C. Justificación del proyecto	6
D. Objetivos del proyecto de graduación	8
1. Objetivo general:.....	8
2. Objetivos específicos:.....	8
E. Alcances y limitaciones.....	9
1. Alcances	9
2. Limitaciones.....	10
II. MARCO CONCEPTUAL	11
III. METODOLOGÍA	16
A. Tipo de investigación	16
B. Fuentes de información	17
C. Población y muestra.....	21
D. Operacionalización de variables	22
E. Descripción de instrumentos o herramientas de investigación	27
F. Plan de análisis	32
IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	40

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	61
A. Conclusiones	61
B. Recomendaciones	62
VI. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	64
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	138
VIII. APÉNDICES.....	144
IX. ANEXOS	172

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la JASEC Oficina Centrales, Cartago	2
Figura 2. Representación gráfica del Organigrama de la JASEC	3
Figura 3. Metodología del proyecto.....	16
Figura 4. Plan de análisis del objetivo específico 1.....	33
Figura 5. Plan de análisis del objetivo específico 2.....	34
Figura 6. Plan de análisis del objetivo específico 3.....	35
Figura 7. Plan de análisis para la operacionalización de variables.....	36
Figura 8. Porcentaje de agua potable que consumen los trabajadores en JASEC.	45
Figura 9. Porcentaje de agua potable que consumen los trabajadores en JASEC.	46
Figura 10. Clasificación de Índice de Masa Corporal (IMC) de los trabajadores de la JASEC.	48
Figura 11. Evaluación del índice de estrés térmico.	53
Figura 12. Resultados del fototipo de piel de los trabajadores	58

Índice de Tablas

Tabla 1. Definición de las áreas de mayor exposición para el muestreo del proyecto. ...	9
Tabla 2. Interpretación del índice ultravioleta.....	13
Tabla 3. Fototipos existentes y sus características.	13
Tabla 4. Definición de la muestra para la evaluación de las áreas de mayor exposición.	21
Tabla 5. Operacionalización del objetivo específico 1.	23
Tabla 6. Operacionalización del objetivo específico 2.	25
Tabla 7. Operacionalización del objetivo específico 3.	26
Tabla 8. Descripción de las tareas realizadas por cada cuadrilla.	42
Tabla 9. Cantidad de trabajadores que cuentan con exámenes recientes de función renal.	43
Tabla 10. Resultados de la carga metabólica de los trabajadores de la JASEC.....	49
Tabla 11. Resultados del grado de aislamiento térmico de la ropa.....	50
Tabla 12. Índice de calor para la región del Valle Central (Cartago).....	52
Tabla 13. Condiciones termohigrométricas de los muestreos en cada departamento....	54
Tabla 14. Registro de radiación solar y la categoría de exposición.	59

I. INTRODUCCIÓN

A. Identificación de la empresa

Este proyecto se desarrolló en la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC), empresa responsable de suministrar el servicio eléctrico en áreas servidas de la provincia de Cartago, bajo un sistema eléctrico eficiente y confiable, a efecto de contribuir al desarrollo cartaginés.

1. Misión y visión de la empresa

En este apartado se exponen la misión y visión de la empresa, elementos clave que orientan su desarrollo estratégico y su propósito a largo plazo. Estos principios son fundamentales para comprender el enfoque organizacional y su alineación con los objetivos del presente proyecto.

- **Misión**

Contribuimos a mejorar la calidad de vida de nuestros clientes mediante la prestación eficiente de servicios de interés público, con los más altos principios éticos que procuran la igualdad de oportunidades, el desarrollo sostenible y la responsabilidad social (JASEC, 2022).

- **Visión**

Brindamos a nuestros clientes servicios de interés público caracterizados por la disponibilidad y continuidad, siendo reconocidos por nuestra eficiencia, tecnología e innovación, que contribuyen al desarrollo de Cartago (JASEC, 2022).

2. Antecedentes históricos

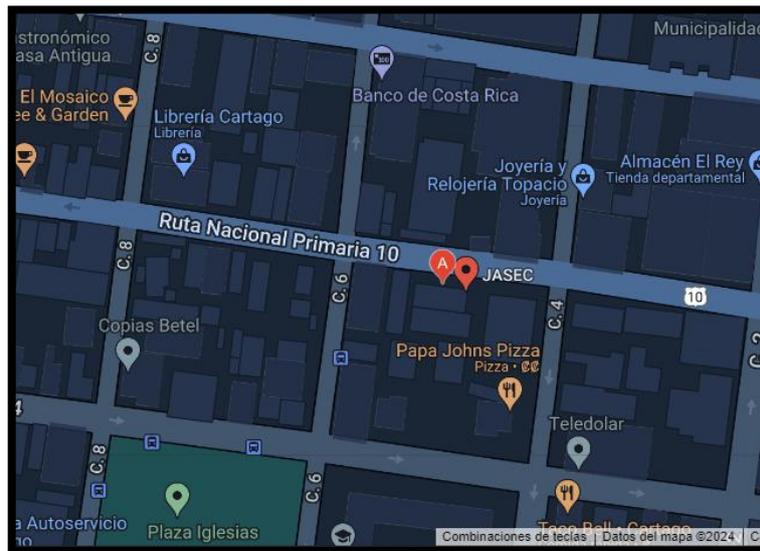
La Junta Administradora del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC) es una empresa pública costarricense fundada en 1964. Su origen se remonta a la iniciativa de un grupo de vecinos de Cartago que buscaban contar con un servicio eléctrico confiable y accesible. Desde entonces, JASEC ha crecido y se ha consolidado como una empresa líder en el sector eléctrico de la región, brindando servicio a más de 50.000 clientes en la provincia de de Cartago.

3. Ubicación geográfica

JASEC tiene su sede central en la ciudad de Cartago, 200 metros al norte del Liceo de Cartago, Costa Rica (Ver figura 1). La empresa opera una red de distribución eléctrica que abarca todo la provincia de Cartago, incluyendo las áreas urbanas y rurales.

Figura 1.

Ubicación de la JASEC Oficina Centrales, Cartago



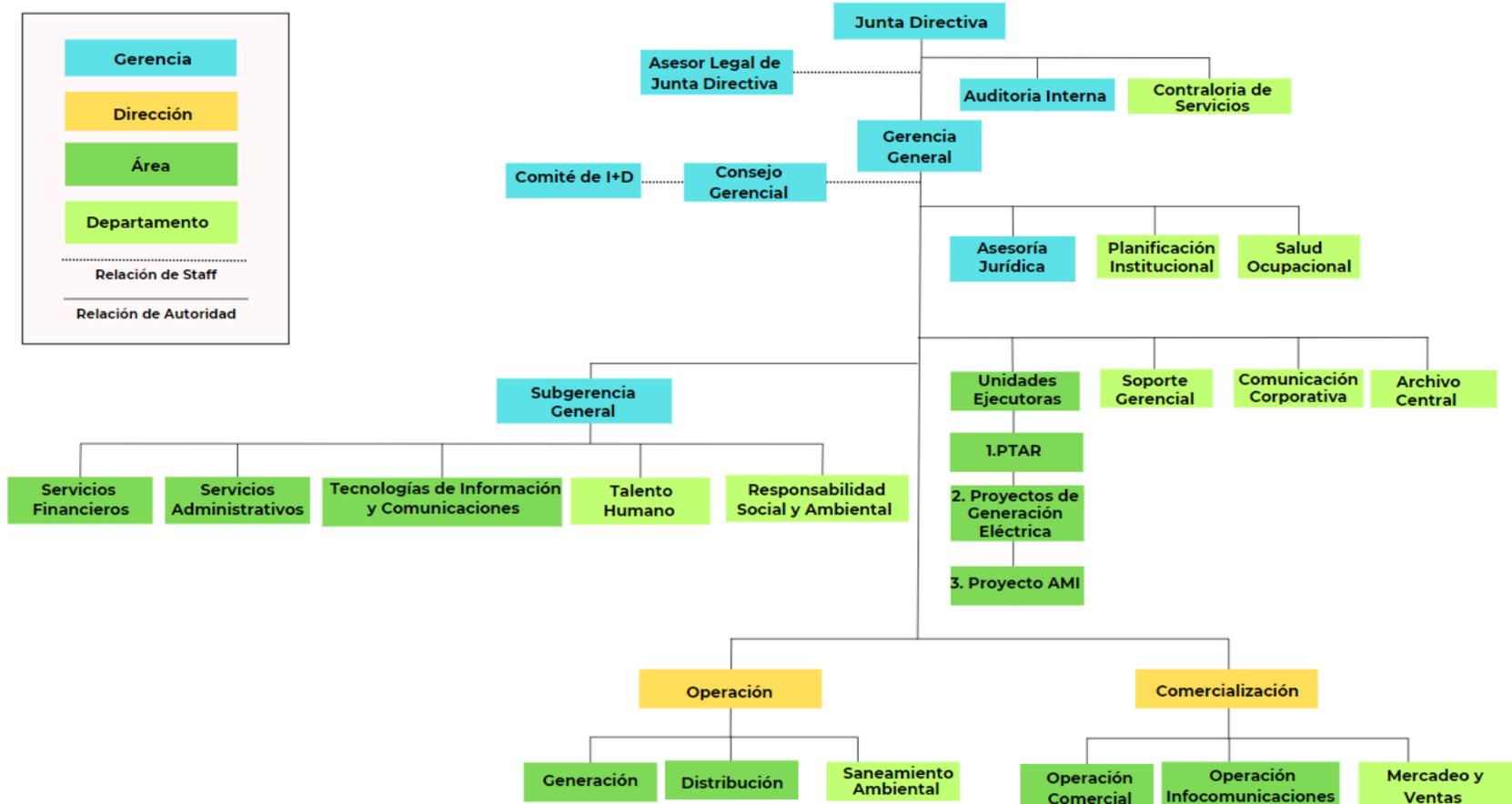
Nota: *Google Maps, 2024.*

4. Organigrama de la organización

El organigrama de JASEC está compuesto por una Junta Directiva, una Gerencia General y diversas unidades departamentales. La Junta Directiva está integrada, por representantes de los sectores público y privado, mientras que la Gerencia General es responsable de la administración y operación de la empresa. La organización está estructurada, de acuerdo con las siguientes áreas: Distribución, Comercialización, Finanzas, Recursos Humanos y Planificación como lo muestra la figura 2.

Figura 2.

Representación gráfica del organigrama de la JASEC



5. Cantidad de trabajadores

JASEC cuenta actualmente con un equipo de 385 colaboradores, quienes disponen de formación altamente calificada y comprometidos con la calidad de los servicios. Los trabajadores de la JASEC laboran en horario de las 7:00 a.m. a las 5:00 p.m., la empresa promueve la capacitación continua al personal y ofrece un ambiente de trabajo seguro y saludable.

6. Tipos de productos

JASEC, una entidad dedicada a la prestación de servicios públicos ofrece una amplia gama de productos y servicios orientados a garantizar la eficiencia en la distribución de energía eléctrica. Entre sus principales servicios, se destacan la construcción y mantenimiento de líneas de distribución de energía, una actividad esencial que implica trabajos al aire libre y expone a sus trabajadores a condiciones climáticas adversas, como el calor extremo y la radiación solar (JASEC, 2022). Además, JASEC se encarga de la planificación y desarrollo de redes eléctricas, asegurando una infraestructura robusta y confiable para satisfacer las necesidades energéticas de la comunidad, así como de las telecomunicaciones tanto residenciales como empresariales.

7. Mercado

La JASEC opera en el mercado de distribución de energía eléctrica e Infocomunicaciones en la provincia de Cartago. Su principal mercado, son los clientes residenciales, comerciales e industriales. La empresa también ofrece servicios de alumbrado público y electrificación rural.

8. Proceso productivo y productos

El proceso productivo de JASEC consiste en la compra de energía eléctrica a generadores externos, su distribución a través de una red de líneas eléctricas y la atención al cliente. La empresa ofrece una amplia gama de productos y servicios que incluye:

- Alumbrado público.
- Electrificación rural.
- Atención al cliente.
- Asesoría en eficiencia energética.
- Infocomunicaciones

B. Planteamiento del problema

El calentamiento global es un fenómeno que ha exacerbado las condiciones climáticas adversas a nivel mundial, afectando negativamente a los trabajadores que realizan labores al aire libre, especialmente aquellos expuestos a la radiación solar. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el aumento de las temperaturas globales ha incrementado el riesgo de padecimientos relacionadas con el calor, tales como estrés térmico y la deshidratación, lo que representa un desafío significativo para la salud y seguridad laboral en diversas industrias (OIT, 2021).

En el contexto regional, las empresas del sector energético en América Latina, como las dedicadas al suministro eléctrico, han experimentado un aumento en los casos de enfermedades laborales vinculadas a la exposición al calor. En un informe de CECACIER (2020), se destaca la necesidad de implementar medidas de control y prevención en las cuadrillas que realizan trabajos en campo, dado que estas labores a menudo se realizan en condiciones extremas que incrementan los riesgos para la salud de los trabajadores.

A nivel interno, en agosto de 2022, la auditoría interna de JASEC identificó una carencia en el control de los factores de riesgo asociados con la exposición al calor y la radiación solar en su personal técnico, en las cuadrillas que, realizan trabajos de campo a la intemperie, y quienes han manifestado disconformidades, en relación con este tema.

La presente iniciativa surge de la necesidad de abordar la problemática de la exposición al calor y radiación que enfrentan las cuadrillas de trabajadores de JASEC, durante el desarrollo y mantenimiento de las líneas de distribución de energía, mantenimiento, planificación y desarrollo de la red eléctrica.

Además, el incumplimiento la normativa en materia de seguridad y salud ocupacional podría acarrear sanciones legales y financieras para JASEC, incluyendo posibles incrementos en las primas de seguros, debido al incremento de accidentes y enfermedades laborales. Por lo tanto, resulta imprescindible diseñar un programa de acción, efectivo para gestionar la exposición al calor y radiación solar en aquellas tareas de campo, en este caso las cuadrillas de mantenimiento de la red, planificación y desarrollo, garantizando así la salud, seguridad y bienestar tanto de los trabajadores como de la empresa.

C. Justificación del proyecto

La población de trabajadores de la JASEC enfrenta temperaturas como lo menciona José Valverde (2024) entre los 16.7 °C a 26.2 °C y radiación solar de hasta 6035 Wh/m², así como exigencias físicas inherentes a sus tareas, lo que incrementa significativamente sus niveles de temperatura corporal y, por ende, los riesgos a la salud y el bienestar. La carencia de medidas de control, para mitigar esta exposición, agrava la situación poniendo en riesgo la integridad física y la salud de los trabajadores.

Costa Rica posee un clima tropical y las temperaturas han mostrado una tendencia al alza debido al cambio climático. En este contexto y con el objetivo de prevenir riesgos, el Consejo de Salud Ocupacional aprobó el Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor (Decreto N° 39147 S-TSS, 2015).

Este reglamento establece que los empleadores deben implementar un protocolo de hidratación, sombra, descanso y protección (Consejo de Salud Ocupacional, 2015); con el fin de prevenir las manifestaciones clínicas relacionadas con el estrés térmico en los trabajadores expuestos.

La exposición prolongada a altas temperaturas, a la radiación solar y a las demandas físicas propias de las tareas que realizan en su jornada de trabajo, a cielo abierto, pueden generar consecuencias negativas para la salud de los trabajadores. Las condiciones anteriores pueden originar efectos adversos a la salud como: desmayos, mareos, golpes por calor, agotamiento, deshidratación, calambres y síncope térmico, que, de no ser tratados de manera oportuna, podrían causar problemas graves a la salud (Baraza Sánchez et al., 2014).

Esta exposición puede generar estrés térmico, el cual por definición es la carga neta de calor a la que se encuentran expuestos los trabajadores, y es el resultado de las condiciones ambientales del área de trabajo, la actividad física realizada y la ropa utilizada en las labores (INSST, 2023). Esta patología se produce cuando el cuerpo no puede eliminar el exceso de calor, lo que puede ocasionar deshidratación, calambres musculares, agotamiento por calor e incluso golpe de calor, una condición médica grave que puede ser mortal (*World Health Organization*, 2016).

La exposición a calor en poblaciones que trabajan al aire libre puede generar un gran número de trastornos, los cuales se agrupan en: sistémicos y locales, los sistémicos incluyen el

síncope por calor, edema por calor, calambres por calor, agotamiento por calor y golpe por calor; los locales comprenden las afecciones cutáneas (miliaria cristalina, miliaria rubra, miliaria profunda, intertrigo, eritema ab igne y urticaria) y las oftalmológicas (cataratas, queratoconjuntivitis y engrosamiento membranoso de la conjuntiva) (Agüero, et al., 2015).

El cáncer de piel no melanoma es una enfermedad que cada día está en ascenso, y es el primer tipo de cáncer en el mundo; una de sus principales causas es la exposición a la radiación ultravioleta solar, los trabajadores que se encuentran a la intemperie como en el sector construcción son un grupo vulnerable, por esta razón que a nivel mundial se están implementando múltiples estrategias de prevención y control con el fin de disminuir la incidencia de esta patología (Araujo Moncayo et al., 2019).

La piel humana está continuamente expuesta a la radiación ultravioleta (UV) solar. Esta exposición de la piel a la UV genera gran variedad de respuestas biológicas que se van acumulando con el tiempo, incluyendo inflamación, daño del ADN, melanogénesis y generación de estrés oxidativo.

Cuando la exposición es excesiva, estos cambios pueden causar diferentes patologías, como eritema, envejecimiento degenerativo o cáncer de piel (Cartujo Cañal, 2020). Además de los riesgos para la salud, la exposición al calor también puede afectar negativamente el bienestar y la productividad de los trabajadores. El estrés térmico, la fatiga y las molestias físicas pueden disminuir la concentración, la coordinación y el rendimiento laboral, aumentando el riesgo de accidentes y errores (Sánchez & Rosa, 2022).

Para el año 2023, en Costa Rica se reportaron 5,645 enfermedades laborales, un número similar al de los años 2022 y 2021. De estas enfermedades, el 65% afectó a hombres y el 35% a mujeres. Principalmente, se identificaron enfermedades del sistema osteomuscular, como lesiones de menisco, muñeca y mano, tenosinovitis, y epicondilitis, además de enfermedades causadas por agentes físicos, como las asociadas a vibraciones, que afectan el sistema osteomuscular, y la exposición a temperaturas extremas y radiaciones, que impactan el nervio óptico (Consejo de Salud Ocupacional, 2023).

En vista de los riesgos mencionados y con el objetivo de cumplir con sus responsabilidades en materia de seguridad y salud ocupacional, JASEC se ve en la necesidad de desarrollar e implementar un programa de acción para la gestión de la exposición al calor en trabajos realizados a la intemperie.

D. Objetivos del proyecto de graduación

1. Objetivo general:

Proponer un programa para el control de los factores de riesgo por la exposición al calor y la radiación solar dirigido a los trabajadores de JASEC que ejecutan tareas a la intemperie.

2. Objetivos específicos:

- Identificar los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores del área de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica y el Departamento de Mantenimiento, en relación con el calor y la radiación solar.
- Evaluar la exposición al calor de los trabajadores del área de Mantenimiento y Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica.
- Diseñar controles ingenieriles y administrativos integrados en un programa para la prevención de la exposición de los trabajadores al calor y la radiación solar.

E. Alcances y limitaciones

A continuación, se describen los alcances y limitaciones del proyecto, estableciendo los límites y la extensión de la investigación. Este apartado define el marco dentro del cual se desarrolla el análisis y reconoce los factores que pueden afectar o restringir la generalización de los resultados.

1. Alcances

En este proyecto se busca identificar las condiciones y variables que repercuten en la exposición ocupacional al calor y radiación solar en trabajos que se ejecutan a la intemperie, específicamente en los trabajadores de las cuadrillas de Mantenimiento y el departamento de Planificación y Desarrollo de la red eléctrica.

Debido a restricciones de tiempo y la disponibilidad del equipo de medición proporcionado por la Escuela de Seguridad e Higiene Ambiental, se decidió reducir de ocho departamentos como se había presentado originalmente en el Anteproyecto, a dos departamentos para la población de la muestra. Esta reducción es necesaria para garantizar que el muestreo se completará dentro del plazo determinado para el proyecto de graduación. Por esta razón, se tomó en cuenta el peor caso, enfocándose en los departamentos más críticos, los cuales se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Definición de las áreas de mayor exposición para el muestreo del proyecto.

Áreas de mayor exposición		Cantidad de personas expuestas
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica	Líneas Energizadas	5 personas
	Líneas No Energizadas	16 personas
Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica		11 personas

En consecuencia, el estudio se basará en los Departamentos de Mantenimiento, Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica. Esta selección permitirá obtener datos representativos y relevantes, asegurando que los resultados del estudio sean aplicables y útiles para la implementación de medidas de control adecuadas.

Este programa abarca la identificación de las condiciones presentes y las variables que influyen en la exposición al calor y radiación solar, así como la evaluación de la exposición específica de los trabajadores.

El proyecto involucra la colaboración con las cuadrillas de trabajo, la utilización de equipos especializados para la medición de variables ambientales, y la implementación del programa de formación y concientización para los empleados.

2. Limitaciones

Las limitaciones del proyecto incluyen factores como la posible insuficiencia de fondos, ya que el proyecto se desarrolla en una empresa con fondos estatales, donde no se cuenta con presupuesto previsto para el proyecto, lo que requiere priorizar acciones en función de su impacto y presupuesto disponible.

Las condiciones climáticas extremas, como las tormentas tropicales, pueden dificultar el tiempo de muestreo y toma de los datos, por motivos de lluvias debido al periodo del año en que se desarrolló el proyecto. En el caso del muestreo, también se toma en cuenta que se realizó en un solo día, porque al repetir la muestra los trabajadores cambian de lugar de trabajo y condiciones climáticas.

La efectividad del programa dependerá en gran medida del cumplimiento y la colaboración de los trabajadores en la adopción de las medidas de prevención y control de la exposición al calor y radiación solar. Los cambios en el entorno de trabajo, como la modificación de las tareas o la incorporación de nuevas tecnologías, podrían requerir ajustes en el programa de gestión de la exposición al calor.

A pesar de estas limitaciones, se esperó que el desarrollo e implementación del programa de gestión de la exposición al calor contribuya significativamente a la protección de la salud y el bienestar de los trabajadores de JASEC.

II. MARCO CONCEPTUAL

Este apartado se centra en los fundamentos teóricos que sustentan el estudio. Se abordan los conceptos para comprender mejor los temas analizados, proporcionando una base sólida para la interpretación de los resultados.

Trabajo a la intemperie

El trabajo a la intemperie se refiere a aquellas actividades laborales que se realizan al aire libre, expuestas a las condiciones ambientales sin la protección de un entorno cerrado (Araya-Solano et al., 2021). Estas condiciones pueden incluir variaciones extremas de temperatura, lluvia, viento, radiación solar, entre otros factores climáticos que pueden afectar la salud y seguridad de los trabajadores (Organización Internacional del Trabajo, 2019).

En este contexto, y con el objetivo de prevenir riesgos, el Consejo de Salud Ocupacional (2015) aprobó el Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor. Este reglamento establece que los empleadores deben implementar un protocolo de hidratación, sombra, descanso y protección, con el fin de prevenir las manifestaciones clínicas relacionadas con el estrés térmico en los trabajadores expuestos.

Los trabajadores que se dedican, entre otras, a este tipo de labores a la intemperie, donde es evidente el esfuerzo físico, pueden presentar trastornos como edemas, calambres, síncope y agotamiento, que de no ser prevenidos o tratados adecuadamente o a tiempo, pueden desencadenar en la muerte (Zúñiga et al., 2017).

Estrés térmico

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, en los últimos 50 años se ha presentado una alteración del clima mundial como consecuencia de la liberación de altas cantidades de CO₂ y gases de efecto invernadero y se prevé que, a futuro en 15 o 35 años, dicho cambio climático podrá causar 250.000 defunciones adicionales por, entre otros motivos al estrés calórico (Zúñiga et al., 2017).

La temperatura corporal normalmente oscila entre los 35,8 °C y 37,2 °C; no obstante, en actividades donde los músculos trabajan de manera intensa el calor puede elevarse de manera abrupta y alcanzar temperaturas corporales de más de 39 °C (Leyk, 2019).

El organismo cuenta con mecanismos termorreguladores que permiten mantener un balance entre la producción y la pérdida de calor (Gómez, 2007). Estas estrategias de balance térmico se conocen como termorregulación, es un proceso natural del cuerpo que consiste en la activación de mecanismos centrales y periféricos para mantener la homeostasis corporal y las funciones vitales (Picón-Jaimes et al., 2020, p. 120). Cuando este equilibrio se pierde y la producción de calor es mayor a la eliminación, el organismo puede colapsar y presentar problemas de salud.

Radiación solar

La radiación ultravioleta corresponde a una de las ondas electromagnéticas que genera el sol, la cual tiene longitudes de onda entre los 100 y los 400 nanómetros (Cortés Aguilera et al., 2011). Los rayos de este tipo comprenden aproximadamente el 10 % de la energía del espectro solar, porcentaje que varía según la latitud, la posición del sol, la hora del día y la nubosidad (Zaragozano, Lozano & Aznar, 2016).

Este riesgo, al cual está sometida toda la población en general, es especialmente importante para los trabajadores que, realizan tareas a la intemperie, ya que a la posible exposición extralaboral (especialmente en los meses de verano) se suma una exposición laboral intensa durante muchos meses del año (Flouris et al., 2018).

Esta doble vertiente de exposición al riesgo debe ser tomada en cuenta, por tanto, por los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales, desde la perspectiva puramente laboral, a través de las evaluaciones de riesgos y la vigilancia de la salud, y desde la perspectiva extralaboral, a través de campañas / programas de promoción de la salud (Cortés Aguilera et al., 2011, p.319).

El índice ultravioleta abarca la radiación UVB y la UVA, pero determina principalmente el espectro que va de los 300nm a los 310nm. Es un método confiable y su incertidumbre es de 1,0 en el 68 % de las ocasiones, al compararse con la radiometría terrestre (Kinney, Long, & Geller, 2000).

La escala del índice ultravioleta parte del valor uno para la radiación más baja, hasta 11 que indica extremadamente alto (Chitay, 2020). Así mismo se divide en cinco categorías para determinar el índice ultravioleta, el nivel de exposición y las recomendaciones de protección dadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2003).

Tabla 2.*Interpretación del índice ultravioleta.*

Índice	Nivel de exposición	Conducta
1-2	Baja	Aplicar filtro solar FPS 15
3-5	Moderada	Aplicar filtro solar FPS 15 y uso de sombrero
6-7	Alta	Aplicar filtro solar FPS 15, uso de sombrero y lentes oscuros
8-10	Muy alta	Todas las anteriores y evitar la exposición de 10 a.m. a 4 p.m.
11 o más	Extremadamente alta	Mismas conductas que en índice anterior (índice de 8-10)

Algunas personas son más propensas que otras a desarrollar cáncer de piel debido a su fototipo de piel, es decir a las tonalidades que puede tener la piel humana. Entre más oscura sea mayor resistencia tendrá a los rayos UV. En el siguiente cuadro se muestran los fototipos que existen (Becerra & Aguilar, 2001):

Tabla 3.*Fototipos existentes y sus características.*

Fototipo	Bronceado	Quemaduras	Color de piel	Características físicas
I	No se broncean	Se queman fácilmente y de forma excesiva (<2 SED)	Blanca, muy clara	Ojos: azules Pelo: rubio/pelirrojo
II	Se broncean poco	Se queman fácilmente (2-3 SED)	Blanca, clara	Ojos: azules/grises/verdes Pelo: rubio/pelirrojo
III	Llegan a broncearse	Se queman moderadamente (3-5 SED)	Caucásica	Ojos: café Pelo: café
IV	Se broncean con facilidad	Sufren quemaduras (5-7 SED)	Morena	Ojos: café/negro Pelo: oscuro
V	Se broncean muy rápido	Quemaduras poco frecuentes (7-10 SED)	Oscura	Ojos: oscuro Pelo: oscuro
VI	Se broncean de inmediato	Rara vez se queman (>10 SED)	Muy oscura	Ojos: oscuros Pelo: oscuro

Según el fototipo se calcula el tiempo de exposición de la radiación usando la Dosis de Eritema Estándar (SED, por sus siglas en inglés). La equivalencia de un SED es 100 J/m^2 . Esta cuantifica la habilidad de producir un eritema y se relaciona con el índice UV debido a que cuando el índice es de 1 equivale a un poco menos de 1 SED/h (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, 2010).

La radiación solar puede generar un gran número de afecciones a la salud de las personas cuando la exposición es muy intensa y prolongada (Delgado & Orellana, 2015). Por lo que, Trakatelli et al. (2016) afirma que los trabajadores al aire libre son, a nivel laboral, las personas más afectadas por este agente, ya que, en todo momento durante la realización de sus tareas, se encuentran expuestos.

Metodologías de evaluación y controles

Los efectos que ha causado el estrés térmico por calor han llevado a la generación de controles y medidas de protección para los trabajadores, los cuales se han basado en los índices de estrés térmico, que incorporan estimaciones de la temperatura del globo y bulbo húmedo (WBGT), y las tasas metabólicas estimadas para las tareas que el trabajador debe realizar (Wang et al., 2018; Organización Internacional de Normalización, 2012).

Para determinar si el trabajador se encuentra expuesto a estrés térmico, se realiza una comparación entre la carga metabólica, la cual se refiere al costo energético que se asocia al esfuerzo muscular (UNE-EN ISO 8996, 2005) y el valor obtenido luego de cálculo el índice TGBH (temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo) por sus siglas en inglés, con los límites establecidos por el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2014).

Los límites aplicables a nivel nacional pueden encontrarse en el Decreto 39147 S-TSS Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor, y la INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo mediante el índice TGBH (temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo).

Para la evaluación de la radiación solar globalmente se utiliza el índice ultravioleta (IUV), el cual consiste en una medida de los niveles de radiación ultravioleta relativos a sus efectos sobre la piel humana. Toma en consideración aquella radiación UV con capacidad para inducir a la formación de eritemas en la piel (Cortés et al., 2011).

La determinación de estos índices ayuda a caracterizar la exposición presente en los colaboradores que laboran a cielo abierto de las cuadrillas de mantenimiento y el departamento de planificación y desarrollo de la red, por lo que permiten implementar controles administrativos o ingenieriles para el control de la temperatura.

Prevención de la exposición basada en reglamentos y normativa

Para mitigar la exposición al calor de los trabajadores, es necesario implementar una serie de controles que garanticen su bienestar y seguridad laboral. Un programa para control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores. Este programa puede incluir las siguientes medidas para el control a la exposición de calor a los trabajadores.

Las medidas técnicas, permiten establecer un protocolo de hidratación que garantice el consumo adecuado de líquidos por parte de los trabajadores durante las jornadas laborales. Esto incluye medidas como son la distribución de botellas de agua y la provisión de sueros orales en caso de necesidad (Quick, 2018; Wiedenmayer et al., 2019).

Otra estrategia es crear espacios de sombra que se definen como áreas de refugio a los trabajadores durante las horas de mayor exposición solar (Organización Internacional del Trabajo, 2019). Para estas medidas se puede incluir la instalación de toldos, sombrillas o estructuras ligeras en los lugares de trabajo, así como la planificación de las actividades para minimizar la exposición directa al sol (NIOSH, 2016; OSHA, 2020). La JASEC les proporciona a los trabajadores bloqueador solar con un factor de protección solar (FPS) de 85, desde el 2014. Se debe promover el uso adecuado del bloqueador solar mediante campañas de sensibilización y capacitación (Saucedo et al., 2020).

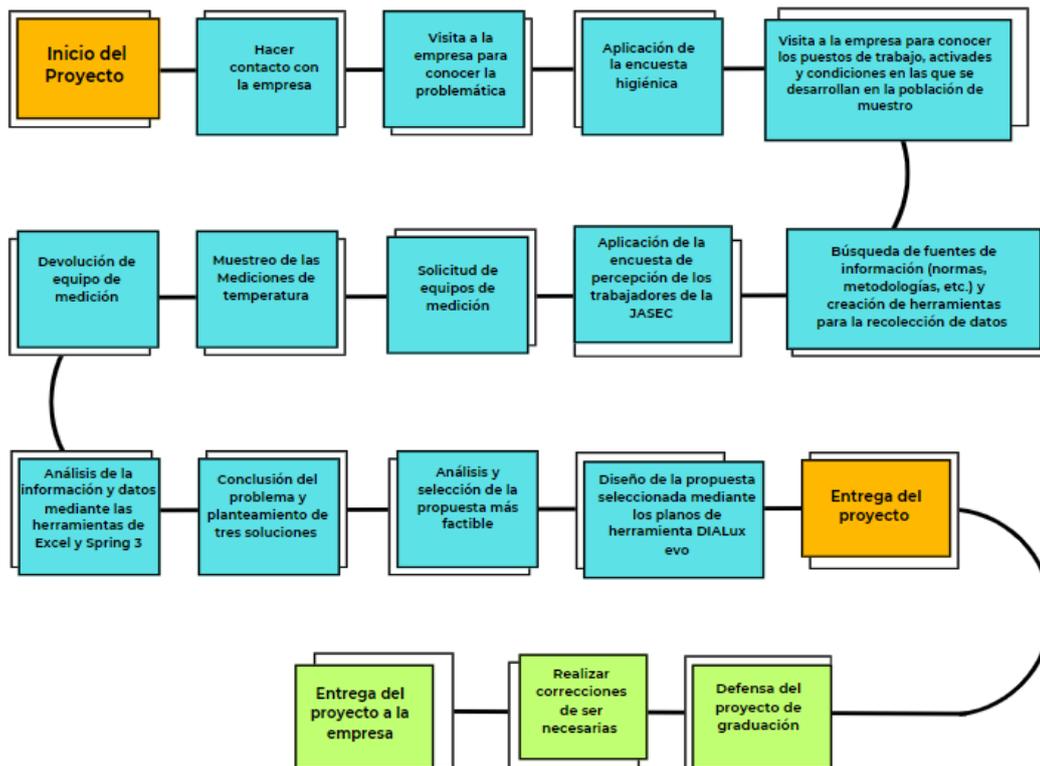
Las medidas administrativas, que se pueden realizar son un estudio detallado de las labores diarias de los trabajadores para identificar los momentos de mayor exposición al calor. Se pueden establecer tiempos de descanso regulares bajo sombra durante las horas pico de calor (NIOSH, 2016; OSHA, 2020). Brindar capacitaciones a los trabajadores sobre los riesgos del calor, las medidas de control para mitigar la exposición y la importancia de la hidratación. Estas capacitaciones se deben enfocar en la promoción de comportamientos seguros y la responsabilidad individual en la prevención del estrés térmico. (CDC, 2020; OSHA, 2020).

III. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología general planteada para la realización de este proyecto:

Figura 3.

Metodología del proyecto.



A. Tipo de investigación

El proyecto corresponde a una investigación descriptiva, explicativa y aplicada. Esto, ya que, con el estudio descriptivo se logra la recopilación de datos para probar hipótesis o para responder preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio.

Por otro lado, es explicativa porque, busca comprender fenómenos, además, explica relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales, por último, es aplicada, ya que busca resolver problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, servicios, entre otros, de cualquier actividad humana (Esteban Nieto, 2018).

B. Fuentes de información

Para la realización del presente proyecto de investigación se utilizaron las siguientes fuentes de información:

1. Fuentes primarias:

Información directa de la empresa:

- Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación a la exposición a calor y radiación solar
- Encuesta higiénica para la valoración de las condiciones de exposición a calor dirigida a la jefatura de Salud Ocupacional
- Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie

Libros:

- Baraza Sánchez, X., Baraza Sánchez, X., Castejón Vilella, E., & Guardino Solà, X. (2014). Higiene Industrial. Editorial UOC.
- Mondelo, P., Gregori, E., Castejón, E., Comas, S. & Bartolomé, E. (2013). Ergonomía 2 Confort y estrés térmico.

Artículos científicos:

- Araujo Moncayo, D. A., Capera Tole, A. M., & Plazas Montaña, J. J. (2019). Cáncer en piel por exposición a radiación ultravioleta solar en trabajadores de construcción en el Distrito Capital.
- Cartujo Cañal, A. (2020). Efectos de la radiación ultravioleta en líneas celulares humanas de la piel.
- Chen, J., Song, Q., Wang, Y., Zhang, C., & Bi, P. (2020). Occupational heat exposure and risk of cardiovascular disease: A meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 128(12), 120407
- Cortés Aguilera, A. J., Enciso Higuera, J., Reyes González, C. M., Arriaga Álvarez, E., Romero Melchor, C., Ribes Febles, J., ... & Hernández Casal, M. (2011). El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. *Medicina y seguridad del trabajo*, 57(225), 319-330.
- Delgado Orellana, G. J., & Orellana Samaniego, M. L. (2015). Estimación de la radiación solar global diaria en el cantón Cuenca mediante la aplicación del modelo Bristow & Campbell (Bachelor's thesis)

- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*.
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.
- Fleta Zaragoza, J., Moreno Aznar, L., & Bueno Lozano, M. (2016). Quemadura solar y fotodermatosis (No. ART-2016-100646).
- Geller, A. C., Hufford, D., Miller, D. R., Sun, T., Wyatt, S. W., Reilley, B., . . . Grunehoff, J. (1997). Evaluation of the ultraviolet index: Media reactions and public response. *PubMed.gov*, 37(6), 935-941.
- Gómez, A. (2007). Trastornos de la temperatura corporal. *OFFARM*, 26(7), 48-53.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2010). ICNIRP statement—protection of workers against ultraviolet radiation. *PubMed.gov Health Physics*, 99(1), 66-87.
- Kinney, J. P., Long, C. S., & Geller, A. C. (2000). The ultraviolet index: A useful tool. *Dermatology Online Journal*, 6(1).
- Leyk, D., Hoitz, J., Becker, C., Glitz, K. J., Nestler, K., & Piekarski, C. (2019). Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. *Deutsches Arzteblatt international*.
- Longarini, C. (2011). La Matriz RACI, una herramienta para organizar tareas en la empresa.
- Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. *Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social*.
- Navarrete, P., Loayza, M., Velasco, J., Huatuco, Z. & Abregú, R. (2016). Índice de masa corporal y niveles séricos de lípidos. *Horizonte Médico (Lima)*, 16(2), 13- 18.
- Picón-Jaimes, Y., Orozco-Chinome, J., Molina-Frank, J. & Franky-Rojas, M. Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*.
- Wang, S., Richardson, M. B., Wu, C., Cholewa, C. D., Lungu, C. T., Zaitchik, B. F., & Gohlke, J. (2018, December). Estimating Occupational Heat Exposure from Personal Sampling of Public Works Employees in Birmingham, Alabama. In *AGU Fall Meeting Abstracts*.

2. Fuentes secundarias:

Normas:

- Decreto N° 39147 S-TSS. (2015). Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor.
- Instituto Nacional de Normas Técnicas y Certificación de Costa Rica (INTECO). (2016). Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales. INTE T29:2016. San José, Costa Rica: INTECO.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT. (1993). Norma técnica 322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). NTP 1189: Evaluación del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT- Año 2023.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). (2016). Estrés térmico en el trabajo.
- INTE/ISO 7243:2016. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).
- Monroy Martí, E., & Luna Mendaza, P. (2011). Nota técnica de prevención - NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- UNE-EN ISO 8996. (2005). Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.

3. Fuentes terciarias:

Artículo de revista:

- Agüero, M. R., Betancourt Bethencourt, J. A., del Toro Ramírez, R., & García, Y. M. (2015). Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores expuestos. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 16(2), 3-9.
- Agüero, M. R., Esquivel, E. M., & Sánchez, M. H. (2023). La salud humana frente al estrés térmico por el cambio climático. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27.
- Becerra, M. d. M., & Aguilar, J. A. (2001). Radiación ultravioleta y cáncer de piel. consejos preventivos. *Radiobiología. Revista Electrónica*, 1(2), 15-17.
- Flores, W. V., Nuñez, S., & Bravo, Z. (2022). Estudio del estrés térmico y su efecto en la salud de los trabajadores en el área de producción de una industria alimenticia. "

CARÁCTER" REVISTA CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO, 10(1).

- Quick, R. A. (2018). Enfermedad relacionada con el calor en el lugar de trabajo. *Revista de Medicina Ocupacional y Ambiental*, 60(6), 569-575.
- Sánchez, M., & Rosa, A. (2022). Salud y medio ambiente. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 65(3), 8-18.
- Trakatelli, M., Barkitzi, K., Apap, C., Majewski, S., De Vries, E., EPIDERM group, ... & Crawford, L. (2016). Skin cancer risk in outdoor workers: a European multicenter case-control study. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 30, 5-11.
- Wiedenmayer, S., Budde, G., & Renneberg, H. (2019). Estrés por calor e hidratación en trabajadores al aire libre: Una revisión de la literatura. *Revista Internacional de Medicina Ocupacional*, 61(11), 1321-1332.
- Zúñiga, N. P., Benavides, A. L. V., & Hernández, P. L. M. (2017) Acciones ergonómicas preventivas para trabajos a la intemperie en ambientes cálidos. *GACETA DE ERGONOMÍA*, 17.

Página Web:

- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). (2020). Prevención de enfermedades relacionadas con el calor en entornos de trabajo al aire libre y en interiores.
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). (2020). Estrés térmico.
- International Agency for Research on Cancer. (2020). Solar radiation.
- Junta Administradora del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago, (JASEC). (2022). Página web. <https://www.jasec.go.cr/>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Condiciones de trabajo y empleo en el sector agrícola.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Radiación ultravioleta solar.
- Organización Mundial de la Salud. (2003). Índice UV solar mundial: Guía práctica.
- Organización Panamericana de la Salud. (2015). Elaboración de listas de verificación.
- World Health Organization. (2016). Heat-related illness.

C. Población y muestra

Para la elaboración del presente proyecto se hizo uso de un método de muestreo no probabilístico a conveniencia, basado en el principio del peor caso, esto debido a que la muestra se seleccionaba con base en las características y necesidades de la investigación (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). El objetivo central del proyecto es evaluar la exposición al calor que enfrentan los trabajadores del departamento de Mantenimiento y Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica.

Estos departamentos fueron identificados como representativos de las condiciones más extremas a través de un proceso de observación directa, diálogo con las jefaturas y el Departamento de Salud Ocupacional, y el análisis de las condiciones climáticas del cantón. Las evaluaciones se concentraron en el periodo de tiempo comprendido entre las once de la mañana y las doce del mediodía, dado que durante esta hora se presentan las condiciones ambientales más críticas en términos de temperatura.

La JASEC cuenta con un total de 230 trabajadores expuestos al calor y a la radiación solar. Para este estudio, se tomó una muestra de dos departamentos específicos: el Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica, en donde laboran 21 trabajadores y el Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica, en donde laboran 11 trabajadores. Debido a las limitaciones de tiempo y a la disponibilidad del equipo de medición prestado, se evaluaron a 3 trabajadores de cada departamento, resultando en un total de 6 muestras.

Esta selección, aunque limitada en tamaño, fue diseñada para ser representativa dentro del plazo del proyecto de graduación. El nivel de confianza de este muestreo es del 95 %, con un margen de error estimado del 37.05 %, lo que se consideró adecuado dadas las restricciones operativas y el enfoque específico de la investigación. El cálculo de la muestra que se realizó se encuentra descrito en el Apéndice 13.

Tabla 4.

Definición de la muestra para la evaluación de las áreas de mayor exposición.

Áreas de mayor exposición		Personas expuestas	Muestra
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica	Líneas Energizadas	5	1
	Líneas No Energizadas	16	2
Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica		11	3

Para identificar factores de exposición de los trabajadores que laboran a la intemperie, se aplicó una encuesta higiénica a la jefatura del Departamento de Salud Ocupacional y se realizó una entrevista semiestructurada dirigida a todo el departamento de Salud Ocupacional. Ambos insumos permitieron definir el camino a seguir para la realización de la evaluación del ambiente térmico.

Otros aspectos importantes considerados fueron la naturaleza de las tareas realizadas por los trabajadores de cada departamento y el tipo de vestimenta utilizada, con el objetivo de identificar el peor escenario posible. Con base en estas variables, se seleccionaron los departamentos para el muestreo, lo que permite un análisis más preciso y representativo de las condiciones laborales y sus riesgos asociados.

Las mediciones se realizaron conforme a lo establecido dentro de la INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo). Se registraron las condiciones termohigrométricas para cada una de las tres cuadrillas seleccionadas.

Se realizaron las lecturas del equipo durante una hora cada cuatro minutos para obtener 16 datos por trabajador, posteriormente se generaron promedios de las lecturas, lo que permitió obtener un valor por día para el análisis de las líneas de tendencia a lo largo del día entre compañeros.

Asimismo, se calculó el gasto metabólico de 3 trabajadores de cada departamento, y con los datos obtenidos se determinó el índice de sudoración requerida (Sw_{req}) y el tiempo de exposición permisible (TEP).

D. Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la operacionalización de las variables acorde con cada objetivo específico definido para la elaboración del presente proyecto:

Objetivo específico 1: Identificar los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores del área de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica y el Departamento de Mantenimiento, en relación con el calor y la radiación solar.

Tabla 5.*Operacionalización del objetivo específico 1.*

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
Condiciones ambientales de trabajo	Características del ambiente laboral en términos de temperatura, radiación solar, y otros factores climáticos	Temperatura media en el área de trabajo	Registros de temperatura del Instituto Meteorológico Nacional
		Niveles de radiación solar determinados por el Instituto Meteorológico Nacional para este año	Registro de la radiación solar del Instituto Meteorológico Nacional (IMN)
Factores de riesgo laborales	Elementos del entorno y tareas que incrementan la exposición al calor y radiación	Duración (en minutos) y descripción de las tareas realizadas por los trabajadores Horario laboral de exposición al sol Cantidad de tareas realizadas a la intemperie	Encuesta higiénica para la valoración de las condiciones de exposición a calor dirigida a la jefatura de Salud Ocupacional
		Porcentaje de trabajadores que tienen exámenes de función renal de los últimos 3 meses	Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie
		Porcentaje de trabajadores capacitados sobre exposición a calor y radiación solar, la importancia de la hidratación	Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación a la exposición a calor y radiación solar
		Porcentaje de evaluaciones del ambiente térmico realizadas en el departamento	
		Porcentaje de protocolos, controles ingenieriles y administrativos implementados en JASEC.	
		Porcentaje de trabajadores insatisfechos por las	Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
		condiciones térmicas del ambiente de trabajo	departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie
		Porcentaje de trabajadores que presentan signos y síntomas asociados a la exposición a altas temperaturas	
		Cantidad de agua potable consumida (en litros) por los trabajadores	
		Cantidad y duración de los descansos (en minutos) realizados por los trabajadores	
		Datos demográficos de los trabajadores (género, edad, estatura, peso)	Cuadro de análisis del índice de masa corporal (IMC)
		Carga metabólica de las tareas (W/m^2) realizadas por los trabajadores	Cuadro de estimación de la Carga Metabólica (W/m^2), basado en los datos extraídos de la norma NTP 323 Acta de muestreo para gasto metabólico.
		Grado de Aislamiento térmico de la ropa (clo)	Encuesta sobre la exposición a la radiación

Objetivo específico 2: Evaluar la exposición al calor de los trabajadores del área de Mantenimiento y Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica.

Tabla 6.

Operacionalización del objetivo específico 2.

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
Nivel de exposición al calor	Se puede entender como la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. (Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor, 2015).	Temperatura media en el área de trabajo	Registros de temperatura del Instituto Meteorológico Nacional
		Niveles de radiación solar	Registro de la radiación solar del Instituto Meteorológico Nacional
		Índice de calor	Cuadro para la estimación del índice de calor resultante de dos variables
		Índice de estrés térmico (TGBH)	Metodología para la estimación de índice TGBH de la ISO 7243/ NTP 322: Estrés térmico. El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT)
		Gasto metabólico (Kcal/min)	Acta de muestreo para el índice WBGT.
		Temperatura (°C).	Método de muestreo de la INTE/ISO 7243:2022 Ergonomía del entorno térmico – evaluación del estrés térmico por calor mediante el índice TGBH
		Humedad relativa.	
		Velocidad del aire.	
Grado de Aislamiento térmico de la ropa (clo)	Aplicación de la norma mediante Spring 3. Bitácora de muestreo		

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
		Tiempo máximo de permanencia. Índice de sudoración requerida	Determinación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) mediante el software Spring3

Objetivo específico 3: Diseñar controles ingenieriles y administrativos integrados en un programa para la prevención de la exposición de los trabajadores al calor y la radiación solar.

Tabla 7.

Operacionalización del objetivo específico 3.

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
Controles ingenieriles	Según el Marco de referencia para la evaluación, ICFES. (2019) un diseño de ingeniería es el proceso de idear un sistema, componente, máquina o proceso con el fin de satisfacer determinadas necesidades. Es un proceso de toma de decisiones basado en la ciencia, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería.	Costo económico de implementar cada propuesta	Matriz de costos
		Cantidad de controles ingenieriles propuesta para controlar el ambiente térmico	Matriz de explicación de cada factor para evaluación de la propuesta
		Nivel de impacto al medio ambiente.	
		Cantidad de requisitos legales que cumple	
		Cantidad de riesgos ocupacionales que disminuye	
		Cantidad de objetivos de desarrollo sostenible a los que se alinea.	
Cantidad de requerimientos por parte del beneficiario (empresa) que logra solventar			
Controles administrativos	Métodos y medidas implementadas para la planificación y organización de las tareas y procesos de trabajo para la disminución de la exposición	Porcentaje de cumplimiento de los controles administrativos con la normativa costarricense	Lista de verificación basada en los requisitos del Decreto 39147 STSS (Reglamento para la prevención y

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos o herramientas
	ocupacional a altas temperaturas.		protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor)
Programa para el control de la exposición a calor	Actividades, tareas y estrategias planificadas de manera ordenada que permitirán controlar la exposición a calor	Cantidad de aspectos que contempla el programa para el control de la exposición a calor	Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales. Lista de verificación.
		Cantidad de responsabilidades y responsables de la implementación del programa	Matriz de asignación de responsabilidades (Matriz RACI)

E. Descripción de instrumentos o herramientas de investigación

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los instrumentos utilizados para alcanzar los objetivos planteados dentro del proyecto.

1. Registros de temperatura y la radiación solar

Es un cuadro resumen mediante la cual se lleva un registro de la temperatura y radiación solar de la zona de trabajo en el momento de la evaluación, que reporta el Instituto Meteorológico Nacional. Estos datos se compararon con los datos obtenidos en el muestreo con el equipo de medición de luz UV-A/B, esto permitió la estimación del tiempo máximo de exposición a radiación solar (ver Apéndice 1).

2. Encuesta higiénica para la valoración de las condiciones de exposición a calor y radiación solar dirigida a la jefatura de Salud Ocupacional

Esta herramienta se planteó con el fin de recolectar información relevante que se obtiene al dar un recorrido por las instalaciones y mediante conversaciones con el personal de seguridad laboral y los mismos operarios. En este caso, la encuesta recolecta información pertinente a las generalidades, proceso productivo, equipo de protección personal, condiciones del plantel, vigilancia de la salud y controles existentes para reducir el riesgo a la exposición ocupacional a calor (ver Apéndice 2).

3. Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie

Formulario virtual que fue estructurado para la recolección de los datos obtenidos directamente de los colaboradores, para determinar las características de sus funciones y la exposición de los trabajadores. Además, permitió la identificación de características personales como edad, peso, sexo, entre otros. Estos datos son necesarios para los cálculos que determinarán el nivel de exposición (ver Apéndice 3).

4. Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación a la exposición a calor y radiación solar

La entrevista semiestructurada es un instrumento flexible, que se basa en preguntas planeadas de manera previa y ajustadas a los entrevistados y fines del estudio (Díaz-Bravo et al., 2013). Esta herramienta permitió orientar la entrevista a los temas de interés del entrevistador y le ofrece a los entrevistados la posibilidad de responder de manera abierta (Lopezosa, 2020). En este caso, se aplicó la entrevista a la jefatura del Departamento de Salud Ocupacional, lo que permitió complementar la información obtenida con la encuesta higiénica.

Por medio de esta encuesta se analizaron aspectos como la cantidad de capacitaciones en materia de estrés térmico impartidas a los trabajadores, los protocolos y controles, así como la cantidad de mediciones de estrés térmico (ver Apéndice 4). Cabe destacar que la entrevista fue validada con la ayuda de la asistente del Departamento de Salud Ocupacional, la Licenciada Ana Cecilia Reyes Torres.

5. Cuadro de análisis del índice de masa corporal (IMC)

El índice de masa corporal ofrece una estimación del sobrepeso o delgadez mediante una relación entre el peso y la estatura (Navarrete et al., 2016), esta herramienta permite analizar la relación que se podría prestar entre los factores personales de cada trabajador en cuanto a su peso y la exposición a calor que presenta.

Ya que el factor peso es una variable determinante a la hora de la exposición a calor debido a que las personas con obesidad poseen un mayor aislamiento térmico y posibles deficiencias a nivel cardiovascular, lo que dificulta la pérdida de calor a través de la circulación (Flores et al. 2022).

Para el cálculo del IMC se utilizaron los datos del peso y estatura de los trabajadores que fueron recopilados en la encuesta de riesgo por calor y radiación solar, fueron comparadas con los registros médicos de la empresa.

Los datos necesarios para la estimación del IMC fueron recopilados mediante la encuesta dirigida a los trabajadores y los tabulados por la médico de la empresa mediante una pesa digital y una cinta métrica (ver Apéndice 5).

6. Cuadro de estimación de la Carga Metabólica (W/m^2), basado en los datos extraídos de la norma NTP 323

Para aplicar esta NTP se utilizó en primera instancia la instrumento de recolección de datos que se puede observar en el Apéndice 6, dicha herramienta está confeccionada de tal manera que logre contemplar las instrucciones de esta norma, las cual se centra en los pasos para calcular el índice TGBH.

Además de esto se realizó una observación no participativa de los procesos en campo por las distintas cuadrillas, para determinar donde se llevaron a cabo las mediciones de calor. Durante esta observación se tomaron datos sobre los ciclos de trabajo, desplazamientos y movimientos realizados por los trabajadores.

7. Encuesta sobre la exposición a la radiación

Con la finalidad de obtener información sobre las actividades recreativas y laborales que realizan los trabajadores expuestos y que pueden llegar a afectar su exposición a los factores de riesgo (rayos UV), el tipo de ropa que utilizan, se le aplicó una encuesta realizada a ese efecto y validado con una prueba piloto. Estos datos son necesarios para determinar el grado de aislamiento térmico de la ropa (clo) (ver Apéndice 7).

8. Cuadro para la estimación del índice de calor resultante de dos variables

Mediante la recolección de la información de la temperatura y humedad relativa de la zona de exposición de los trabajadores, junto con el instrumento del reglamento se logró determinar el nivel del índice de calor al que se exponen los trabajadores según el área donde se encuentran (ver Apéndice 8).

9. Metodología para la estimación de índice TGBH de la ISO 7243/ NTP 322

Metodología que indica los pasos para estimar el índice TGBH, brindando fórmulas y gráficos, que, en conjunto con el dato de consumo metabólico, permitieron determinar si el trabajador está sobreexpuesto a estrés térmico (ver Apéndice 9).

10. Método de muestreo de la INTE/ISO 7243:2022 Ergonomía del entorno térmico – evaluación del estrés térmico por calor mediante el índice TGBH

Para aplicar esta norma se utilizó en primer lugar la herramienta de recolección de datos que se puede observar en el Apéndice 9, la cual está confeccionada de tal forma que permita recolectar la información necesaria para poder cumplir con este método de muestreo, de igual manera, la herramienta contempla un apartado donde resume los aspectos más importantes a tomar en cuenta por esta norma.

11. Determinación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) mediante el software Spring3

El método de índice de sudoración requerida se basa en la comparación de los valores de dos variables, la humedad de la piel y la producción de sudor necesarias en unas determinadas condiciones de trabajo, frente a los valores fisiológicamente posibles de esas variables. En este sentido, la Norma ISO-7933 establece unos criterios de valoración diferenciando los límites propuestos entre exposiciones de individuos aclimatados o no y fijando dos niveles (alarma y peligro) que gradúan dicha limitación

El software proporciona un porcentaje de sudoración requerida, junto con los datos de tiempo de alarma y peligro. Asimismo, el protocolo ofrece un tiempo de exposición permisible para las condiciones evaluadas, estos datos permiten comprender mejor la situación a la que se enfrentan los trabajadores y realizar una clasificación de esta.

Para realizar el cálculo tanto del índice de sudoración requerida como del tiempo de exposición permisible fueron utilizados los valores de la carga metabólica, temperatura del bulbo seco, temperatura de globo, la velocidad del aire, la humedad relativa y el valor del aislamiento térmico de la ropa. Para el análisis de los datos de la sudoración requerida y el tiempo de exposición permisible, obtenidos mediante el software Spring3 se emplearon

cuadros y/o gráficos de Excel, todo esto con el fin de organizar y esquematizar la información de una manera clara y ordenada (ver Apéndice 10).

12. Matriz de costos

Es una herramienta analítica que desglosa y categoriza los costos de los materiales o herramientas necesarias para la propuesta de diseño. Organiza estos costos, relacionándolos con el material, medidas, cantidad y se señala la fuente de donde se obtiene la información. Esta matriz contribuye a identificar donde se necesita la mayor inversión.

13. Matriz de explicación de cada factor para evaluación de la propuesta

Es una herramienta que permite validar y justificar el diseño de acuerdo con los requerimientos, la salud y la seguridad pública, el costo total de la vida, el carbono neto cero, así como aspectos relacionados con recursos, culturales, sociales y ambientales según sea necesario, considerando además las necesidades específicas, normas, estándares y aspectos técnicos, para la evaluación de la aplicabilidad de la solución.

14. Lista de verificación basada en los requisitos del Decreto 39147 S-TSS (Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor)

Una lista de verificación corresponde a una herramienta diseñada para el control de ciertas actividades, esto mediante la elaboración de un listado de requisitos que deben ser cumplidos y evidencian de manera sistemática el cumplimiento del objetivo planteado (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

Con la finalidad de evaluar las mejoras proporcionadas por los controles propuestos, se elaboró una lista de verificación basada en el Decreto 39147 S-TSS, tomando en cuenta los aspectos mínimos que se deben seguir según este documento para la obtención de un lugar de trabajo confortable y seguro para los trabajadores que se encuentren ocupacionalmente expuestos a estrés por calor.

15. Requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo según la INTE T29:2016

La norma INTE T29:2016 requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo, establece los criterios fundamentales que debe contemplar un programa de salud y seguridad en el trabajo, esta norma permitirá elaborar un programa de control para altas temperaturas que cumpla con los aspectos mínimos que debe poseer cualquier programa en materia de seguridad laboral.

16. Matriz de asignación de responsabilidades (Matriz RACI)

Longarini (2011) define la matriz RACI como un modelo que permite asignar responsabilidades asociadas a la consecución de diversas tareas con el fin de concretar un proyecto, RACI corresponde al acrónimo de Responsable (Encargado), persona encargada de llevar a cabo la tarea; Accountable (Responsable) es a quien se le asigna la responsabilidad de velar por la adecuada ejecución de la tarea; Consulted (Consultado), son todas aquellas personas que se necesita consultar para concretar la tarea e Informed (Informado), personas que se les debe comunicar el progreso de la tarea. Este insumo permitirá definir los roles y responsabilidades de cada persona involucrada en el programa (Apéndice 11).

F. Plan de análisis

En la figura 4, 5 y 6 se muestra el plan de análisis para cada objetivo específico del proyecto, en la figura 7 se muestra un mapa conceptual que permite observar cómo se realizó el proyecto, mediante la integración de los objetivos, variables, indicadores y herramientas.

Figura 4.

Plan de análisis del objetivo específico 1.

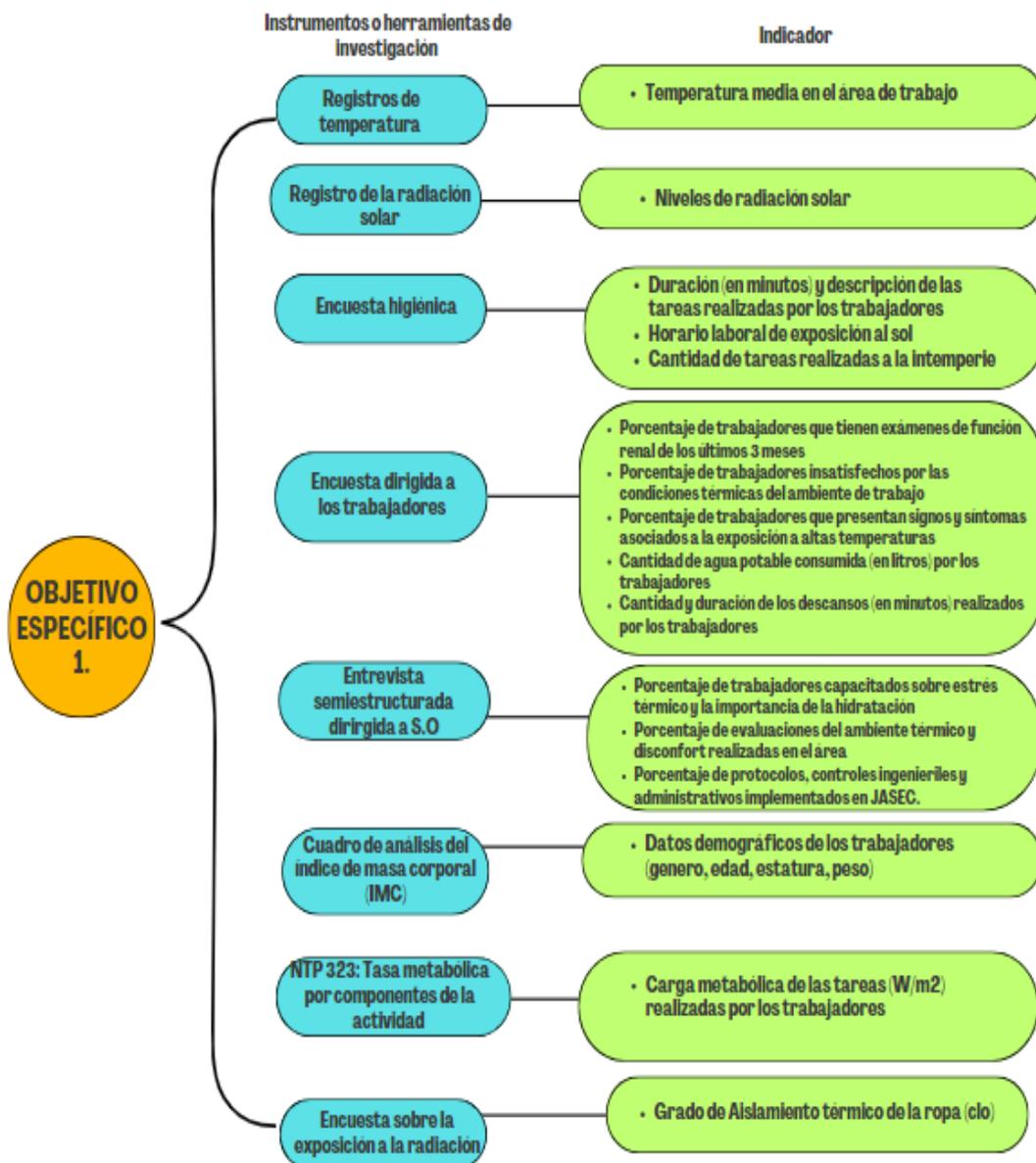


Figura 5.

Plan de análisis del objetivo específico 2.

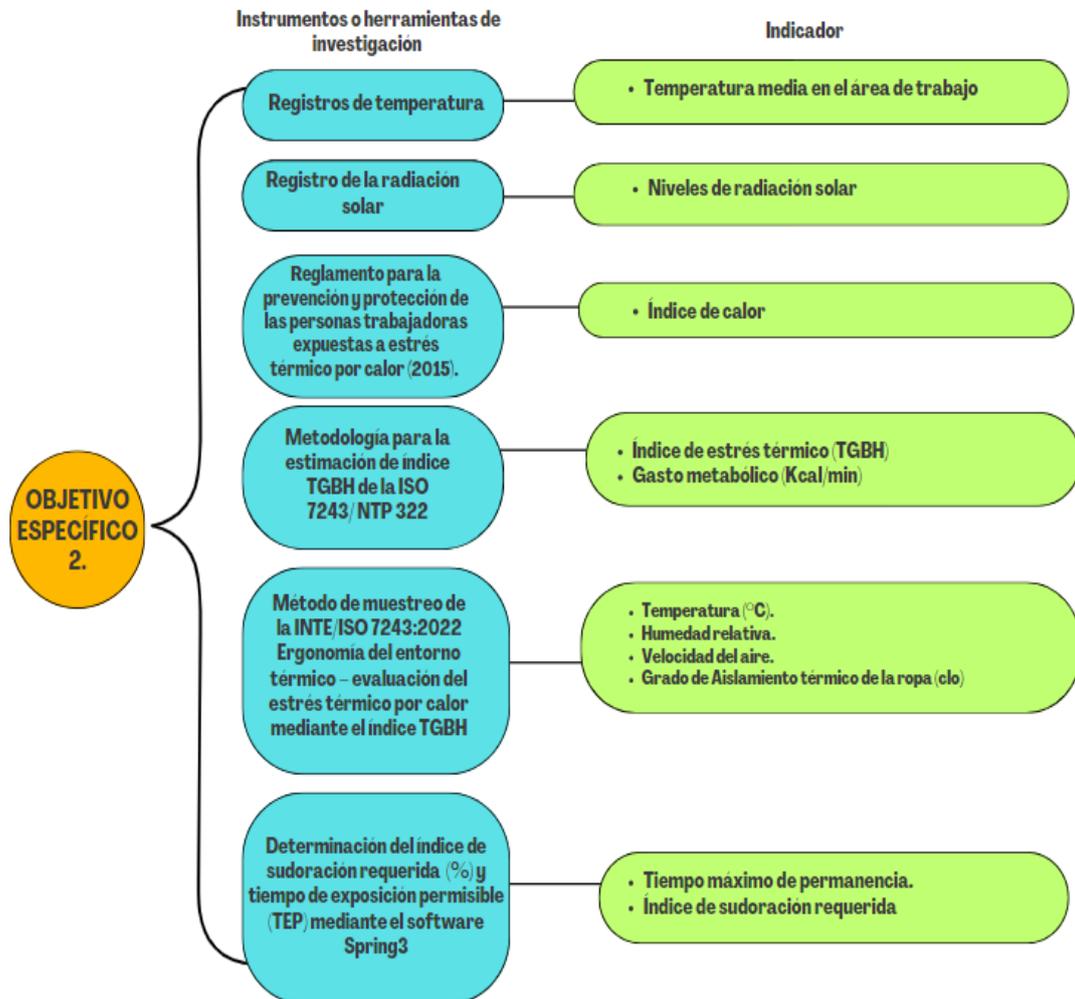


Figura 6.

Plan de análisis del objetivo específico 3.

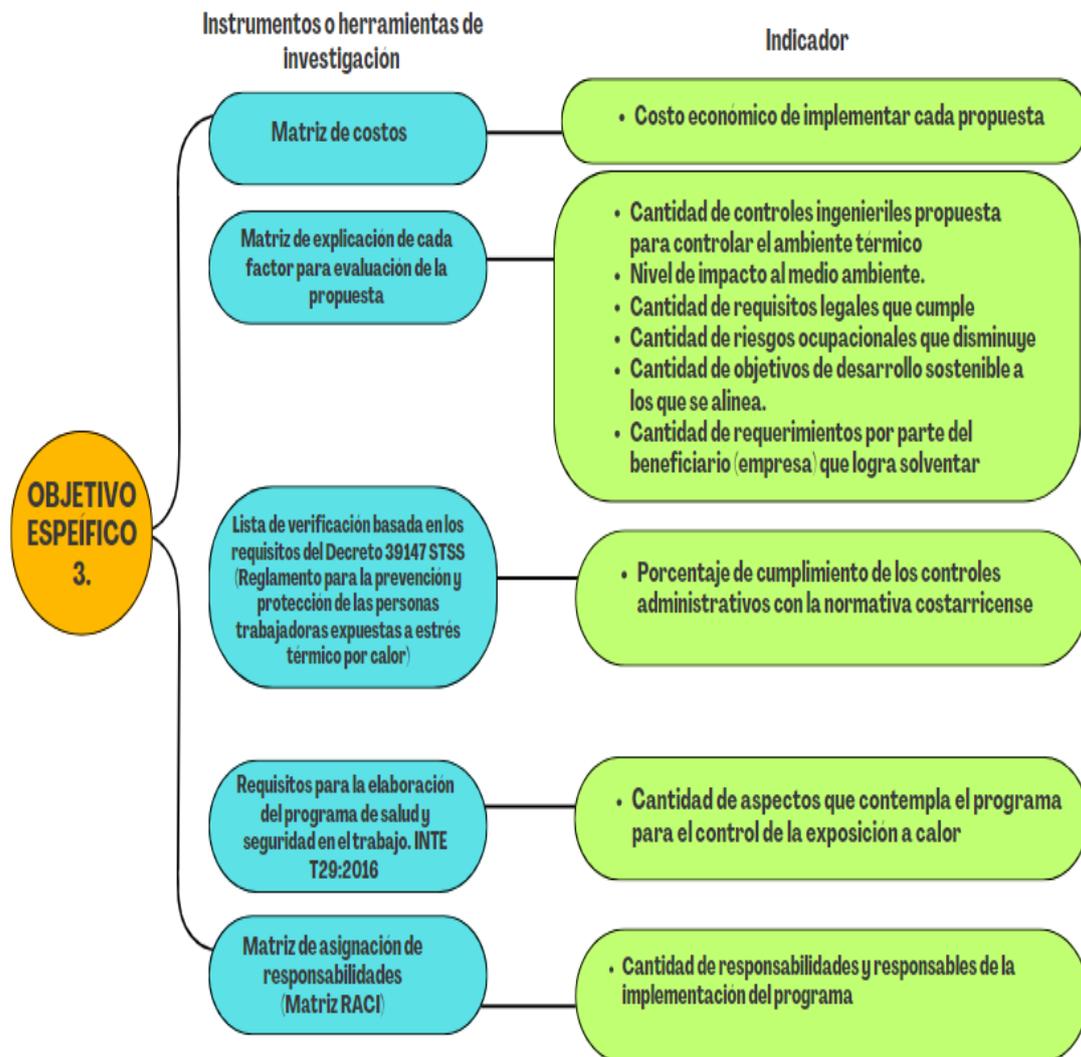
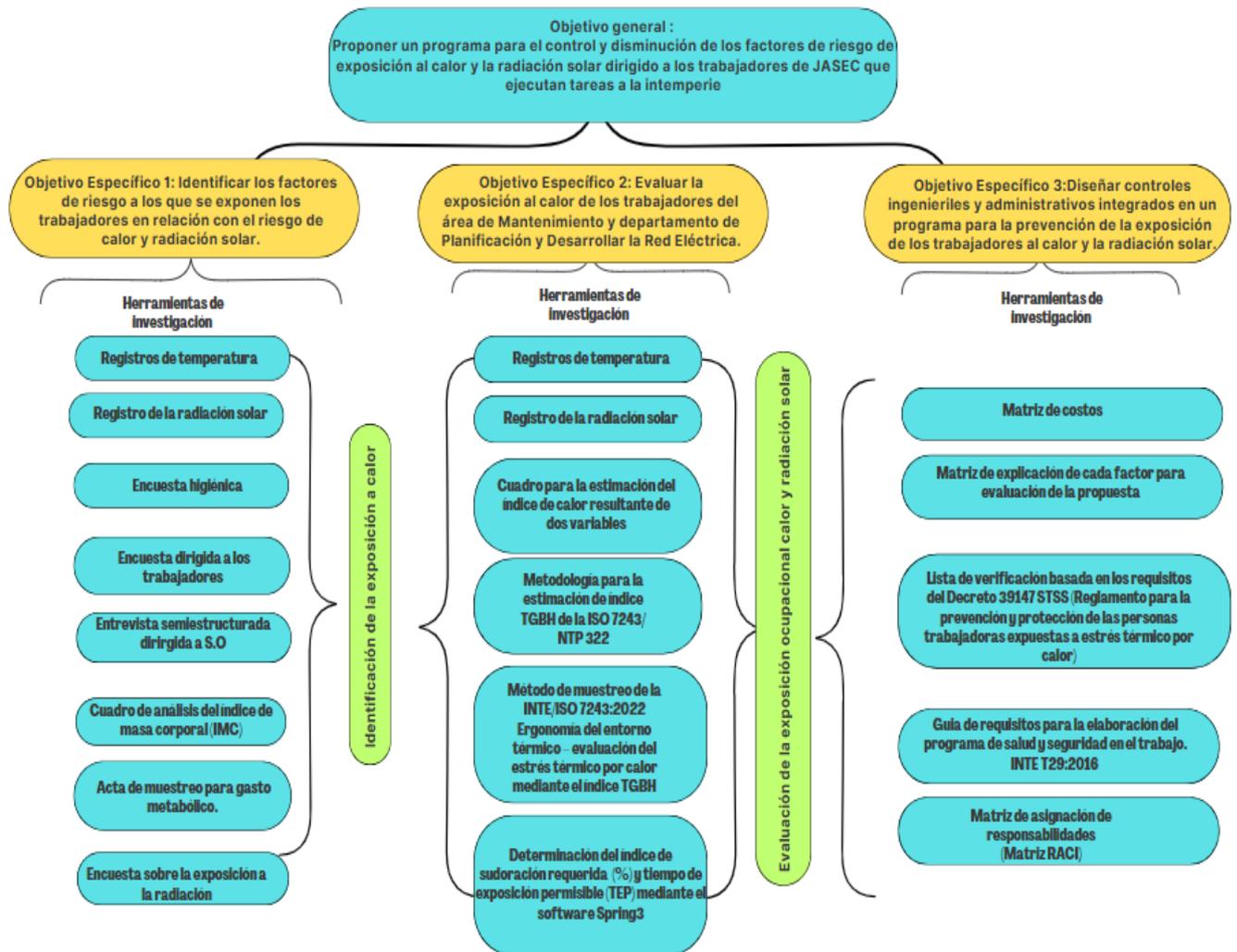


Figura 7.

Plan de análisis para la operacionalización de variables.



El análisis de las variables se desarrolló mediante la utilización de diversas herramientas e instrumentos de investigación, cada uno alineado con los objetivos específicos del proyecto. A continuación, se describe cómo se implementaron estos instrumentos para alcanzar los objetivos planteados.

Objetivo específico 1: identificar los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores del área de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica y el Departamento de Mantenimiento, en relación con el calor y la radiación solar.

Primero se inició con el registro de temperatura y radiación solar, estos se obtuvieron del Instituto Meteorológico Nacional y permitiendo determinar la temperatura media y los niveles de radiación en las áreas de trabajo. Estos datos son esenciales para estimar el tiempo máximo de exposición permisible.

Se realizó una encuesta higiénica dirigida a la jefatura de Salud Ocupacional, esta encuesta recopila información sobre las condiciones térmicas del ambiente de trabajo, los equipos de protección personal utilizados y las medidas de control existentes.

Posteriormente, se aplicó la encuesta dirigida a los trabajadores, a través de un formulario estructurado, para obtener datos sobre las características personales de los trabajadores (edad, peso, sexo, etc.), sus funciones laborales y su nivel de exposición al calor y la radiación solar. Además, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada dirigida a la jefatura del Departamento de Salud Ocupacional para obtener información complementaria sobre las capacitaciones, protocolos y controles existentes en JASEC.

Respecto al análisis del índice de masa corporal (IMC), se utilizó un cuadro resumen que permite analizar la relación entre el peso de los trabajadores y su exposición al calor, ya que el peso es una variable significativa en la evaluación del riesgo térmico.

Después, se aplicó la metodología para la estimación de la carga metabólica, según las recomendaciones de la NTP 322. Con el objetivo de calcular la carga metabólica de los trabajadores a partir de las tareas realizadas, lo cual permite evaluar el costo energético asociado a su esfuerzo físico. Por último, se aplicó la encuesta sobre la exposición a la radiación, la cual proporciona datos detallados sobre la exposición de los trabajadores a la radiación solar.

Objetivo específico 2: evaluar la exposición al calor de los trabajadores del área de Mantenimiento y Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica.

Para evaluar la exposición al calor, se utilizaron los siguientes instrumentos:

Los Registros de temperatura y radiación solar continúan siendo necesarios para monitorizar las condiciones térmicas del ambiente de trabajo. Con la ayuda del reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor (2015), se tomaron como guía para determinar el índice de calor al que se exponen los trabajadores según el área de trabajo.

Luego con el uso de la metodología para la estimación de índice TGBH de la ISO 7243/NTP 322, se toman las mediciones necesarias para el cálculo del índice de estrés térmico y el gasto metabólico para determinar la exposición al calor en los trabajadores.

Además, con el uso de Método de muestreo de la INTE/ISO 7243:2022 Ergonomía del entorno térmico evaluación del estrés térmico por calor mediante el índice TGBH, se utilizó como guía para crear un Excel donde se resumieron los datos de temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y grado de aislamiento térmico de la ropa (clo), que son necesarios para utilizar el software Spring3, para determinar la evaluación de la exposición ocupacional a calor.

Como se menciona anteriormente se usó el software Spring3 para la determinación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) a los que se pueden exponer los trabajadores.

Objetivo específico 3: diseñar controles ingenieriles y administrativos integrados en un programa para la prevención de la exposición de los trabajadores al calor y la radiación solar

Para el diseño de los controles, se emplearon la matriz de costos y matriz de asignación de responsabilidades (Matriz RACI). Estas herramientas ayudaron a evaluar el costo económico de las propuestas, el impacto en el medio ambiente, y la alineación con los objetivos de desarrollo sostenible, así como a asignar responsabilidades específicas para la implementación del programa.

Mediante la herramienta de la matriz de explicación de cada factor para evaluación de la propuesta, se obtuvo un resumen de la cantidad de controles ingenieriles para controlar el ambiente térmico, el nivel de impacto al medio ambiente, la cantidad de requisitos legales que cumple, la cantidad de riesgos ocupacionales que disminuye, cantidad de objetivos de desarrollo sostenible a los que se alinea y cantidad de requerimientos por parte del beneficiario (empresa) que logra solventar.

El uso de la lista de verificación basada en los requisitos del Decreto 39147 STSS (Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor) permitió determinar el porcentaje de cumplimiento de los controles administrativos con la normativa costarricense.

Por último, el cumplimiento de los requisitos para la elaboración del programa de control de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar para las cuadrillas que trabajan en el exterior es de suma importancia, ya que esta es la necesidad que presenta la empresa. Este se puede medir mediante la cantidad de aspectos que contempla el programa para el control de la exposición a calor.

Cada uno de estos instrumentos aportó datos críticos que, al ser analizados en conjunto, permitieron desarrollar un programa efectivo para proteger la salud de los trabajadores expuestos al calor y la radiación solar en JASEC. Este enfoque integral asegurará que se aborden todos los aspectos relevantes, desde la identificación y evaluación de riesgos hasta la implementación de medidas preventivas y correctivas.

IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos luego de aplicar las herramientas propuestas en la operacionalización de las variables.

Objetivo específico 1: Identificar los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores del área de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica y el Departamento de Mantenimiento, en relación con el calor y la radiación solar.

1.1 Encuesta higiénica

La encuesta higiénica se aplicó en tres áreas del muestreo debido a limitaciones de tiempo y a la naturaleza del trabajo que realizan las cuadrillas, el cual no permitía aplicar la encuesta en un único espacio común. Las cuadrillas desarrollan sus actividades en distintas zonas de Cartago, principalmente en las carreteras, para el mantenimiento de los postes y la red eléctrica. Las preguntas relacionadas con los aspectos administrativos se respondieron en conjunto con el departamento de Salud Ocupacional.

a. Características de las cuadrillas

Todas las cuadrillas tienen en común la jornada laboral que es de 7:00 a.m. a 5:00 p.m., además el tipo de tarea varía de ligera a pesada, dependiendo de las labores a realizar. Los trabajadores no se exponen a fuentes de calor externas generadas por herramientas o máquinas, únicamente al calor provocado por la radiación solar. A continuación, se describen las tres cuadrillas a las que se les aplicó el muestreo:

- **Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica:**

La cuadrilla de líneas energizadas está conformada por un total de cinco trabajadores, todos hombres, con edades entre los 25 y 45 años. Esta cuadrilla fue seleccionada para el estudio debido a que el equipo de protección personal que utilizan es diferente al de sus compañeros, ya que ellos se encuentran expuestos al riesgo eléctrico de manera directa.

Por esta razón, utilizan casco, guantes dieléctricos clase 4 de hule, lentes, pasamontañas, caretas, mangas de hule, camisa manga larga, pantalones jeans y zapatos premium dieléctricos, además de un arnés con línea de vida.

En el caso de la cuadrilla de mantenimiento de líneas no energizadas está conformada por un total de 16 trabajadores, todos hombres, con edades entre 30 y 50 años. El equipo de protección personal que utilizan es el siguiente: casco, guantes de cuero de cabrito, lentes, camisa manga larga, pantalones jeans y zapatos dieléctricos, además de un arnés.

Esta área fue seleccionada para el estudio debido a que las labores diarias de los trabajadores son de intensidad alta, lo que podría generar un valor de gasto metabólico elevado.

- **Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica:**

En el caso de esta cuadrilla está conformada por un total de 11 colaboradores, en rango de edad entre los 27 y 60 años. El equipo de protección personal que utilizan es el siguiente: casco, guantes de cuero de cabrito, lentes, camisa manga larga (tela 100 % algodón), pantalón de mezclilla y zapatos de seguridad dieléctricos, además de un arnés dieléctrico, con línea de vida. Esta área fue seleccionada para el estudio debido a que, las labores diarias de los trabajadores son de intensidad alta, lo que podría generar un valor de gasto metabólico elevado.

Las tareas que realizan incluyen la construcción de la red, desde la excavación de los hoyos para la colocación de los postes hasta su instalación y colocación de complementos que se colocan en el poste ya instalado, la instalación, reubicación, desmantelamiento o modificación de montajes en redes de distribución aérea y la poda de ramas de árboles que puedan interferir con el funcionamiento de la red eléctrica.

b. Actividades desarrolladas por los trabajadores de las áreas de estudio

Como se mencionó anteriormente, gran parte de los procesos que se llevan a cabo dentro de la zona de Cartago. Cada grupo de trabajadores tiene definidas las tareas y los procesos que debe seguir, sin embargo, los diferentes papeles que ejecutan los empleados no están establecidos, sino que las personas se van turnando, cabe mencionar que todas estas tareas se realizan en la intemperie. A continuación, se presenta una descripción sintetizada de las labores que realiza cada uno de los grupos.

Tabla 8.*Descripción de las tareas realizadas por cada cuadrilla.*

Cuadrilla	Descripción
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica: cuadrillas de Líneas energizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar, reubicar, modificar o desconectar diversos tipos de bancos de transformadores de uso industrial o residencial, así como instrumentos para medir los consumos de energía, sin interrumpir el sistema primario. • Realizar el tendido y tensado de líneas secundarias y primarias. • Brindar mantenimiento preventivo y correctivo, tanto mecánico como eléctrico, a diferentes estructuras tales como líneas de media y baja tensión, bancos de transformadores monofásicos y trifásicos, lámparas y subestaciones; coordinando las interrupciones programadas. • Efectuar instalaciones de reconectores y extensiones de líneas nuevas tanto monofásicas como trifásicas.
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica: cuadrillas de Líneas no energizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar, reubicar, modificar o desconectar diversos tipos de bancos de transformadores de uso industrial o residencial, así como instrumentos para medir los consumos de energía, con interrumpir el sistema primario. • Realizar instalaciones eléctricas dentro de los edificios de JASEC y servicios temporales en sitios públicos de Cartago para fechas especiales. • Instalar medidores residenciales, comerciales e industriales correspondientes a nuevos servicios, cambiar voltaje de medidores de 120 VAC a 240 VAC, realizar instalaciones provisionales en residencias; reubicar, retirar y fijar medidores por falta de pago, trabajar la base del medidor y arreglar el cableado que alimenta los mismos. • Cambiar equipos de medición, transformación, bancos de capacitores, reconectores, equipos de protección manual, etc. en mal estado o con capacidad máxima alcanzada.
Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutan labores de apoyo para supervisión en proyectos específicos del Departamento de Planificación y Desarrollo de Redes como reconstrucciones, extensiones de líneas primarias, redes de medias tensiones subterráneas. • Realizan la instalación, reubicación, desmantelamiento o modificación de montajes en redes de distribución aérea. • Se realizan instalación de redes de distribución subterráneas en actividades como: elaboración de terminales tipo mufa o codo en media tensión, elaboración de empalmes fijos y desmontables, instalación de detectores de falla, de pararrayos tipo codo, tendido de conductores, instalación de bandejas de soporte para conductores, etiquetado de conductores, instalación de transformadores de pedestal y limpieza y sondeo de tuberías.

c. Aspectos administrativos

Los trabajadores de JASEC reciben capacitación en el uso adecuado del equipo de protección personal y están conscientes de la importancia de mantener este equipo limpio y en buen estado.

En cuanto a la vigilancia de la salud, los trabajadores se someten a exámenes preempleo para evaluar la condición de salud general. Si algún trabajador presenta problemas de presión arterial, puede solicitar evaluaciones médicas periódicas con el médico de la empresa.

No obstante, la empresa no ofrece capacitación sobre cómo identificar síntomas de problemas relacionados con la presión arterial o la exposición a altas temperaturas. Por esta razón, se incluirá en el programa la capacitación sobre estas sintomatologías para que los trabajadores estén informados.

1.2 Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie

El objetivo principal de la encuesta fue conocer la percepción de los trabajadores con respecto al problema exposición al calor y la radiación solar, a fin de determinar las condiciones actuales a las que se exponen.

a. Porcentaje de trabajadores con exámenes recientes

Al realizar la encuesta se determinó que el 50 % de la población de muestreo tienen exámenes de función renal de los últimos tres meses. La distribución por área se detalla a continuación:

Tabla 9.

Cantidad de trabajadores que cuentan con exámenes recientes de función renal.

Áreas de mayor exposición		Personas expuestas	Trabajadores que cuentan con exámenes recientes
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica	Líneas Energizadas	5	5
	Líneas No Energizadas	16	5
Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica		11	6

Los resultados de la encuesta indican que la mitad de los trabajadores de JASEC se han sometido a exámenes de función renal en los últimos tres meses. Según los datos recolectados por el médico de la empresa, se determinó que estos trabajadores presentan un funcionamiento renal normal.

No obstante, es crucial destacar la importancia de la prevención mediante chequeos constantes, hidratación correcta y los cuidados necesarios, ya que estas medidas permitirán a los trabajadores mantenerse saludables a pesar de la carga laboral y la exposición a la radiación solar.

b. Niveles de percepción térmica

Los resultados de la encuesta revelan que la mayoría de los trabajadores de la JASEC específicamente un 61.1 % se encuentran insatisfechos con las condiciones térmicas en sus lugares de trabajo. Un porcentaje considerable de trabajadores (33.3 %) percibe la satisfacción de calor como neutra, mientras que un 5,6 % se percibe muy insatisfecho.

Los resultados de la encuesta revelan que la mayoría de los trabajadores de la JASEC no están satisfechos con las condiciones térmicas en sus lugares de trabajo. Esta situación podría generar diversos problemas de salud, como estrés, fatiga, disminución de la productividad e incluso enfermedades relacionadas con el calor.

c. Percepción y síntomas asociados a la exposición al calor en el ambiente de trabajo

La encuesta también evidenció que un porcentaje considerable de trabajadores presenta signos y síntomas asociados a la exposición al calor. El 70 % de los trabajadores reportan dolor de cabeza y sudoración excesiva, mientras que el 65 % experimenta sed intensa durante y después de la jornada laboral.

Cabe destacar que, además de estos signos y síntomas más comunes, los trabajadores también mencionaron percibir debilidad, piel seca y enrojecida, irritabilidad y, en algunos casos, la presencia de pequeñas ampollas en la piel. Estos síntomas son indicadores de estrés térmico y pueden progresar a cuadros más severos si no se toman las medidas adecuadas para prevenir la exposición al calor.

La alta prevalencia de signos y síntomas asociados a la exposición al calor entre los trabajadores de la JASEC es un hallazgo preocupante. Estos síntomas pueden afectar negativamente la salud y el bienestar de los trabajadores, e incluso pueden poner en riesgo su vida en casos extremos.

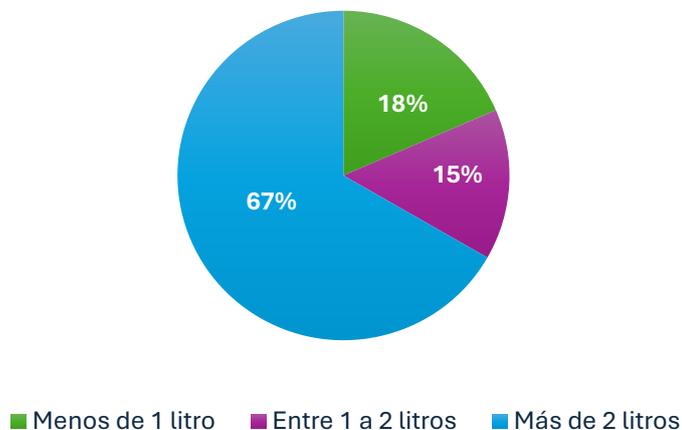
d. Cantidad de agua potable consumida por los trabajadores

El consumo de agua es un factor esencial para la salud y el bienestar de los trabajadores. Una hidratación correcta permite mantener el equilibrio hídrico del organismo, regular la temperatura corporal, transportar nutrientes y eliminar desechos.

Por esta razón era necesario conocer el consumo de agua que tienen los trabajadores durante su jornada de trabajo el resultado que nos arrojó la encuesta se muestra en la siguiente figura.

Figura 8.

Porcentaje de agua potable que consumen los trabajadores en JASEC.



De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 67 % de los trabajadores de la empresa consume entre uno a dos litros de agua al día, lo que se considera un consumo adecuado. Sin embargo, el 18 % de los trabajadores consume menos de un litro, lo que podría indicar un riesgo de deshidratación.

Por otro lado, el 15 % de los trabajadores consume más de dos litros de agua al día, podría estar relacionado con la necesidad de compensar la pérdida de líquidos por sudoración excesiva en ambientes calurosos y la exigencia de las labores que desempeñan los trabajadores.

En las condiciones actuales de la empresa, la disponibilidad de agua potable en los lugares de trabajo se limita a la existencia de tubos de agua en el plantel de donde salen las cuadrillas.

Dado que los lugares de trabajo cambian según las necesidades que se presenten, no existen bebederos en los sitios de trabajo, por lo que los trabajadores deben llevar agua en sus botellas personales. La existencia de campañas de sensibilización sobre la importancia de la hidratación también puede influir en el consumo de agua de los trabajadores.

e. Cantidad de descansos realizados por los trabajadores

Los descansos durante la jornada laboral son fundamentales para mantener la salud y el bienestar de los trabajadores. Permiten reducir la fatiga física y mental, mejorar el rendimiento laboral y prevenir accidentes.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 70 % de los trabajadores sí realizan descansos durante su jornada laboral. Sin embargo, el 30 % de los trabajadores indica que los descansos se limitan al momento del almuerzo, que suele ser de 30 minutos.

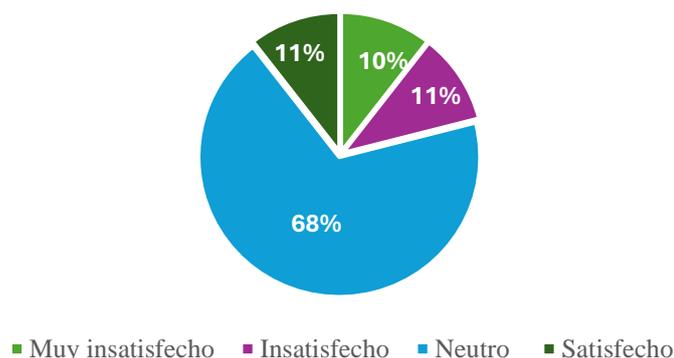
Esta situación podría ser insuficiente para compensar la fatiga acumulada durante la jornada laboral, especialmente en aquellos trabajadores que realizan tareas físicas intensas o se encuentran expuestos a condiciones ambientales adversas.

Además, algunos trabajadores mencionaron que consideran los traslados entre puntos de trabajo como descansos. Si bien estos traslados pueden proporcionar un breve cambio de escenario, no suelen ser suficientes para recuperar la energía física y mental necesaria para continuar con las tareas laborales.

Asimismo, al consultar con los trabajadores por la satisfacción con el tiempo de descanso se obtuvo el resultado como se muestra en la siguiente figura:

Figura 9.

Grado de satisfacción relacionado con el tiempo de descanso.



Estos resultados indican que la mayoría de los trabajadores (68 %) se perciben como neutrales en cuanto a la satisfacción con el tiempo de descanso. Un porcentaje considerable de trabajadores (21 %) expresa insatisfacción o muy insatisfecho con el tiempo de descanso, mientras que solo un 11 % se siente satisfecho.

Los resultados de la encuesta revelan que existe una necesidad de mejorar los hábitos de descanso entre los trabajadores de la JASEC. La mayoría de los trabajadores no realiza descansos suficientes o no los aprovecha de manera eficiente, lo que podría afectar negativamente su salud, bienestar y rendimiento laboral.

1.3 Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación a la exposición a calor y radiación solar

Con el objetivo de evaluar las condiciones actuales, se realizó una entrevista semiestructurada al Departamento de Salud Ocupacional. Los resultados de la entrevista revelaron diversos aspectos que requieren atención y mejoras para proteger la salud de los trabajadores.

Uno de los hallazgos es la ausencia de capacitación para los trabajadores sobre los riesgos asociados a la exposición al calor y la radiación solar. Esta falta de formación podría generar que los trabajadores no tomen las medidas preventivas adecuadas para protegerse, lo que aumenta el riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con el calor y quemaduras por radiación solar.

El Departamento de Salud Ocupacional no ha realizado evaluaciones del ambiente térmico en los departamentos donde los empleados están expuestos al calor y la radiación solar.

Estas evaluaciones son esenciales para identificar los riesgos potenciales y establecer medidas de control adecuadas.

En la actualidad, JASEC no cuenta con controles ingenieriles o administrativos implementados para mitigar los efectos del calor y la radiación solar en el ambiente de trabajo. La JASEC les proporciona a los trabajadores bloqueador solar con un factor de protección solar (FPS) de 85 y el uso de camisa manga larga con tela de algodón, desde el 2014.

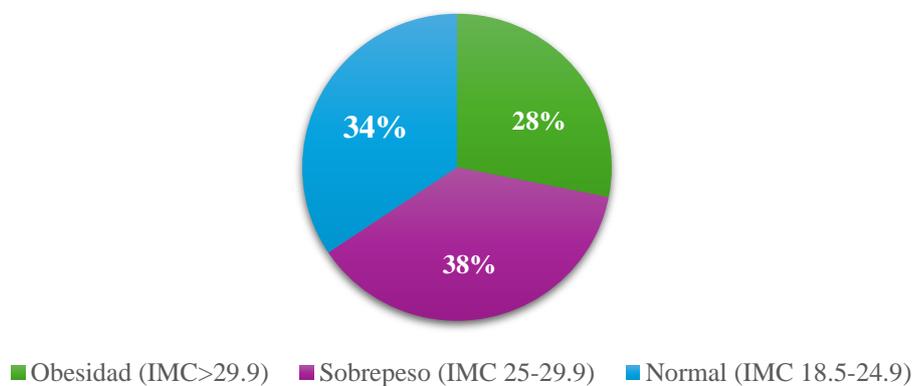
1.4 Índice de masa corporal (IMC)

Por medio de la encuesta aplicada se logró recopilar información demográfica sobre el sexo, edad, peso y estatura de los trabajadores, se encontró que toda la población operativa corresponde a hombres con edades que van de los 27 a los 60 años. Estos datos son vitales porque a mayor edad la termorregulación del organismo disminuye, debido a que se presenta un retraso en la sudoración y la eficacia del organismo para disipar el calor disminuye, lo que provoca una mayor acumulación de calor en el cuerpo (Mondelo et al., 2013).

En cuanto al peso, se obtuvo un valor promedio de 86,26 kilos con valores que van desde los 68 hasta los 125 kilos. Con respecto a la estatura el valor promedio fue de 1,75 metros, con un rango que va de 1,55 a 1,93 metros. Con los valores recopilados de peso y estatura se realizó el cálculo del índice de masa corporal para los 32 trabajadores encuestados, en la figura 10 pueden observarse los valores obtenidos.

Figura 10.

Clasificación de Índice de Masa Corporal (IMC) de los trabajadores de la JASEC.



En la figura 10 se muestra que los trabajadores evaluados cuentan con un índice de masa corporal normal (n=11), mientras que un 38 % (n=12) se encuentran con sobrepeso y un 28 % (n=9) presentan obesidad.

El factor del peso es determinante a la hora de la exposición a calor debido a que las personas con obesidad poseen un mayor aislamiento térmico y posibles deficiencias a nivel cardiovascular, lo que dificulta la pérdida de calor a través de la circulación, e incrementa el riesgo de deshidratación por el aumento de la sudoración (Flores et al. 2022).

1.5 Cálculo del gasto metabólico (NTP 323: Tasa metabólica por componentes de la actividad)

Para el calcular la tasa metabólica de los trabajadores en función de los componentes de la tarea siguiendo la norma NTP 323: Determinación del metabolismo energético, fue utilizada la herramienta del Ergonautas de la Universidad Politécnica de Valencia.

Para la determinación del metabolismo por tarea se realizó una observación no participativa de las zonas de trabajo a evaluar, los resultados del gasto metabólico de cada trabajador de la muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10.

Resultados de la carga metabólica de los trabajadores de la JASEC.

Departamento		Trabajador	Consumo metabólico (W/m ²)	Clasificación
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica	Líneas Energizadas	1	114	Moderado
	Líneas No Energizadas	1	175	Elevado
		2	466	Muy elevado
Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica		1	235	Muy elevado
		2	180	Elevado
		3	236	Muy elevado

Como se puede observar en la Tabla 10, las cargas metabólicas elevadas se presentan en los trabajadores de planificación y desarrollo. Esto se debe a que debían realizar excavaciones para la colocación de nuevos postes, lo que resultaba en un gasto metabólico considerablemente alto.

Por otro lado, el gasto metabólico de 466 W/m² registrado en los trabajadores de líneas no energizadas se explica por la tarea de anclarse a un poste mientras realizaban el cambio de la red eléctrica a un poste nuevo y trasladaban el transformador.

1.6 Encuesta sobre la exposición a la radiación

La encuesta se aplicó a los seis trabajadores que se seleccionaron para el muestreo, con el fin de determinar el grado de aislamiento térmico de la ropa y las características personales que permiten establecer el fototipo de cada uno de ellos.

Grado de Aislamiento térmico de la ropa (clo)

El cálculo de la resistencia térmica de la ropa se llevó a cabo utilizando el calculador proporcionado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, del Ministerio de Trabajo y Economía Social de España. El aislamiento térmico de la ropa es una variable clave en los diversos métodos de cálculo para evaluar tanto el riesgo como el malestar causado por las condiciones térmicas del entorno. Los resultados se obtuvieron en función de los tipos y la cantidad de prendas que utilizan los trabajadores.

Tabla 11.

Resultados del grado de aislamiento térmico de la ropa.

Departamento		Trabajador	Grado de Aislamiento térmico de la ropa (clo)
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica	Líneas Energizadas	1	0,88
	Líneas No Energizadas	1	0,85
		2	0,87
Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica		1	0,78
		2	0,80
		3	0,78

Se analizó una muestra de seis trabajadores. Los trabajadores del departamento de Mantenimiento utilizan equipo de protección personal que incluye casco, zapatos dieléctricos, guantes de piel de cabrito, camisa de algodón, jeans y pasamontañas para evitar la radiación solar.

En el caso de los trabajadores de Líneas Energizadas, además de las prendas mencionadas, utilizan casco con careta, guantes tipo 4, arnés y mangas de hule clase 4, con resistencia a la electricidad, que hacen un traslape con los guantes y la manga de la camisa. Los trabajadores del departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica también utilizan las prendas anteriormente descritas, pero adicionalmente llevan una camisa de manga corta debajo del uniforme.

Objetivo específico 2: evaluar la exposición al calor de los trabajadores del área de Mantenimiento y Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica.

2.1 Índice de calor resulta de la combinación de dos variables:

Esta metodología toma la temperatura y la humedad relativa, para el uso del Índice de Calor se cuenta con las condiciones generales reportadas para la zona por el Instituto Meteorológico Nacional, como se muestra a continuación.

Tabla 12.*Índice de calor para la región del Valle Central (Cartago).*

Meses del año	Promedio temperatura °C	Promedio humedad relativa %	Índice de calor
Enero	21	82	Nivel I
Febrero	21	81	Nivel I
Marzo	22	80	Nivel I
Abril	23	82	Nivel I
Mayo	24	83	Nivel I
Junio	24	83	Nivel I
Julio	24	82	Nivel I
Agosto	24	81	Nivel I
Septiembre	23	82	Nivel I
Octubre	22	83	Nivel I
Noviembre	21	83	Nivel I
Diciembre	21	82	Nivel I

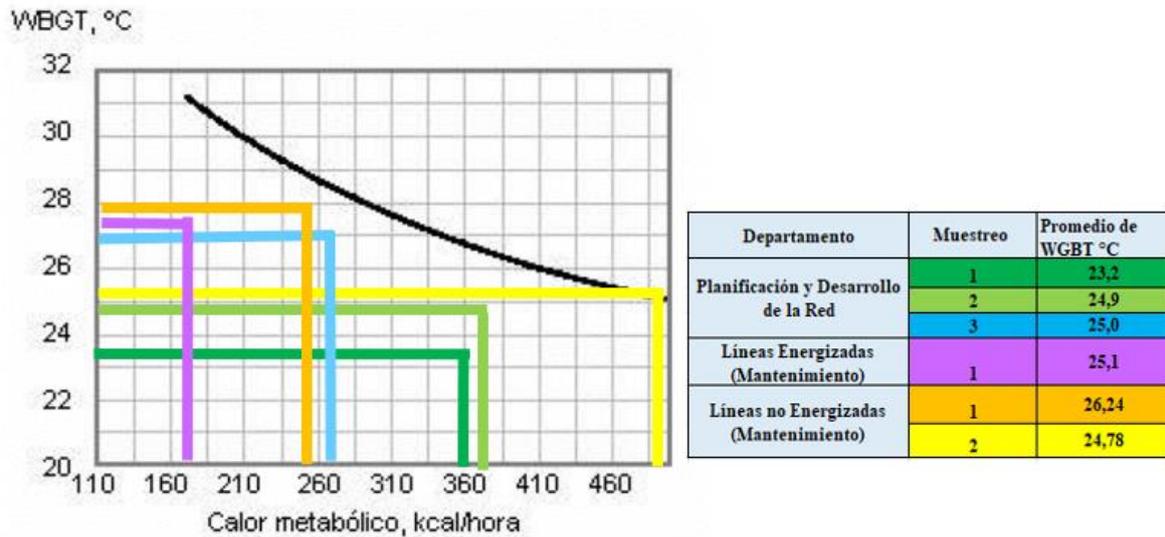
En este caso, se determinó que JASEC opera con un índice de calor en Nivel I. Sin embargo, según lo establece el Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor (Decreto N°39147 S-TSS, 2015), si las actividades se realizan directamente bajo el sol y las tareas implican un esfuerzo físico considerable, deben implementarse medidas adicionales de prevención y protección, lo que eleva el nivel de riesgo al Nivel II.

2.2 Índice de temperatura seca, de globo y de bulbo húmedo (TGBH)

Considerando el gasto metabólico calculado y las condiciones ambientales registradas, se identificó en el departamento de Mantenimiento, específicamente en la cuadrilla de líneas no energizadas durante el muestreo 2, una medición de WBGT de 25,33 °C. Esta, junto con un calor metabólico de 723,60 kcal/h, es la única medida que se encuentra dentro del rango de estrés térmico.

Figura 11.

Evaluación del índice de estrés térmico en persona aclimatadas.



Aunque los demás datos obtenidos en el muestreo se encuentran por debajo del umbral de estrés térmico, es crucial implementar acciones correctivas para evitar la exposición de los trabajadores a este riesgo por calor

2.3 Condiciones termohigrométricas

Para la evaluación de las condiciones termohigrométricas se tomaron seis muestreos en distintas condiciones durante 6 días, cada uno de estos muestreos se tomaron en los puntos más críticos (lo más cercano posible de los trabajadores). Los parámetros ambientales considerados en el estudio por su influencia en la exposición ocupacional a calor fueron la temperatura de bulbo húmedo (°C), la temperatura seca (°C), la temperatura de globo (°C), la humedad relativa (%) y la velocidad del aire (m/s), con estos valores se determinó el índice TGBH (°C). En la siguiente tabla se observan los parámetros ambientales promedios obtenidos luego de evaluar a los trabajadores de cada departamento.

Tabla 13.*Condiciones termohigrométricas de los muestreos en cada departamento.*

Rangos	Velocidad del aire (m/s)	Humedad (%)	WGBT exteriores	Temperatura de globo °C	Temperatura del bulbo seco °C	Temperatura de bulbo húmedo °C	Radiación Mw/cm ²
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 1)							
Máximos	1,75	59	23,8	32,6	23,4	21,3	4,44
Mínimos	0,23	54	22,8	29,9	22,7	20,5	3,36
Promedio	0,66	56,5	23,2	31,1	23,2	20,9	4,08
Líneas Energizadas (Mantenimiento)							
Máximos	1,28	67	25,8	39,6	26,4	26,1	11,40
Mínimos	0,44	51	24,5	33,8	24,4	21,2	7,96
Promedio	0,70	56	25,1	37,6	25,4	24,9	9,03
Líneas no Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 1)							
Máximos	1,65	49,00	26,60	39,50	28,60	25,80	8,21
Mínimos	0,67	47,00	25,90	35,90	25,80	22,20	4,96
Promedio	1,11	48,06	26,24	38,76	26,64	22,97	6,88
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 2)							
Máximos	2,12	49	25,9	39,3	26,4	22,4	8,21
Mínimos	0,57	42	24,4	35,2	24,2	21,2	6,91
Promedio	1,14	46,8	24,9	36,8	25,0	21,6	7,51
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 3)							
Máximos	1,65	54	26,4	39,1	26,6	21,6	8,46
Mínimos	0,65	49	23,7	34,2	25,6	20,3	5,98
Promedio	1,17	52	25,0	37,1	26,1	21,0	7,79
Líneas No Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 2)							
Máximos	0,63	50,00	25,40	38,40	26,50	21,60	5,98
Mínimos	0,23	44,00	23,50	31,00	21,50	20,90	3,79
Promedio	0,44	46,13	24,78	36,48	25,96	21,25	4,94

Es importante señalar que las mediciones fueron realizadas utilizando el medidor de estrés térmico QuestTemp °36, el cual cuenta con certificado de calibración vigente. La incertidumbre asociada a los sensores es la siguiente: para el valor del bulbo seco, $\pm 0.5^\circ\text{C}$ desde 0°C a 120°C , el sensor de bulbo húmedo, $\pm 0.5^\circ\text{C}$ en un rango de 0°C a 120°C , el sensor de globo, $\pm 0.5^\circ\text{C}$ en un rango de 0°C a 120°C y por último el sensor de humedad relativa, $\pm 5\%$ desde 20% a 95% .

Como se observa en la Tabla 13, los promedios del primer muestreo realizados en el departamento de Planificación y Desarrollo de la Red muestra que, en cuanto a la humedad relativa se encontraban dentro de los parámetros establecidos por la NTP 501: Ambiente térmico: incomfort térmico local, cuyos valores de referencia para la humedad relativa están comprendidos entre 30% y el 70% . Cabe recalcar que, durante ese día, en el costado Este del Colegio Vocacional de Artes y Oficios de Cartago (COVAO), el ambiente era fresco y los trabajadores se encontraban a campo abierto, realizando la excavación de un hoyo para colocar un poste nuevo en la vía pública. Debido a estas condiciones, los valores de velocidad del aire oscilan entre $1,75\text{ m/s}$ y $0,23\text{ m/s}$, ya que por los trabajadores estaban ubicados en un área abierta sin edificios cercanos.

La temperatura de globo se mantuvo dentro de un rango de $32,6^\circ\text{C}$ a $29,9^\circ\text{C}$, la temperatura de bulbo seco varió entre $23,4^\circ\text{C}$ y $22,7^\circ\text{C}$, la temperatura de bulbo húmedo tuvo valores promedio que oscilan entre $21,3^\circ\text{C}$ y $20,5^\circ\text{C}$. A partir de estos datos, se calcularon los índices de TGBH, los cuales, sumados las temperaturas y la velocidad del viento, permiten determinar la capacidad del cuerpo para enfriarse. A medida que las temperaturas aumentan y la velocidad del aire disminuye, esta capacidad se ve reducida. Los datos obtenidos sugieren que los trabajadores están expuestos a temperaturas superiores a 30°C , mientras que la velocidad del viento no supera 1 m/s .

Con respecto al muestreo en el departamento de Mantenimiento, en la cuadrilla de líneas energizadas, se obtuvieron los siguientes datos: el promedio de la velocidad del viento fue de $0,70\text{ m/s}$, la humedad relativa en promedio fue de 56% , la temperatura de globo varió entre $39,6^\circ\text{C}$ y $33,8^\circ\text{C}$, la temperatura de bulbo seco osciló durante el muestreo entre $26,4^\circ\text{C}$ y $24,4^\circ\text{C}$, con respecto a la temperatura de bulbo húmedo se registró un valor máximo de $26,1^\circ\text{C}$ y un mínimo de $21,2^\circ\text{C}$.

Este muestreo se realizó en las cercanías del Parque Industrial en La Lima de Cartago, en un día soleado con pocas nubes. Estos datos fueron esenciales para el cálculo del índice de WBGT, el cual se presenta en la Figura 11 y muestra que se encuentra por debajo del umbral de estrés térmico.

El tercer muestreo se llevó a cabo en las cercanías al Metrocentro, donde se realizó el mantenimiento de la red eléctrica dañada debido a la caída de un poste tras el choque de un camión. En este caso, el departamento de Mantenimiento, específicamente la cuadrilla de líneas no energizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: una velocidad del aire de 1,11 m/s, con una humedad relativa de 48,06 % en promedio, una temperatura de globo que oscila entre 39,50 °C a 35,90 °C, temperatura del bulbo seco de 28,6 a 25,8 °C y la temperatura de bulbo húmedo estaba entre 25,80 °C y 22,20 °C. A partir de estos datos, se calculó el índice de WBGT, el cual se observa en la Figura 11 y muestra que se encuentra por debajo del umbral de estrés térmico.

El cuarto muestreo se realizó de manera similar al anterior, también en relación con el cambio de poste debido al choque de un camión. Este muestreo se aplicó al departamento de Planificación y Desarrollo de la Red. Los datos obtenidos en este muestreo fueron los siguientes: el promedio de la velocidad del viento fue de 1,14 m/s, la humedad relativa en promedio fue de 46,8 %, la temperatura de globo varió entre 39,3 °C y 35,2 °C, la temperatura de bulbo seco osciló durante el muestreo entre 26,4 °C y 24,2 °C, con respecto a la temperatura de bulbo húmedo se registró un valor máximo de 22,4 °C y un mínimo de 21,2 °C. Estos datos permitieron realizar el cálculo del índice de WBGT, el cual se muestra en la Figura 11 y muestra que se encuentra por debajo del umbral de estrés térmico.

El quinto muestreo fue aplicado al departamento de Planificación y Desarrollo de la Red, en el área de la Plaza Colegios, diagonal al Colegio Seráfico San Francisco, donde se excavó un hoyo para colocar nuevos postes y renovar la red eléctrica en mal estado.

Los resultados de este muestreo se presentan en la Tabla 13, incluyendo la velocidad del viento fue de 1,17 m/s, una humedad relativa en promedio fue de 52 %, la temperatura de globo entre 39,1 °C y 34,2 °C, una temperatura de bulbo seco osciló durante el muestreo entre 26,6 °C y 25,6 °C, con respecto a la temperatura de bulbo húmedo se registró un valor máximo de 21,6 °C y un mínimo de 20,3 °C.

Estos datos permitieron realizar el cálculo del índice de WBGT, el cual se muestran en la Figura 11 y muestra que se encuentra por debajo del umbral de estrés térmico.

Finalmente, el sexto muestreo se realizó en el área de mantenimiento, en la cuadrilla de líneas no energizadas, en el área de cercana a la Laguna de Doña Ana, donde las cuadrillas de mantenimiento trabajan en conjunto debido al reemplazo de postes viejos y al mantenimiento a la red eléctrica en mal estado.

Durante este muestreo se registraron los siguientes datos: promedio de la velocidad del viento fue de 0,44 m/s, la humedad relativa en promedio fue de 46,13 %, la temperatura de globo varió entre 38,4 °C y 31 °C, una temperatura de bulbo seco osciló durante el muestreo entre 26,5 °C y 21,50 °C, con respecto a la temperatura de bulbo húmedo se registró un valor máximo de 21,6 °C y un mínimo de 20,90 °C. Estos datos permitieron calcular el índice de WBGT, el cual se muestra en la Figura 11 y que se encuentra por encima del umbral de estrés térmico. Este resultado se debe a que el calor metabólico fue elevado, ya que el trabajador estaba anclado al poste realizando labores de mantenimiento.

2.4 Exposición a radiación solar

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en relación con la exposición a la radiación solar, incluyendo el análisis de los tipos de piel y la clasificación de los niveles de exposición. Estos hallazgos son fundamentales para entender los riesgos y diseñar estrategias de mitigación adecuadas.

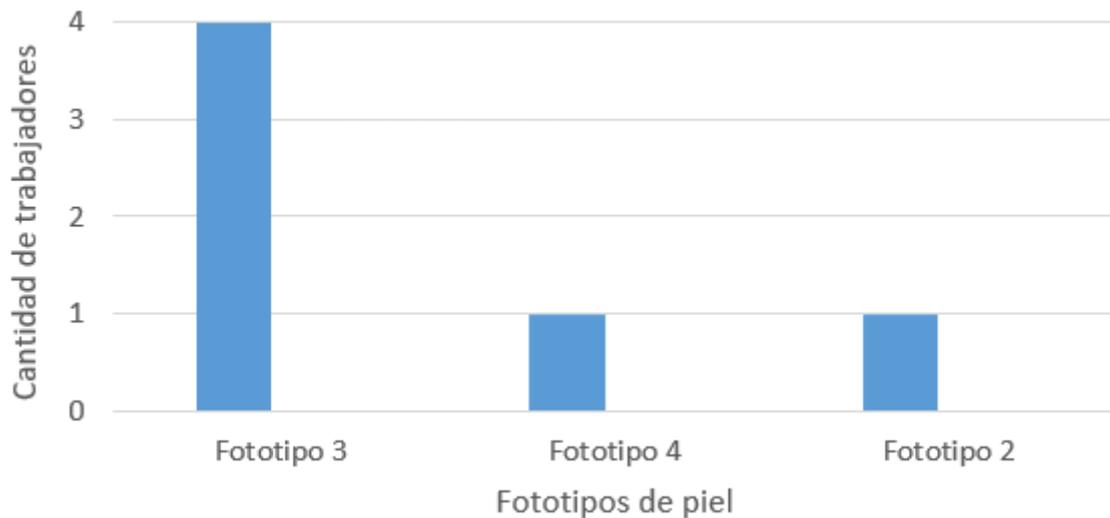
a. Tipo de piel

El tipo de piel de una persona está relacionado con las características de pigmentación de esta (Narea, Porras, Muñoz, & Muñoz, 2010). Dado que algunas personas son más propensas que otras a desarrollar cáncer de piel, mayor será su resistencia a los rayos UV.

En la Tabla 3 se presentan los diferentes fototipos que existen (Becerra & Aguilar, 2001), los cuales fueron utilizados en la encuesta sobre la exposición a la radiación para determinar el tipo de piel de cada uno de los trabajadores muestreados. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Figura 12.

Resultados del fototipo de piel de los trabajadores.



Los resultados obtenidos indican que cuatro de los trabajadores muestreados presentan un fototipo 3, el cual se caracteriza por una tendencia a broncearse, sufrir quemaduras moderadas (3-5 SED) y tener piel caucásica, ojos color café y cabello castaño. El otro trabajador presenta el fototipo 4, que se caracteriza por una facilidad para broncearse, una tendencia a sufrir quemaduras (5-7 SED), piel morena, ojos color café o negro, cabello oscuro.

Finalmente, un trabajador presenta fototipo 2, el cual se caracteriza por una baja capacidad de broncearse, una alta susceptibilidad a quemaduras (2-3 SED), piel blanca clara, ojos de color azules, grises o verdes y cabello rubio o pelirrojo.

b. Clasificación de exposición de la radiación solar

Para determinar la radiación solar a la que están expuestos los trabajadores, se utilizó un medidor de luz UV-A/B. Una vez obtenidos los datos, se procedió categorizar la exposición utilizando como referencia el índice UV solar mundial (IUV), el cual es una medida de la intensidad de la radiación ultravioleta en la superficie terrestre. El índice se expresa como un valor superior a cero, y cuanto más alto es el valor, mayor es la probabilidad de sufrir lesiones cutáneas y oculares, las cuales se producen en menor tiempo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del muestreo:

Tabla 14.*Registro de radiación solar y la categoría de exposición.*

Fecha y hora	Rangos	Temperatura °C	Radiación solar	Radiación Mw/cm ²	Categoría de exposición
Planificación y Desarrollo de la Red (muestreo 1)					
29/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	4,61	4,44	Baja
	Mínimos	18	3,60	3,36	
	Promedio	20,50	4,11	4,08	
Líneas Energizadas (Mantenimiento)					
31/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	10,01	11,40	Alta
	Mínimos	17	6,41	7,96	
	Promedio	20,00	8,21	9,03	
Líneas no Energizadas (mantenimiento)					
01/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	8,51	8,21	Moderada
	Mínimos	16	4,61	4,96	
	Promedio	19,50	6,56	6,88	
Planificación y Desarrollo de la Red (muestreo 2)					
30/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	9,42	8,21	Moderada
	Mínimos	18	5,98	6,91	
	Promedio	20,50	7,70	7,51	
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 3)					
01/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	8,55	8,46	Alta
	Mínimos	16	4,78	5,98	
	Promedio	19,50	6,67	7,79	
Líneas No Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 2)					
06/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	5,92	5,98	Baja
	Mínimos	15	3,50	3,79	
	Promedio	19,00	4,71	4,94	

En cuanto a los resultados obtenidos en las distintas zonas del muestreo realizado en Cartago en diferentes días, se observaron rangos de exposición solar que variaron entre niveles bajos y moderados.

Estas exposiciones requieren medidas de protección, como mantenerse bajo sombra al mediodía, utilizar ropa adecuada, sombrero y protector solar. En caso de exposición alta, es necesario implementar medidas de protección adicionales, tales como evitar actividades al aire libre durante el mediodía y utilizar ropa protectora, sombrero y protector solar.

Para complementar este análisis, se les preguntó a los trabajadores mediante una encuesta si aplicaban bloqueador solar antes del salir al campo, y los resultados indicaron que el 100 % de los trabajadores utilizan bloqueador solar. No obstante, algunos trabajadores manifestaron tener dudas sobre de la reaplicación del bloqueador durante la jornada laboral.

2.5 Determinación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) mediante el software Spring3

El índice de sudoración requerida se determinó utilizando el Software Spring 3.0, tomando como referencia la medición más crítica obtenida en cada zona evaluada. Este índice permite conocer la cantidad de sudor que el cuerpo debe producir para mantener el balance térmico.

Como se muestra en el Apéndice 12, donde se presentan los resultados del índice de sudoración requerida obtenidos en los muestreos, se observaron distintos niveles de riesgo. En el primer muestreo, realizado en el departamento de Planificación y Desarrollo de la Red, se obtuvo criterio de alarma de exposición de 6 horas y para el criterio de peligro de 8 horas. En el segundo muestreo, realizado en el departamento de Mantenimiento en la cuadrilla de Líneas Energizadas, se obtuvo un criterio de alarma de exposición y el criterio de peligro ilimitado.

En el tercer muestreo, que evaluó el departamento de Mantenimiento, con la cuadrilla de Líneas no Energizadas, se registró un criterio de alarma de exposición de 7,3 horas y criterio de peligro de 7,9 horas. En el cuarto muestreo, correspondiente a otra cuadrilla del departamento de Planificación y Desarrollo de la Red, se obtuvo un criterio de alarma de 5 horas y un criterio de peligro de 6 horas.

En el quinto muestreo, también realizado en el departamento de Planificación y Desarrollo de la Red con otra cuadrilla, se registraron criterios de alarma de 6,2 horas y de peligro de 7,7 horas. Finalmente, en el muestreo realizado en el departamento de Mantenimiento con la cuadrilla de Líneas No Energizadas, se obtuvo un criterio de alarma de 30 minutos y un criterio de peligro de 45 minutos.

Si los trabajadores superan la duración límite de exposición del criterio de peligro, corren el riesgo de perder el equilibrio térmico y presentar problemas asociados a la exposición a altas temperaturas, como calambres, síncope por calor e incluso un golpe de calor, que puede ser fatal. El mayor riesgo de pérdida del balance térmico se observó en el último muestreo realizado en la cuadrilla de Líneas No Energizadas del departamento de Mantenimiento, donde el tiempo de exposición permitido fue menor a una hora debido al alto gasto metabólico registrado mientras el trabajador estaba suspendido en un poste realizando labores de mantenimiento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Finalmente, se ofrecen las conclusiones derivadas del análisis de la situación actual y se formulan recomendaciones basadas en los resultados obtenidos. Estas sugerencias buscan mejorar las condiciones observadas y ofrecer soluciones prácticas que respondan a las necesidades detectadas en el estudio.

A. Conclusiones

- Se determina que todas las actividades que desarrollan las cuadrillas se realizan al aire libre, y los trabajadores están bien capacitados en el uso del equipo de protección personal. Sin embargo, no reciben formación en relación con la identificación de los síntomas relacionados con la exposición al calor, tales como golpe de calor, deshidratación, confusión mental e inclusive convulsiones, lo que se considera una necesidad crítica.

- La mayoría de los trabajadores expresó que han experimentado síntomas asociados con el estrés térmico, como dolor de cabeza, sudoración excesiva y sed intensa. Estos síntomas resaltan la necesidad urgente de implementar medidas preventivas contra la exposición al calor excesivo, ya que podrían derivar en problemas de salud graves si no se abordan adecuadamente.

- Los resultados reflejan variaciones en el consumo de agua entre los trabajadores, con algunos en riesgo de deshidratación. Dado que los trabajadores pierden electrolitos a través del sudor, es fundamental considerar el uso de bebidas isotónicas para compensar esta pérdida y garantizar el buen funcionamiento de los órganos vitales.

- Los descansos actuales son insuficientes para mitigar la fatiga acumulada ya que no cuentan con un espacio de sombra, lo que podría afectar negativamente su salud y rendimiento.
- El cálculo del gasto metabólico muestra variaciones significativamente dependiendo de las tareas y departamentos, con algunos trabajadores experimentando cargas metabólicas elevadas.
- Se identificó una prevalencia preocupante de sobrepeso y obesidad entre los trabajadores, lo que agrava los riesgos asociados a la exposición al calor y el metabolismo de los trabajadores. Se están desarrollando planes de acción en colaboración con Caja Costarricense del Seguro Social, para generar una Campaña de Hábitos Saludables para mejorar las condiciones físicas de los trabajadores con ayuda de los nutricionistas.
- El departamento de Salud Ocupacional informó que no se han realizado evaluaciones del ambiente térmico, ni se han implementado controles para mitigar los efectos del calor y la radiación solar, lo que representa un riesgo considerable para los trabajadores.
- Se realizaron muestreos en diversas condiciones con equipos calibrados para evaluar los parámetros ambientales críticos. Los resultados mostraron que una de las seis cuadrillas evaluadas se encuentra en el rango de estrés térmico, exponiendo a los trabajadores a temperaturas y gastos metabólicos elevados. Esto representa un riesgo para la salud, que podría evitarse con medidas correctivas. Para obtener conclusiones más precisas, sería necesario un muestreo adicional durante los meses más calurosos y bajo condiciones extremas.

B. Recomendaciones

- Establecer medidas para controlar la exposición de los trabajadores a la exposición al calor y radiación solar, según la categoría dos del Decreto N°39147 STSS Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor; tales como áreas de sombra, vigilancia de la salud, hidratación y establecer procedimientos de aclimatación para trabajadores nuevos.
- Implementar controles específicos para reducir la exposición de los trabajadores al calor y radiación solar. Asimismo, se debe trabajar en la creación de procedimientos de aclimatación para trabajadores nuevos.

- Desarrollar y aplicar un programa de capacitación específico sobre los riesgos asociados al calor, el protocolo de protección de la radiación solar, hidratación y descanso, orientado a todos los trabajadores. Este programa debe incluir formación sobre la identificación de los síntomas de estrés térmico, la importancia de la hidratación, el uso adecuado de equipo de protección personal, entre otros.

- Dotar y garantizar el acceso continuo al agua potable durante la jornada de trabajo, para prevenir afectaciones a la salud. Y se podría implementar, así mismo la instalación de bebederos portátiles en las áreas de trabajo.

- Es fundamental aumentar las campañas de sensibilización sobre la importancia de la hidratación, especialmente en entornos laborales con exposición al calor. Aunque el nivel de riesgo no obliga al patrono a proporcionar bebidas de rehidratación, con el apoyo del servicio médico de JASEC, se podrían gestionar donaciones de sueros con electrolitos de farmacéuticas para ofrecer a los colaboradores que lo soliciten. Esto permitiría cubrir la necesidad hasta la implementación del programa, y según la demanda, evaluar la compra de los sueros necesarios.

- Reevaluar las políticas de descanso para asegurar que los trabajadores tengan suficientes pausas durante la jornada laboral, para lo cual se puede considerar la implementación de descansos adicionales en lugares frescos y sombreados, especialmente para los trabajadores que realizan tareas físicas intensas.

- Revisar y actualizar las normativas internas de la empresa en relación con la prevención del estrés térmico, asegurando que estén alineadas con las mejores prácticas internacionales y las normativas locales vigentes.

VI. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En el siguiente apartado se presenta el Programa para el Control de los Factores de Riesgo por la Exposición al Calor y Radiación Solar de los trabajadores en las áreas de Mantenimiento y Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica de JASEC. Es importante destacar que la elaboración de este programa se realizó con base en la INTE T29: 2016, la cual establece los requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo.

La propuesta incluye controles administrativos e ingenieriles con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad de los colaboradores y fortalecer la cultura organizacional preventiva. En la siguiente figura se muestra la estructura del programa:





Programa para el control de los factores de riesgo por la exposición al calor y radiación solar de los trabajadores en las Áreas de Mantenimiento y el Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica en la JASEC

Elaborado por: Jessica Ramírez Ramírez

Índice

I.	Introducción	70
II.	Información general de la organización	71
III.	Marco Legal	72
IV.	Términos y definiciones	73
V.	Liderazgo para la prevención del riesgo ocupacional	74
A.	Objetivos del programa	74
1.	Objetivo General	74
2.	Objetivos Específicos	74
B.	Alcance	74
C.	Limitaciones	75
D.	Comunicaciones	75
E.	Recursos	75
F.	Metas	78
VI.	Participación de personas trabajadoras	79
A.	Responsabilidades	79
B.	Matriz RACI	81
VII.	Prevención y control del riesgo	85
A.	Evaluación de estrés térmico	85
1.	Índice de calor resulta de la combinación de dos variables	85
2.	Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH)	87
3.	Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo	87
VIII.	Controles administrativos a la exposición al riesgo por exposición a calor	90
A.	Protocolo de Hidratación, Sombra, Descanso y Protección.	90
1.	Protocolo de protección de la radiación solar	91
2.	Protocolo de hidratación	93
IX.	Propuestas de control ingenieril para los riesgos por exposición al calor	102
A.	Procedimiento de descanso	102
X.	Validación de controles ingenieriles seleccionados	116
XI.	Plan de evaluación y seguimiento	121
A.	Capacitación	121
B.	Control y seguimiento	126
XII.	Cumplimiento legal	127

XIII.	Cronograma de actividades	131
XIV.	Presupuesto del programa	135
XV.	Conclusiones	136
XVI.	Recomendaciones	137

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de involucrados internos y externos.	76
Tabla 2. Asignación de responsabilidades para cada interesado.	79
Tabla 3. Matriz de responsables, aprobadores, consultores e interesados para el programa. ..	81
Tabla 4. Índice de calor para la región del Valle Central (Cartago).	85
Tabla 5. Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo.	88
Tabla 6. Procedimiento de aclimatación según las características del trabajador.	89
Tabla 7. Descripción de las tareas realizadas por cada cuadrilla.	90
Tabla 8. Protocolo de aplicación del bloqueador solar.	91
Tabla 9. Cotización de hieleras para los trabajadores.	94
Tabla 10. Cotización de las botellas para los trabajadores.	95
Tabla 11. Descripción de los elementos para el diseño del tanque del agua.	97
Tabla 12. Comparación de alternativas de solución.	99
Tabla 13. Resumen de las ODS que aplican para el proyecto	101
Tabla 14. Presupuesto y caracterización de la implementación de la primera propuesta.	104
Tabla 15. Presupuesto y caracterización de la implementación de la segunda propuesta.	106
Tabla 16. Presupuesto y caracterización de la implementación de la tercera propuesta.	108
Tabla 17. Comparación de alternativas de solución para espacio de sombra.	110
Tabla 18. Presupuesto y caracterización de la implementación de la propuesta de recomendación.	115
Tabla 19. Datos obtenidos de la validación.	117
Tabla 20. Imágenes termográficas de los automóviles.	118
Tabla 21. Plan de capacitaciones del programa de control	122
Tabla 22. Formato para la lista de asistencia.	126
Tabla 23. Requerimientos legales del programa.	127
Tabla 24. Cronograma de actividades del programa.	131
Tabla 25. Presupuesto del programa.	135

Índice de figuras

Figura 1. Gráfico para determinar el índice de calor según temperatura y humedad relativa.	86
Figura 2. Evaluación de índice de estrés térmico.	87
Figura 3. Afiche protocolo de protección solar.	92
Figura 4. Afiche protocolo de hidratación.	93
Figura 5. Diseño del depósito de agua para los automóviles.	97
Figura 6. Afiche protocolo de descanso.	103
Figura 7. Diseño del toldo vertical.	104
Figura 8. Diseño del toldo plegable.	105
Figura 9. Diseño de toldo retráctil.	108
Figura 10. Detalles del diseño de la estructura del toldo.	114
Figura 11. Diseño del toldo retráctil en DIALux evo.	115
Figura 12. Diseño de un espacio de sombra para el exterior.	115

I. Introducción

La población trabajadora de JASEC que realiza labores directamente bajo el sol y en áreas sin brisa, especialmente cuando estas tareas implican esfuerzos físicos significativos y requieren el uso de prendas pesadas, capas en caso de lluvias, delantales en caso de podas, enfrenta un riesgo de deshidratación, insolación, sarpullido, agotamiento, calambres y golpes de calor. Estas condiciones, si no se abordan de manera oportuna, pueden ocasionar serios problemas de salud para los trabajadores.

Dado que Costa Rica posee un clima tropical y que las temperaturas han mostrado una tendencia al alza debido al Cambio Climático, se vuelve esencial desarrollar estrategias efectivas para proteger la salud de los trabajadores que desempeñan sus labores al aire libre y están expuestos al estrés térmico.

En este contexto, y con el objetivo de prevenir riesgos, el Consejo de Salud Ocupacional aprobó el Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor. Este reglamento establece que los empleadores deben implementar un protocolo de hidratación, sombra, descanso y protección, con el fin de prevenir las manifestaciones clínicas relacionadas con el estrés térmico en los trabajadores expuestos.

II. Información general de la organización

La Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC) es la responsable de dotar a la provincia de Cartago de un sistema eléctrico eficiente y confiable, esto con el fin de contribuir al desarrollo cartaginés. La empresa opera una red de distribución eléctrica que abarca todo el cantón de Cartago, incluyendo las áreas urbanas y rurales.

La JASEC opera en el mercado de distribución de energía eléctrica del cantón de Cartago. El mercado objetivo son los clientes residenciales, comerciales e industriales. La empresa ofrece servicios de alumbrado público y electrificación rural. El proceso productivo de JASEC consiste en la venta de servicios eléctricos, generadora energía eléctrica mediante sus subestaciones en Birris y el Tuis de Turrialba, se encarga de distribución a través de una red de líneas eléctricas y la atención al cliente.

La empresa ofrece una amplia gama de productos y servicios, incluyendo: suministro de energía eléctrica a clientes residenciales, comerciales e industriales, alumbrado público, electrificación rural, asesoría en eficiencia energética. JASEC cuenta con un equipo de más de 385 empleados calificados y comprometidos con la calidad del servicio.

III. Marco legal

El presente programa para el control de la exposición a calor de los trabajadores de la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC) se fundamenta en la siguiente normativa:

- Código de Trabajo.
- Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Norma de Hidratación de las Personas Expuestas a Estrés Térmico por Calor en Actividades Físicas de Tipo Laboral de Riesgo II.
- Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor.
- INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.
- INTE/ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso.

IV. Términos y definiciones

Programa de salud y seguridad en el trabajo: Herramienta que utilizan las organizaciones para la implementación del plan, de forma permanente y continua, es la forma en que se articulan las diferentes estrategias, procedimientos, tácticas y proyectos en la organización. Basados en un diagnóstico objetivo (INTE T29:2016).

Las siguientes definiciones se tomaron del documento oficial del Consejo de Salud Ocupacional (2015):

a) Área de Sombra: Puede ser permanente o temporal, destinada para que las personas trabajadoras puedan descansar, ingerir sus alimentos y consumir agua potable, estas instalaciones pueden ser fijas o móviles, también se considerará la sombra provista por el follaje de árboles o cultivos de alto porte.

b) Bebidas hidratantes: agua o soluciones que se administran al organismo, para prevenir o corregir la deshidratación.

c) Deshidratación: Es el desequilibrio entre la pérdida excesiva y la reposición de agua y sales minerales de un cuerpo, causada por exceso de actividad física en un lugar con alta temperatura y humedad elevada sin una correcta hidratación.

d) Estrés Térmico por calor: Corresponde a la carga neta de calor a la que las personas trabajadoras están expuestas y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

e) Manifestaciones clínicas por sobrecarga térmica: Insolación, agotamiento por calor, calambres por calor, sarpullido, golpe por calor.

f) Sobrecarga térmica: Es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico por calor, que implica la cantidad del calor que ha de intercambiar el organismo con el medio ambiente, para que este permanezca en equilibrio térmico.

g) Trabajo físico pesado o tarea pesada: El metabolismo de trabajo es mayor a 2000 kcal/jornada.

h) Prevención: Medida o disposición que se toma de manera anticipada para evitar que se den los efectos negativos en la salud y seguridad de los trabajadores.

V. Liderazgo para la prevención del riesgo ocupacional

La Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC), se compromete a proveer un ambiente de trabajo sano y seguro para sus colaboradores y reducir el impacto de sus procesos en el ambiente, asegurando el cumplimiento de la legislación nacional de salud, seguridad ocupacional y ambiente, siguiendo los lineamientos corporativos.

A. Objetivos del programa

En este apartado se muestran los objetivos que se van a desarrollar en el programa para control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC.

1. Objetivo general

Diseñar alternativas de solución para el control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC.

2. Objetivos específicos

- Describir controles a nivel ingenieril y administrativo en los departamentos de Mantenimiento de la Red Eléctrica y el departamento de Planeación y Desarrollo de la Red Eléctrica para el mejoramiento de las condiciones laborales relacionadas con exposición a calor y radiación solar.

- Definir las responsabilidades de cada parte involucrada para el cumplimiento del programa de mejoramiento y control de las condiciones de trabajo relacionados con factores exposición a calor y radiación solar de los trabajadores de JASEC.

- Determinar medidas de evaluación y seguimiento para el programa de mejoramiento y control de las condiciones de trabajo relacionadas a la exposición al calor y la radiación solar.

B. Alcance

El presente programa se plantea para generar un control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar por medio de la implementación de controles ingenieriles y administrativos para los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC, busca prevenir la aparición de problemas asociados a exposición a calor y radiación solar.

C. Limitaciones

El éxito de los controles ingenieriles y administrativos diseñados para los trabajadores que laboran a la intemperie depende en gran medida del compromiso y la participación activa de todas las partes involucradas. La falta de recursos, la resistencia al cambio, o una implementación inadecuada de las responsabilidades asignadas, podrían limitar la efectividad del programa.

D. Comunicaciones

La comunicación para la ejecución del presente programa se realizará por medio de correo electrónico de los colaboradores y por medio de la instalación de rótulos en las pizarras informativas, que se encuentran en la institución. Esto con el fin de que todos los trabajadores conozcan y tengan presente, para que todo visitante sea testigo del afán de la JASEC por proteger la salud de sus trabajadores.

E. Recursos

Para la implementación del programa se contempla la necesidad de recursos económicos, humanos, tecnológicos y de tiempo, tal y como se detalla a continuación:

1. Económicos:

Incluye los costos económicos vinculados a la ejecución del programa con respecto a las medidas de control ingenieriles y administrativas destinadas a la mejora de las condiciones de riesgo de calor presentes en la organización. Este recurso incluye la compra de materiales, horas laborales, instalación, capacitaciones del personal y mano de obra.

2. Tecnológicos:

Este rubro incluye todos los dispositivos electrónicos que brinde apoyo en la ejecución del programa, como pantallas, computadoras, correos electrónicos, entre otros.

3. Tiempo:

Este recurso hace referencia al tiempo requerido para poder planear, organizar y ejecutar las acciones propuestas en el programa, así como para llevar a cabo capacitaciones y mejoras de este.

4. Humanos:

Corresponde a todo el personal administrativo y operativo, involucrado en la implementación del programa de control, dentro del siguiente cuadro se establece la matriz de

involucrados internos y externos para la realización del programa de control, los roles y el nivel de influencia de cada interesado.

Tabla 15.

Matriz de involucrados internos y externos.

Interesado	Clasificación	Compromiso	Nivel de influencia	Interés	Roles
Gerencia	Interno	Apoyo	Alto	Alto	Aprobar y apoyar en la ejecución del programa.
Junta Directiva	Interno	Apoyo	Medio	Bajo	Apoyar en la ejecución del programa.
Departamento de Salud Ocupacional	Interno	Líder y monitorear	Alto	Alto	Aprobar y dirigir la implementación.
Sindicato ANEP/SITET	Externo	Monitoreo	Medio	Alto	Seguimiento y control del programa
Auditoría Interna	Interno	Monitoreo	Alto	Alto	Verificar que los recursos invertidos en el programa de control se utilicen de manera eficiente.
Médico de empresa (contratista)	Externo	Apoyo	Alto	Alto	Apoyo con los análisis de expedientes médicos.
Jessica Ramírez Ramírez	Externo	Apoyo	Bajo	Alto	Proponer un programa para el control de la exposición al calor y radiación solar
Trabajadores expuestos al calor y radiación solar	Internos	Capacitarse y apoyar	Alto	Alto	Participar en las actividades de capacitación Aplicar los controles e instrucciones para el cumplimiento del programa
Instituto Nacional de Seguros	Externo	Apoyo y monitoreo	Bajo	Medio	Promover la prevención de enfermedades y accidentes laborales mediante la concientización
Ministerio de Trabajo	Externo	Apoyo y monitoreo	Medio	Medio	Regular las condiciones de trabajo de la JASEC y

Interesado	Clasificación	Compromiso	Nivel de influencia	Interés	Roles
					velar por la protección y los derechos de la persona trabajadora (Decreto 39147 S-TSS)
Ministerio de Salud	Externo	Apoyo y monitoreo	Medio	Medio	Velar por la salud de las personas trabajadoras de la empresa y las condiciones sanitarias y ambientales dentro de esta (Decreto 39147 STSS)
Consejo de Salud Ocupacional	Externo	Apoyo y monitoreo	Medio	Medio	Promover los reglamentos necesarios para garantizar en todo centro de trabajo las condiciones óptimas de salud ocupacional (Decreto 39147 S-TSS)

F. Metas

- **Aprobación del programa:** Obtener la aprobación de la gerencia respecto al programa de control y reducción de los factores de riesgo por exposición al calor y radiación solar para los trabajadores a la intemperie en la JASEC, antes de enero de 2025.
- **Aprobación del presupuesto:** Conseguir la aprobación del presupuesto para la implementación del programa de control de factores de riesgo por calor y radiación solar por parte de la Junta Administrativa, para marzo de 2025.
- **Comunicación a los trabajadores:** Informar a todos los trabajadores, mediante un plan de comunicación y publicidad, sobre la creación del programa de control y reducción de los factores de riesgo por exposición al calor y radiación solar, antes de marzo de 2025.
- **Implementación de controles administrativos:** Implementar los controles administrativos del programa, como capacitaciones y los protocolos de hidratación, descanso y protección contra radiación solar, antes de octubre de 2025.
- **Capacitación a trabajadores:** Capacitar al 100 % de los trabajadores expuestos y a los encargados de los respectivos departamentos en los protocolos de hidratación, descanso y protección solar, para noviembre de 2025.
- **Medidas de prevención y protección:** Implementar el 100 % de las medidas de prevención y protección para el riesgo II de estrés térmico por calor, según el reglamento de prevención vigente, antes de diciembre de 2025. Esto incluye la instalación de áreas de sombra y la ejecución de procedimientos de aclimatación para los trabajadores.
- **Controles ingenieriles:** Inspeccionar la correcta instalación de las estructuras de sombra en la flotilla de automóviles de la JASEC y verificar la implementación de los controles ingenieriles necesarios, antes de octubre de 2025.
- **Supervisión y cumplimiento:** Realizar evaluaciones trimestrales del programa para supervisar su cumplimiento, con el objetivo de que al menos el 95 % de los trabajadores que laboran a la intemperie cumplan con las medidas de prevención y protección antes de enero de 2026.
- **Programa de sensibilización:** Desarrollar e implementar un programa de sensibilización que garantice que el 100 % de los trabajadores aplique de manera adecuada el bloqueador solar y mantenga niveles adecuados de hidratación, para enero de 2026.

VI. Participación de personas trabajadoras

En este caso las partes interesadas en la ejecución del programa deben ser partícipes de la su implementación. El programa brinda soporte para que mediante la política de seguridad, capacitación y formación de los trabajadores tengan el conocimiento de identificar los peligros relacionados a la exposición a calor, comunicarlos y mejorar su forma de trabajar para evitar lesiones, accidentes o afectaciones de salud derivados de la exposición.

A. Responsabilidades

A continuación, se realiza el desglose de responsabilidades dependiendo del interesado en la ejecución del programa.

Tabla 16.

Asignación de responsabilidades para cada interesado.

Interesado	Responsabilidades
Gerencia (GE)	<ul style="list-style-type: none">▪ Revisar el programa para el control de la exposición a estrés térmico.▪ Aprobar la implementación de los controles ingenieriles y administrativos para el control del estrés térmico.▪ Darle seguimiento al programa y los controles implementados.
Junta Directiva (JD)	<ul style="list-style-type: none">▪ Revisar el programa de control de la exposición a estrés térmico.▪ Aprobar la implementación de los controles ingenieriles y administrativos para el control del estrés térmico.
Departamento de Salud Ocupacional (SO)	<ul style="list-style-type: none">▪ Revisar y aprobar el programa planteado por Jessica Ramírez.▪ Abogar por la implementación del programa para el control de la exposición a estrés térmico dentro de la planta industrial.▪ Verificar que se implementen los controles del programa para la disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC.▪ Brindar capacitación sobre el programa para el control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC.▪ Realizar o coordinar las mediciones ambientales mediante el cálculo del índice TGBH de manera anual.▪ Darle seguimiento al programa de control e implementar correcciones y/o mejoras en el programa con el objetivo de alcanzar la mejora continua
Sindicato ANEP/ SITET (SI)	<ul style="list-style-type: none">▪ Verificar que la implementación del programa para el control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC no afecte el desarrollo de las labores de los

Interesado	Responsabilidades
	trabajadores y comunicar al departamento de Salud Ocupacional de alguna queja o sugerencia de los compañeros expuestos
Auditoría Interna (AI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar que los recursos invertidos en el programa de control se utilicen de manera eficiente.
Médico de empresa (contratista) (ME)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participar de forma activa en el programa y comunicar los controles que se sugieran en el mismo. ▪ Gestionar la creación de expedientes médicos, los exámenes periódicos y el seguimiento a los resultados. ▪ Brindar atención médica a todos los trabajadores en caso de que lo requieran.
Jessica Ramírez Ramírez (JRR)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un programa para el control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar de los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC. ▪ Brindar información y capacitación al Departamento de Salud Ocupacional, para la ejecución del programa. ▪ Dar seguimiento al programa, y mantenerse disponible para la evacuación de dudas acerca de los componentes del programa.
Trabajadores expuestos al calor y radiación solar (TR)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participar en el proceso de capacitación brindado por el Departamento de Salud Ocupacional. ▪ Seguir las indicaciones del Departamento de Salud Ocupacional en cuanto a la ejecución del programa de control. ▪ Reportar cualquier riesgo adicional relacionado a estrés térmico que puedan identificar.
Instituto Nacional de Seguros (INS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover la prevención de accidentes y enfermedades laborales por medio de la concientización, capacitación y educación.
Ministerio de Trabajo (MT)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regular las condiciones de trabajo dentro de la empresa. ▪ Velar por la protección y los derechos de las personas que laboran en la cooperativa. ▪ Velar por el cumplimiento de la normativa, principalmente de la referente a riesgo de exposición a calor y radiación solar.
Ministerio de Salud (MS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Velar por la salud de las personas trabajadoras de la empresa. ▪ Velar por el aseguramiento de condiciones sanitarias y ambientales dentro de la cooperativa
Consejo de Salud Ocupacional (CSO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover los reglamentos necesarios para garantizar las condiciones óptimas de salud ocupacional dentro de la empresa.

B. Matriz RACI

En la siguiente matriz se presenta la integración de la asignación de los interesados internos y externos, con el grado de responsabilidad de cada involucrado.

Tabla 17.

Matriz de responsables, aprobadores, consultores e interesados para el programa.

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
<i>Planificación del programa</i>												
Elaborar la introducción del programa			C				R					
Definir los requerimientos legales aplicables			C				R					
Definir los objetivos del programa			C				R					
Establecer el alcance del programa			C				R					
Definir las limitaciones del programa			C				R					
Recopilar los datos sobre el contexto de la organización	I		I				R					
Definir los involucrados, roles y responsabilidades			I				R					
Generar las propuestas de controles ingenieriles y administrativos			I				R					
Generar una propuesta de plan para la vigilancia médica			C			C	R					
Generar una propuesta de plan de capacitación	I		C				R					
Establecer un plan de seguimiento y evaluación del programa			C		I		R					

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
<i>Ejecución del programa</i>												
Solicitar el recurso presupuestario para la implementación del programa de control	I		R		C		I					
Aprobar los recursos presupuestarios para la implementación del programa	A		R		C		I					
Aprobar la implementación del programa de control	A		A		I					I	I	I
Gestionar y coordinar la implementación del programa	C		R	I	I	I		I				
Realizar las instalaciones de los elementos físicos necesarios para la ejecución del programa	C		R		C			I				
Socializar el programa con las gerencias y los diferentes involucrados	I	I	R	I	I	I	I	I				
Capacitar al personal sobre los protocolos y controles del programa	I		R		I	C	C	I				
Realizar las mediciones periódicas del estrés térmico	I		R		I			I	I		I	I
Coordinar los análisis médicos periódicos del personal	I		A			R		I			I	
Participar de los procesos de capacitación	I		A	I				R				
Cumplir con las instrucciones de los protocolos y controles	I		A					R				

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
Asignar medidas sancionatorias por el incumplimiento de los controles por parte del personal	I		R									
Verificar la implementación de los controles ingenieriles y administrativos	C	I	R					I				
Verificar que la implementación del programa para el control no afecte el desarrollo de las labores de los trabajadores y comunicar al departamento de Salud Ocupacional de alguna queja o sugerencia de los compañeros expuestos	A			R								
<i>Seguimiento del programa</i>												
Ejecutar el plan para el seguimiento y control del programa			R		I							
Buscar oportunidades de mejora del programa	C	C	C	C	R			C				
Actualizar el programa con base en las oportunidades de mejora	C		R							I		I

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
<i>Abreviaturas</i>												
<p>Rol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsable (R): Corresponde a quien ejecuta la tarea • Aprobador (A): Rinde cuentas sobre la ejecución de la tarea • Consultor (C): Posee información o capacidades necesarias para la realización de la tarea • Interesado (I): Debe ser informado sobre el avance de la tarea 	<p>Código:</p> <p>Gerencia (GE)</p> <p>Junta Directiva (JD)</p> <p>Departamento de Salud Ocupacional (SO)</p> <p>Sindicato ANEP/ SITET (SI)</p> <p>Auditoría Interna (AI)</p> <p>Médico de empresa (contratista) (ME)</p> <p>Jessica Ramírez Ramírez (JRR)</p> <p>Trabajadores expuestos al calor y radiación solar (TR)</p> <p>Instituto Nacional de Seguros (INS)</p> <p>Ministerio de Trabajo (MT)</p> <p>Ministerio de Salud (MS)</p> <p>Consejo de Salud Ocupacional (CSO)</p>											

VII. Prevención y control del riesgo

En este apartado se encuentran los resultados de la evaluación realizada en el JASEC, se presenta las propuestas de controles ingenieriles y administrativas por la exposición a calor y radiación solar.

A. Evaluación de estrés térmico

Para realizar la evaluación del estrés térmico de las personas trabajadoras se pueden tomar en cuenta que hay en disposición dos metodologías:

1. Índice de calor resulta de la combinación de dos variables

Esta metodología toma la temperatura y la humedad relativa, para el uso del Índice de Calor se cuenta con las condiciones generales reportadas para la zona por el Instituto Meteorológico Nacional, como se muestra a continuación.

Tabla 18.

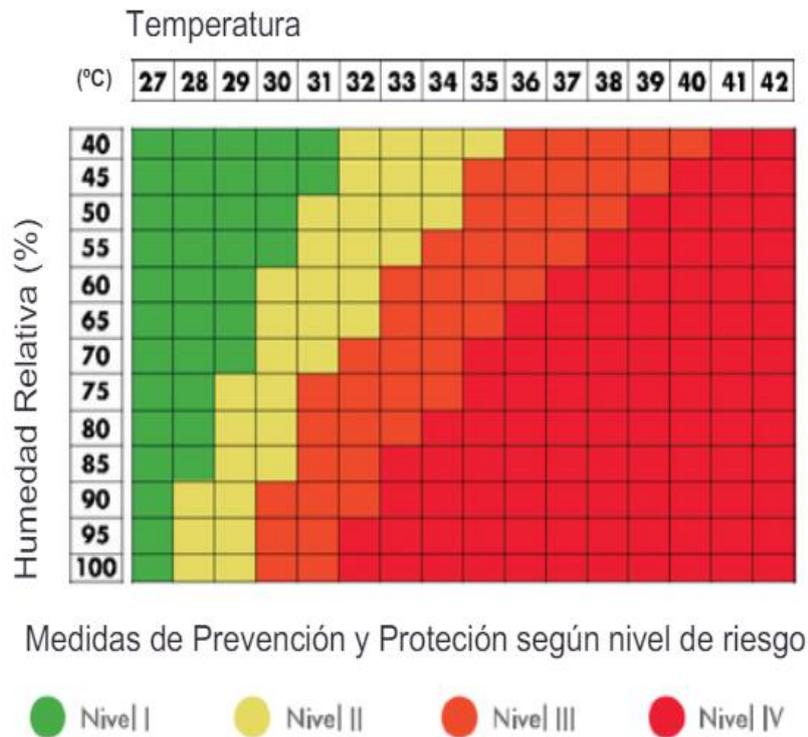
Índice de calor para la región del Valle Central (Cartago).

Meses del año	Promedio temperatura °C	Promedio humedad relativa %	Índice de calor
Enero	21	82	Nivel I
Febrero	21	81	Nivel I
Marzo	22	80	Nivel I
Abril	23	82	Nivel I
Mayo	24	83	Nivel I
Junio	24	83	Nivel I
Julio	24	82	Nivel I
Agosto	24	81	Nivel I
Septiembre	23	82	Nivel I
Octubre	22	83	Nivel I
Noviembre	21	83	Nivel I
Diciembre	21	82	Nivel I

Tomando en cuenta los datos de la tabla anterior y utilizando la figura 1 se determinó el índice de calor.

Figura 13.

Gráfico para determinar el índice de calor según temperatura y humedad relativa.



El índice de calor combina la temperatura ambiente (°C) y la humedad relativa (%), en un solo valor el cual indica qué tan cálido se sienten las condiciones ambientales. Es importante tomar en cuenta que si el trabajo cumple con cualquiera de las siguientes características:

- Se realiza directamente bajo el sol.
- El trabajo implica tareas pesadas.
- Se requiere el uso de prendas pesadas, capas, kimonos, uniformes no transpirables o impermeables (que no permita el intercambio calórico).

Se debe tomar las medidas de prevención y protección del siguiente nivel de riesgo superior.

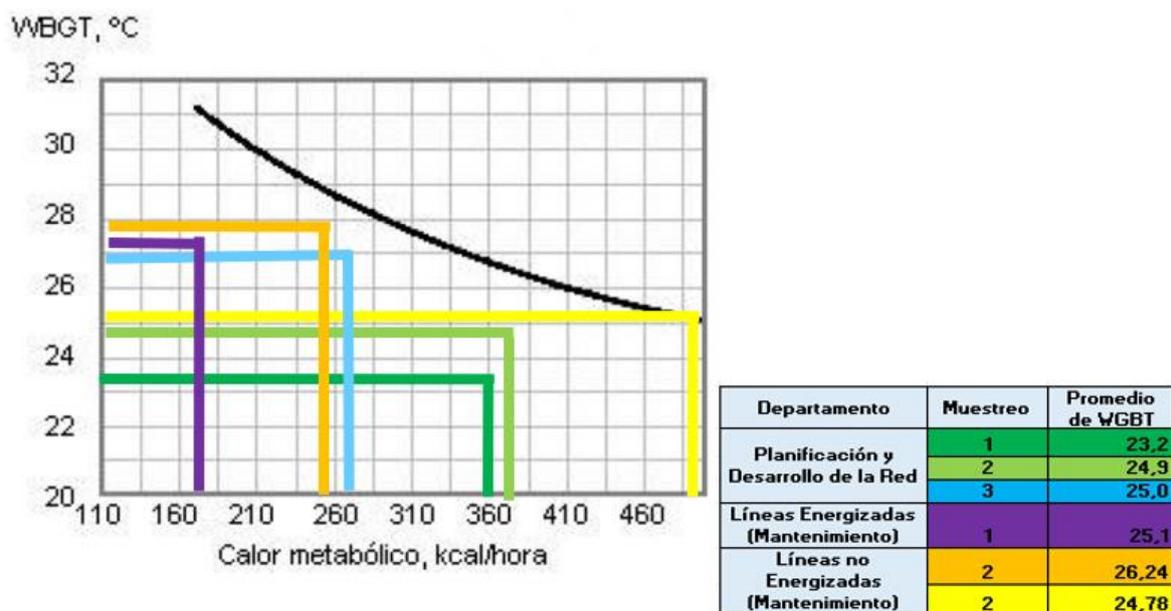
2. Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH)

En el caso de este método se encuentra descrito en la Norma INTE 7243:2016 (Salud y Seguridad en el Trabajo. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo)).

Considerando el gasto metabólico calculado y las condiciones ambientales registradas, se identificó en el departamento de Mantenimiento, específicamente en la cuadrilla de líneas no energizadas durante el muestreo 2, una medición de WBGT de 25,33 °C. Esta, junto con un calor metabólico de 723,60 kcal/h, es la única medida que se encuentra dentro del rango de estrés térmico.

Figura 14.

Evaluación de índice de estrés térmico.



Aunque los demás datos obtenidos en el muestreo se encuentran por debajo del umbral de estrés térmico, es crucial implementar acciones correctivas para evitar la exposición de los trabajadores a este riesgo por calor.

3. Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo

Para tomar en cuenta las medidas de prevención y proyección se utiliza la siguiente tabla que se extrae la información del documento del Consejo de Salud Ocupacional (2015):

Tabla 19.*Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo.*

Medidas de prevención y protección	Nivel de riesgo			
	I	II	III	IV
Asegurar la disponibilidad de agua potable durante toda la jornada de trabajo.	✓	✓	✓	✓
Suministrar bebidas rehidratantes bajo normativa del Ministerio de Salud.				✓
Proporcionar áreas de sombra temporal o permanentes, cuando se trabaje en campos abiertos o áreas que no tengan fácil acceso a la sombra, según corresponda.	✓	✓	✓	✓
Proporcionar sombrero de ala ancha o gorra con cobertor en el cuello y mangas a trabajadores expuestos directamente al sol. Usar protector solar cuando sea posible.	✓	✓	✓	✓
Capacitar a las personas trabajadoras.	✓	✓	✓	✓
Cuando las personas trabajadoras requieran el uso de prendas pesadas, capas, kimonos, uniformes (que no permitan la sudoración), se deben tomar las medidas del nivel III.	✓	✓		
Las personas que de recién ingreso o retornen al trabajo y realicen trabajo pesado deben aclimatarse.	✓	✓	✓	✓
Designar a una persona que esté capacitada sobre las manifestaciones clínicas relacionadas con la sobrecarga térmica y que sea capaz de informar a este respecto a la persona con la autoridad requerida y con la persona encargada de salud ocupacional para modificar las actividades laborales y el horario de trabajo/descanso de la persona afectada según se requiera.	✓	✓	✓	✓
Establecer y asegurar que se cumplan los horarios de trabajo y de descanso.			✓	✓
Informar a las personas trabajadoras sobre el horario trabajo y de descanso.			✓	✓

Proceso de aclimatación

Es importante aclarar que significa el proceso de aclimatación. Este proceso se debe desarrollar con las personas trabajadoras que inicien labores y realicen trabajo pesado:

Tabla 20.

Procedimiento de aclimatación según las características del trabajador.

Características	Pasos para seguir
1. Si la persona trabajadora es la primera vez que se expone a puestos con sobrecarga térmica y realiza trabajo físico pesado.	a) 20 % de la jornada el primer día. b) incrementos de 20 % cada día. c) hasta completar el 100 %.
2. Si ya tiene experiencia en este tipo de trabajo y realiza trabajo físico pesado.	a) 50 % el primer día. b) 60 % el segundo día. c) 80 % el tercer día. d) 100 % el cuarto día del esquema.

Con los resultados obtenidos del nivel de evaluación de estrés térmico se determinan las siguientes medidas de prevención y protección para los trabajadores de JASEC:

Según lo que recomienda el Consejo de Salud Ocupacional (2015), se requiere asegurar la disponibilidad de agua potable durante toda la jornada de trabajo, proporcionar áreas de sombra temporal o permanentes, cuando se trabaje en campos abiertos o áreas que no tengan fácil acceso a la sombra, según corresponda. Proporcionar sombrero de ala ancha o gorra con cobertor en el cuello y mangas a trabajadores expuestos directamente al sol. Usar protector solar cuando sea posible.

Capacitar a las personas trabajadoras, las personas que de recién ingreso o retornen al trabajo y realicen trabajo pesado deben aclimatarse. Designar a una persona que esté capacitada sobre las manifestaciones clínicas relacionadas con la sobrecarga térmica y que sea capaz de informar a este respecto a la persona con la autoridad requerida y con la persona encargada de salud ocupacional para modificar las actividades laborales y el horario de trabajo/descanso de la persona afectada según se requiera.

VIII. Controles administrativos a la exposición al riesgo por exposición a calor

A. Protocolo de Hidratación, Sombra, Descanso y Protección.

El protocolo de hidratación, sombra, descanso y protección deberá contener la siguiente información:

1. Lista de labores que se realizan al aire libre

En la siguiente tabla se describen las labores que realizan las cuadrillas de la empresa JASEC que se encuentran expuestas al calor y la radiación solar de manera directa. Cabe destacar que estas actividades se llevan a cabo en diferentes zonas de Cartago, en función de la demanda.

Tabla 21.

Descripción de las tareas realizadas por cada cuadrilla.

Cuadrilla	Descripción
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica: cuadrillas de Líneas energizadas	<ul style="list-style-type: none">• Instalar, reubicar, modificar o desconectar diversos tipos de bancos de transformadores de uso industrial o residencial, así como instrumentos para medir los consumos de energía, sin interrumpir el sistema primario.• Realizar el tendido y tensado de líneas secundarias y primarias.• Brindar mantenimiento preventivo y correctivo, tanto mecánico como eléctrico, a diferentes estructuras tales como líneas de media y baja tensión, bancos de transformadores monofásicos y trifásicos, lámparas y subestaciones; coordinando las interrupciones programadas.• Efectuar instalaciones de reconectores y extensiones de líneas nuevas tanto monofásicas como trifásicas.
Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica: cuadrillas de Líneas no energizadas	<ul style="list-style-type: none">• Instalar, reubicar, modificar o desconectar diversos tipos de bancos de transformadores de uso industrial o residencial, así como instrumentos para medir los consumos de energía, con interrumpir el sistema primario.• Realizar instalaciones eléctricas dentro de los edificios de JASEC y servicios temporales en sitios públicos de Cartago para fechas especiales

Cuadrilla	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar medidores residenciales, comerciales e industriales correspondientes a nuevos servicios, cambiar voltaje de medidores de 120 VAC a 240 VAC, realizar instalaciones provisionales en residencias; reubicar, retirar y fijar medidores por falta de pago, trabajar la base del medidor y arreglar el cableado que alimenta los mismos. • Cambiar equipos de medición, transformación, bancos de capacitores, reconectores, equipos de protección manual, etc. en mal estado o con capacidad máxima alcanzada.
Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutan labores de apoyo para supervisión en proyectos específicos del Departamento de Planificación y Desarrollo de Redes como reconstrucciones, extensiones de líneas primarias, redes de medias tensiones subterráneas. • Realizan la instalación, reubicación, desmantelamiento o modificación de montajes en redes de distribución aérea. • Se realizan instalación de redes de distribución subterráneas en actividades como: elaboración de terminales tipo mufa o codo en media tensión, elaboración de empalmes fijos y desmontables, instalación de detectores de falla, de pararrayos tipo codo, tendido de conductores, instalación de bandejas de soporte para conductores, etiquetado de conductores, instalación de transformadores de pedestal y limpieza y sondeo de tuberías.

1. Protocolo de protección de la radiación solar

Objetivo:

Mitigar los riesgos de la exposición a calor y radiación solar para los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC, por medio de la generación de protocolos y procedimiento administrativos.

Procedimiento de protección de la radiación solar

La JASEC les proporciona a los trabajadores bloqueador solar con un factor de protección solar (FPS) de 85, desde el 2014. Los trabajadores deberán de colocarse protector solar todos los días, antes de iniciar la jornada (preferiblemente, antes de salir de la casa) y cada dos horas durante la jornada. La aplicación del bloqueador deberá de realizarse según la siguiente tabla de aplicación.

Tabla 22.

Protocolo de aplicación del bloqueador solar.

Aspecto	Detalle
Horas de aplicación	6:00 a.m. 8:00 a.m. 10:00 a.m. 12:00 a.m. 2:00 p.m. 4:00 p.m.
Zonas en las que se debe aplicar el bloqueador	Rostro (en su totalidad) Orejas Cuello Nuca Hombros Pecho Brazos Dorso de las manos
Modo de aplicación	Se debe aplicar la cantidad necesaria para notar, por un instante, que la piel se aclara. Se debe esparcir de forma uniforme por todas las zonas, evitando dejar espacios en la piel sin aplicar.
Precauciones	Si la persona se lava la cara, las manos u alguna otra región del cuerpo, deberá de aplicar bloqueador, sobre la piel de la zona ya seca, inmediatamente. Las personas que sean calvas deberán de aplicar bloqueador en el cuero cabelludo.

Figura 15.

Afiche del protocolo de protección solar.



2. Protocolo de hidratación

Objetivo:

Asegurar la disponibilidad de agua potable durante toda la jornada de trabajo para los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC.

Procedimiento de hidratación

La JASEC proporcionará a los trabajadores que laboran bajo el sol agua potable en botellas individuales, garantizando su accesibilidad. La entrega de agua potable se debe a que el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores corresponde al nivel II, por lo que, de acuerdo con la normativa del Ministerio de Salud, no es posible suministrar bebidas rehidratantes en esta situación.

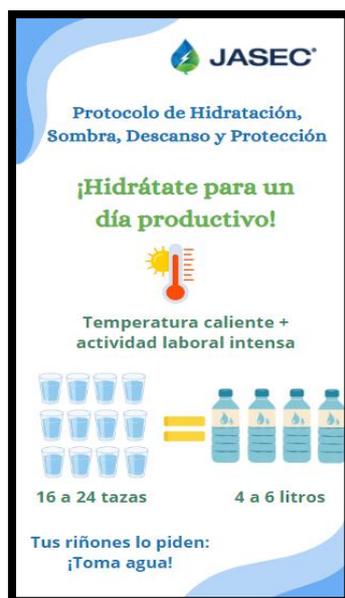
Los trabajadores deben ingerir de 500 a 1000 ml de agua fresca antes de comenzar su jornada laboral. La cantidad de agua puede distribuirse en cuatro vasos de agua, desde que despierta hasta las 7:00 a.m., que inicia la jornada.

Durante la jornada de trabajo los colaboradores deben consumir 100 a 150 ml de agua cada 30 minutos. Los líquidos deben estar a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C). Aumentar la ingesta de fruta y verduras en los tiempos de comida.

Después de la jornada se debe reponer la pérdida de sales consumiendo líquidos como bebidas isotónicas o bien alimentos con contenido de sal.

Figura 16.

Afiche del protocolo de hidratación.



Propuestas de solución

Alternativa 1: Enfriadores de agua para las cuadrillas

Para este caso se realizaron cotizaciones de distintas formas de brindarle agua potable a los trabajadores en el área de trabajo. En el primer caso, se cotizaron enfriadores de agua grandes para brindarles a las cuadrillas con mayor cantidad de trabajadores en la siguiente tabla se muestra el estilo de las hieleras, el precio y la referencia de cada artículo.

Tabla 23.

Cotización de hieleras para los trabajadores.

Estilo de las hieleras	Precio ₡	Referencia
Hielera azul con asa 5GL Coleman 	32.205	https://aliss.cr/hielera-azul-con-asa-5gl-coleman-613941
Igloo 421 Enfriador de agua Comm Plaste 2 Gal 	30.600	https://www.amazon.com/-/es/Igloo-Enfriador-agua-Comm-Plaste/dp/B00LEI3XTC/ref=pd_pss_dp_d_1_d_scl_2_6/144-0946671-4988938?pd_rd_w=VC0Mb&content-id=amzn1.sym.427cddb1-779c-4be6-8c9b-81ddadc2ade4&pf_rd_p=427cddb1-779c-4be6-8c9b-81ddadc2ade4&pf_rd_r=M1PJ4DZX2HFJCANE0714&pd_rd_wg=ST9Uv&pd_rd_r=78a9d993-1f65-440a-b8a6-1c343568abd2&pd_rd_i=B00LEI3XTC&psc=1
Hielera dispensadora Plástica Igloo 18lt 	24 500	https://tienda.pequenomundo.com/hielera-dispensadora.html

Estilo de las hieleras	Precio ₡	Referencia
Hielera igloo proformance blanco gris, capacidad 1qt - 0.9l 	7.950	https://cr.epaenlinea.com/hielera-igloo-proformance-blanco-gris-capacidad-1qt-0-9-1.html

Nota: Ver Anexo 3 sobre las imágenes de referencia para la cotización de hieleras.

La última hielera que se cotizó marca igloo proformance blanco gris, es una opción de hielera de un litro para uso personal, para evitar un mal manejo sanitario de las hieleras.

Alternativa 2: Botellas de agua para cada trabajador

Otra propuesta es el uso de botellas individuales para que cada trabajador se encargue de la limpieza y mantenimiento de las botellas. En una encuesta aplicada a los trabajadores se determinó, que ellos prefieren utilizar botellas de plástico o de algún material que sirva para el alto tránsito por la naturaleza de sus labores.

Tabla 24.

Cotización de las botellas para los trabajadores.

Estilo de botellas	Precio ₡	Referencia
Botellas térmicas 	4500	https://www.facebook.com/pequenomundoc/r/posts/botellas-t%C3%A9rmicas-que-se-convertir%C3%A1n-en-tu-mejor-compa%C3%B1ero-de-aventuras-perfecta/5442075202539610/?locale=es_LA

Estilo de botellas	Precio ₡	Referencia
Botella Aluminio color Silver (500 ML) 	1,485	https://www.lacasadelrotulo.com/products/137671/botella-aluminio-color-silver-500-ml
Botella plástica 22 oz verde GUATEPLAST 	990	https://novex.cr/producto/140837/botella-plastica-22-oz-verde.html
Botella para agua 750ml plástico transparente letras surtido 	2,900	https://novex.cr/producto/405205/BOTELLA_PARA_AGUA_750ML_TRANSPARENTE_LETRAS_SURTIDO.html?refSrc=140837&nosto=productpage-nosto-4

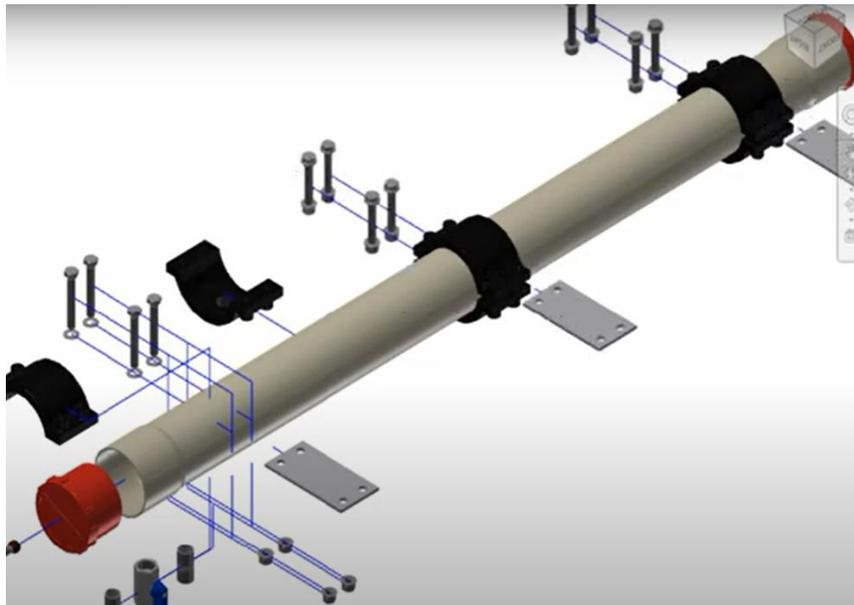
Nota: Ver Anexo 4 sobre las imágenes de referencia para la cotización de las botellas.

Alternativa 3: Depósito de agua para los automóviles

Última opción, es diseñar un depósito de agua para los automóviles en los que se transportan los trabajadores. Para este caso se puede utilizar un tubo PVC, con algunos otros elementos para la construcción del depósito de agua para los trabajadores. A continuación, se presenta el diseño del tanque de agua para el transporte en los automóviles.

Figura 17.

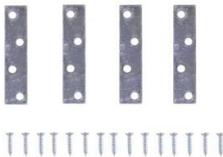
Diseño del depósito de agua para los automóviles



Tomando en cuenta que este diseño es sencillo y se puede realizar por el personal de mantenimiento que se encuentra en los talleres mecánicos, se puede variar el diseño dependiendo del tipo de automóvil que los requiera. Los otros elementos se describen a continuación:

Tabla 25.

Descripción de los elementos para el diseño del tanque del agua.

Elemento	Precio (¢)	Descripción	Referencia
	3 150	Placa 3" x ¾" 4 uds	https://cr.epaenlinea.com/placa-3x3-4-4-unidades.html
	850 la unidad	Tornillo cabeza hexagonal g2 5/8" x 2" 1 ud incluye tuerca	https://cr.epaenlinea.com/tornillo-cabeza-hexagonal-g2-5-8-x-2-pulgadas-1-unidad.html

Elemento	Precio (€)	Descripción	Referencia
 <p>Tubo de PVC</p>	129 500 la unidad	Tubo sanitario PVC SDR41 150 mm (6") 6 metros	https://www.construplaza.com/Materiales/Plomer%C3%ADa/PVC/Tubo-sanitario-PVC-SDR41-150-mm-6-6-metros/
 <p>Tapón hembra PVC</p>	20 950	Tapón hembra PVC SCH40 6"Dimensiones del empaque (cm) 10.5 x 18.4 x18.4	https://cr.epaenlinea.com/tapon-hembra-pvc-sch40-de-6-pulgadas.html?queryID=f189bd06b94c88bda9948357ed415636&objectID=39239&indexName=magento2prod_t5_products
 <p>Soportes para el tubo PVC</p>	21 500	Abrazadera lisa PVC 6 x ¾"	https://cr.epaenlinea.com/abrazadera-lisa-de-pvc-de-4-x-3-4-de-pulgada.html?queryID=eb2df3df1d7de48db4d468073dac20fa&objectID=32424&indexName=magento2prod_t5_products
 <p>Llave para el tubo</p>	750	Llave de chorro plástica con conexión ½"	https://cr.epaenlinea.com/llave-de-chorro-plastica-con-conexion-1-2-pulgada.html

Nota: Ver Anexo 5 sobre imágenes de referencia para la cotización de los elementos para el diseño del tanque del agua

Análisis de criterios de las propuestas para el protocolo de hidratación

Para la selección de la alternativa de solución se comparan las tres alternativas propuestas, en las que se le da un valor entre uno y tres, uno será cuando la alternativa no cumple con el criterio correspondiente, dos cuando cumple parcialmente y tres cuando si cumple. En la última fila, denominada “puntaje final” se suman los criterios que cumple cada alternativa, la que se escoja será la que tenga un puntaje mayor, con un valor máximo de 30 puntos.

La alternativa 1- Enfriadores de agua para las cuadrillas, corresponde al nombre “Hieleras”; la 2- Botellas de agua para cada trabajador, corresponde a “Botellas” y la 3- Depósito de agua para los automóviles. Corresponde a “depósito de agua”, la tabla 11 muestra el análisis.

Tabla 26.

Comparación de alternativas de solución

Criterios académicos mínimos que considerar	Alternativas		
	Hieleras	Botellas	Depósito de agua
Requisitos legales	3	3	3
Factibilidad de implementación	2	3	1
Aspectos de Salud laboral	3	3	3
Aspectos de Seguridad laboral	2	3	2
Aspectos de salud y seguridad pública	3	3	3
Aspectos culturales y sociales	1	3	1
Impacto ambiental	2	2	2
Factor económico	2	3	1
Requerimientos por parte del beneficiario	1	3	1
Asociación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	1	3	3
Puntaje total	20	29	20

Las tres alternativas propuestas cumplen con los requisitos legales establecidos, ya que ninguna infringe el marco legal del país. En cuanto a la factibilidad de implementación, se ha considerado el manejo, instalación y mantenimiento de las alternativas de solución cada una de las propuestas.

La alternativa 1, que implica la compra de las hieleras, cumple parcialmente con este criterio, ya que existe una preocupación de un inadecuado uso de las hieleras pueda desencadenar la propagación de virus entre los trabajadores de las cuadrillas.

La alternativa 2 cumple plenamente con este criterio, dado que no requiere instalación, manejo y mantenimiento depende directamente de cada trabajador. Por último, la alternativa 3 no cumple con este criterio, ya que requiere de una elaboración del diseño, posterior instalación y un mantenimiento constante para asegurar que el agua suministrada a los trabajadores sea potable.

Los aspectos de salud laboral consideran la hidratación de los trabajadores proporcionándoles agua potable en las zonas de trabajo, por lo que todas las alternativas cumplen con este criterio.

Por otra parte, para la seguridad laboral la alternativa dos cumple con el aspecto y la uno y tres cumplen parcialmente, ya que los trabajadores pueden exponerse a virus estomacales por el mal mantenimiento de los contenedores, disminuyendo así la probabilidad de que se generen accidentes por deshidratación; aun así, en las alternativas uno y tres pueden provocar problemas de salud. De igual forma es importante indicar que los trabajadores deben lavar diariamente las botellas para evitar contaminación y que presenten afectación a su salud. También, verificar que el agua que se les suministra sea potable.

En aspectos de salud y seguridad pública, las tres alternativas cumplen, al no generar ningún impacto negativo en la comunidad donde se encuentra la empresa. La alternativa uno y tres afectan los aspectos sociales y culturales internos de la empresa, al poder provocar enfermedades estomacales a los trabajadores, lo que afecta la satisfacción y motivación laboral de los trabajadores porque no se les da una solución al problema que enfrentan. La alternativa dos si cumple con este aspecto, ya que casi llega a mitigar el problema de abastecimiento de agua para los trabajadores.

En el impacto ambiental, las tres alternativas cumplen parcialmente, ya que la mayoría de las alternativas tiene elementos de plástico, que en una mala manipulación de los desechos puede generar un foco de contaminación. La alternativa uno cumple con el factor económico parcialmente, al considerarse un monto relativamente bajo para su implementación.

En cambio, las alternativas dos si cumple con el criterio, ya que su implementación es de bajo costo. En el caso de la alternativa tres no cumplen con este aspecto, ya que el precio es más elevado que las otras dos alternativas. Por parte de la JASEC no se tiene un presupuesto disponible para la aplicación de las mejoras hasta el año 2025.

Los requerimientos por parte del beneficiario son mantener el monto de la solución lo más bajo posible; además, se requiere que la solución permita un manejo sencillo del mantenimiento y uso del equipo para la hidratación de los trabajadores.

Por lo anterior, la única alternativa que cumple con este aspecto es la alternativa dos. La uno y tres no cumplen, ya que la inversión es elevada y se requiere un mantenimiento de calidad para su implementación.

Parte de este proyecto busca beneficiar a las personas trabajadoras de la JASEC, por lo que se deben tomar en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en 2015 por líderes mundiales en las Naciones Unidas, en los cuales participa Costa Rica y más directamente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para mejorar el impacto que se genera en el planeta. Las metas de los objetivos de Desarrollo Sostenible que aplican a este proyecto son:

Tabla 27.

Resumen de las ODS que aplican para el proyecto

Número de ODS	Referencia	Descripción
ODS #3	Salud y Bienestar: Meta 3.4	Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.2	Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.5	De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.8.	Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.

Las alternativas dos y tres cumplen con la meta 3.4 del Objetivo 3 al eliminar o disminuir el riesgo de deshidratación la fuente del problema de abastecimiento de agua para los trabajadores, de igual manera y por las mismas razones, estas alternativas cumplen con la

meta 8.2 y 8.8 del Objetivo 8. La meta 8.5 la cumplen las tres alternativas, ya que las mejoras favorecen a todos los trabajadores.

Conclusión

Según el análisis realizado, la segunda alternativa es la que presenta un mejor puntaje al cumplir con los criterios establecidos. Para efectos de este proyecto, el departamento de Salud Ocupacional decidió elegir la Botella Aluminio color Silver (500 ML), por su precio y su material de alta resistencia al tránsito que genera el trabajo de los colaboradores de las cuadrillas. Además, que el precio de las botellas no es elevado y cumple con las expectativas para un fácil mantenimiento. Se recomienda que las botellas estén debidamente identificadas con el nombre del colaborador para evitar confusión y transmisión de enfermedades y posibles situaciones de salud.

IX. Propuestas de control ingenieril para los riesgos por exposición al calor

Objetivo:

Proporcionar áreas de sombra temporal para los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC, por medio de la generación de protocolos y procedimiento administrativos.

A. Procedimiento de descanso

Para este proyecto, no se puede seleccionar un lugar específico como área de sombra temporal para el descanso de los trabajadores. Debido a que las cuadrillas de trabajo deben desarrollar sus funciones en diferentes ubicaciones dentro de la zona pública, es esencial que el diseño de las áreas de sombra sea portátil y fácilmente accesible para los trabajadores.

Se les recomienda a los trabajadores realizar descansos de cinco minutos cada hora, además de los descansos del desayuno y almuerzo, de 15 y 30 minutos respectivamente. Las pausas cortas y regulares durante la jornada laboral para permitir que los trabajadores descansen y se hidraten.

En el caso del trabajo en alturas estos colaboradores deben tomar descansos adicionales, ya que requieren un esfuerzo físico mayor y pueden aumentar el riesgo de caídas. Se deben programar descansos adicionales para estos trabajos.

Por esta razón, y considerando las recomendaciones de los trabajadores, se decidió diseñar un toldo adaptable a las cabinas de los automóviles que utilizan los trabajadores, de modo que en sus momentos de descanso puedan permanecer en un lugar fresco.

También, es importante mencionar que la mayoría de estos automóviles no cuenta con aire acondicionado debido a la falta de mantenimiento.

Figura 18.

Afiche protocolo de descanso.



Propuestas de solución

En esta sección se presentan los planos de construcción de los diseños de los toldos para los automóviles de las cuadrillas:

Alternativa 1: Diseño del toldo para los automóviles

En esta primera alternativa, se considera que los automóviles en los que viajan los trabajadores son utilizados como áreas de descanso durante el almuerzo. Por este motivo, se decidió diseñar una solución para mantener los vehículos más frescos para los trabajadores.

Esta opción permite que los trabajadores utilicen los toldos de manera más sencilla, ya que se despliegan sobre la cabina del carro, manteniendo el espacio de descanso fresco. A continuación, se presentan una figura donde se muestra el diseño del primer toldo.

Figura 19.

Diseño del toldo vertical.



Seguidamente, se muestra en la tabla donde se describen las características y el precio de los elementos que se necesitan para la implementación de este diseño en los automóviles de trabajo.

Tabla 28.

Presupuesto y caracterización de la implementación de la primera propuesta.

Elemento	Precio	Descripción	Referencia
Toldo vertical rectangular. 	¢115 950	Toldo vertical rectangular 2 x 3 m gris impermeable. Con este toldo vertical podrá aislar la entrada de luz controlar el acceso del viento crear un ambiente de mayor privacidad y comodidad	https://cr.epaenlinea.com/toldo-retractil-sunscreen-2-x-3-metros.html?queryID=eb6a174f646e9ab5d281361f4010910f&objectID=628126&indexName=magento2prod_t5_products

Nota: Ver Anexo 6 sobre imágenes de referencia para la implementación de la primera propuesta.

Ventajas del diseño propuesto

El toldo se despliega fácilmente sobre la cabina del vehículo, permitiendo a los trabajadores instalarlo y retirarlo sin complicaciones. Esto facilita su uso en diferentes ubicaciones y garantiza que el espacio de descanso esté siempre disponible cuando se necesite.

Al cubrir la cabina del vehículo, el toldo reduce la exposición directa al sol, manteniendo el interior del automóvil más fresco y mejorando el confort térmico para los trabajadores durante sus descansos. El diseño del toldo es adaptable a los diferentes modelos de automóviles utilizados por las cuadrillas, lo que lo convierte en una solución versátil para diversas condiciones de trabajo.

Desventajas del diseño propuesto

Aunque el toldo propuesto es funcional, su costo puede ser elevado, especialmente si se considera la necesidad de implementar esta solución en un número significativo de vehículos. Al tratarse de un toldo retráctil, existe el riesgo de desgaste con el uso constante, lo que podría requerir un mantenimiento regular o la eventual sustitución del equipo, aumentando los costos a largo plazo.

Además, al no contar con un soporte metálico estructural, el toldo podría sufrir daños debido a la fuerza del viento. Asimismo, el uso de lingas para tensar el toldo podría ocasionar roturas o deterioros adicionales en la lona.

Alternativa 2: Diseño del toldo para las grúas

Este diseño busca mejorar significativamente las condiciones de descanso de los trabajadores con el uso de un toldo retráctil para el parabrisas de las grúas, este toldo brindará sombra a los trabajadores para la hora del almuerzo.

Figura 20.

Diseño del toldo plegable.



Estas son las características que tiene el toldo plegable que funciona como protector de parabrisas, el siguiente toldo cuenta con una estructura de varilla de aluminio, con una cubierta que cuenta con resistencia al viento.

Tabla 29.

Presupuesto y caracterización de la implementación de la segunda propuesta.

Elemento	Precio	Descripción	Referencia
Toldo plegable 	€660 373,90	Estructura: Varillas de aluminio de 3 metros y 4.5 metros de diámetro con acabado molido Cubierta: Fabricada de acrílico teñido en solución de grado marino. Panel opcional: Se dispone de un panel de malla de tejido abierto opcional para mayor resistencia al viento.	https://fiberbuiltumbrellas.com/cabanas/

Nota: Ver Anexo 7 sobre imágenes de referencia para la implementación de la segunda propuesta.

Ventajas del diseño propuesto

Este diseño busca optimizar el confort de los trabajadores durante su descanso, proporcionando sombra mediante un toldo retráctil que cubre el parabrisas de las grúas. Esto es especialmente beneficioso durante la hora del almuerzo, al reducir la exposición al sol y las altas temperaturas.

El toldo cuenta con una estructura de varillas de aluminio de alta calidad, que ofrece durabilidad y resistencia, incluso en condiciones adversas. Además, la cubierta de acrílico teñido de grado marino está diseñada para soportar el desgaste causado por la exposición al sol y otros elementos ambientales.

El diseño incluye la opción de agregar un panel de malla con tejido abierto, lo que incrementa la resistencia del toldo al viento, proporcionando una protección adicional en entornos ventosos.

Desventajas del diseño propuesto

El precio del toldo plegable es considerablemente alto, lo que podría representar un desafío financiero para su implementación en todas las grúas. Este costo incluye tanto la estructura de varillas de aluminio como la cubierta y el panel opcional, lo que incrementa el presupuesto necesario.

Aunque el diseño es funcional, la instalación del toldo en las grúas podría requerir habilidades especializadas, lo que podría dificultar su implementación inicial. Además, el mantenimiento regular de la estructura y la cubierta será esencial para garantizar su durabilidad, lo que podría incrementar los costos a largo plazo.

Alternativa 3: Diseño del toldo retráctil con estructura rígida

Para este diseño se necesitan de dos elementos, la estructura metálica y la lona del toldo retráctil. El toldo tiene resistencia a rayos UV, es una tela flexible tejida y fabricada en poliéster con larga durabilidad, armado fácil con pocas herramientas y cero por ciento paso de la luz, en

el caso de la estructura de acero, con armado fácil, estructura de hierro, con resistencia a rayos UV, la barra frontal y rodillos elaborados de aluminio.

Figura 21.

Diseño de toldo retráctil.



En la siguiente tabla se presenta el presupuesto correspondiente al diseño propuesto. Los datos se tomaron de la página de los proveedores por lo que se adjunta las referencias, es importante recalcar que el presupuesto no incluye el precio de envío ni de instalación.

Tabla 30.

Presupuesto y caracterización de la implementación de la tercera propuesta.

Elemento	Precio	Descripción	Referencia
Estructura del toldo retráctil 	€129.950	Estructura para toldo 3,95 x 2,5 m blanco. Estructura para toldo 3,95 x 2,5 m blanco. Estructura en acero barra frontal y rodillo en aluminio. Rodillo giratorio y brazos plegables para extender y plegar la tela. Se moviliza por medio de poleas y cables internos asistidos por un sistema de engranajes movidos por una manivela	https://cr.epaenlinea.com/estructura-para-toldo-3-95x2-50m-blanco.html?queryID=cde6763bc2dff0940cdc9f6ec20e7c48&objectID=628176&indexName=magento2prod_t5_products
Cobertor para toldo	€32.950	Cobertor para toldo retráctil 2,9 x 2 m beige. Con este toldo podrá aislar la entrada de luz crear un ambiente de mayor comodidad	https://cr.epaenlinea.com/cobertor-para-toldo-retractil-2-9x2m-beige.html?queryID=965cc2e4807e57300e4ec28acc73d3ed&objectID=628178&indexName=magento2prod_t5_products

Elemento	Precio	Descripción	Referencia
			

Nota: Ver Anexo 8 sobre imágenes de referencia para la implementación de la tercera propuesta.

Ventajas del diseño propuesto

La estructura metálica del toldo, fabricada en acero en forma de H de mejor agarre a la estructura, con barra frontal y rodillos de aluminio, ofrece una alta resistencia al viento, el equipo tiene resistencia a los rayos UV, lo que prolonga la vida útil del equipo. Además, la tela del toldo, confeccionada en poliéster de alta calidad, también resiste los rayos UV y es duradera, garantizando un uso prolongado sin deterioro significativo.

El toldo está diseñado para bloquear completamente el paso de la luz, creando un ambiente más cómodo y protegido para los trabajadores durante sus descansos. Esto es particularmente útil en ambientes de trabajo expuestos a altas temperaturas o a la radiación solar directa.

El diseño incluye un sistema de rodillos y poleas asistido por engranajes, lo que permite extender y plegar la lona del toldo de manera sencilla con una manivela. Esta facilidad de armado y desarmado, con pocas herramientas necesarias, reduce el tiempo y esfuerzo requeridos para su instalación y operación.

Desventajas del diseño propuesto

Aunque el diseño es robusto y funcional, el costo de la estructura metálica y la lona retráctil es elevado. Esto podría representar un desafío financiero para la implementación de esta solución en todos los vehículos de trabajo.

A pesar de su durabilidad, la estructura y los mecanismos del toldo podrían requerir un mantenimiento regular para asegurar su buen funcionamiento. Además, cualquier fallo en el sistema de engranajes o poleas podría dificultar la operación del toldo y aumentar los costos de reparación.

Elección de la alternativa de solución a diseñar

Para la selección de la alternativa de solución se comparan las tres alternativas propuestas, en las que se le da un valor entre uno y tres, uno será cuando la alternativa no cumple con el criterio correspondiente, dos cuando cumple parcialmente y tres cuando si cumple. En la última fila, denominada “puntaje final” se suman los criterios que cumple cada alternativa, la que se escoja será la que tenga un puntaje mayor.

Para este caso, la alternativa uno se identifica como el diseño del toldo para los automóviles corresponde al nombre “toldo vertical”, la alternativa dos es el diseño del toldo para las grúas corresponde a “toldo plegable” y la alternativa tres es diseño del toldo retráctil con estructura rígida corresponde a “toldo retráctil”.

Tabla 31.

Comparación de alternativas de solución para espacio de sombra.

Criterios académicos mínimos que considerar	Alternativas		
	Toldo vertical	Toldo plegable	Toldo retráctil
Requisitos legales	3	3	3
Factibilidad de implementación	2	1	3
Aspectos de Salud laboral	3	3	3
Aspectos de Seguridad laboral	2	3	3
Aspectos de salud y seguridad pública	2	3	3
Aspectos culturales y sociales	2	3	3
Impacto ambiental	2	3	2
Factor económico	3	1	1
Requerimientos por parte del beneficiario	2	2	3
Asociación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	1	3	3
Puntaje total	22	25	27

Las alternativas propuestas cumplen con los requisitos legales establecidos, ya que ninguna infringe el marco legal del país. En cuanto a la factibilidad de implementación, se ha considerado el manejo, instalación y mantenimiento de las alternativas de solución cada una de las propuestas.

La alternativa 1, que implica la compra de los toldos verticales, cumple parcialmente con este criterio, ya que la instalación del toldo no es tan complicada, pero el desgaste de las

lingas que sostienen el toldo al carro no es tan resistente y necesitarían al menos dos trabajadores para cerrar el toldo de manera manual cada vez que lo utilizan.

La alternativa 2, no cumple con este criterio, dado que requiere una instalación más detallada la primera vez que se coloca en el automóvil, este diseño necesita del ajuste de varias piezas, manejo y mantenimiento depende directamente de cada trabajador.

Por último, la alternativa 3 si cumple con este criterio, ya que después de la compra del toldo y el soporte se debe instalar en el auto y el trabajador puede extender y contraer la lona mediante una manija. Los aspectos de salud laboral se considera la creación de un espacio de sombra para el descanso de los trabajadores, por lo que todas las alternativas cumplen con este criterio.

Por otra parte, para la seguridad laboral el diseño uno cumple parcialmente, ya que proporciona sombra y reduce el riesgo de exposición a la radiación solar, pero podría no ofrecer protección suficiente en condiciones de viento fuerte, lo que podría comprometer la seguridad.

El diseño dos cumple los criterios de seguridad laboral debido a su estructura resistente y su capacidad para proporcionar sombra sin comprometer la estabilidad del vehículo o la seguridad del trabajador. En el caso del diseño tres también cumple con el criterio de salud, gracias a su estructura robusta y materiales resistentes, que ofrecen una protección adecuada en diversas condiciones climáticas.

Con respecto los aspectos de salud y seguridad pública, la primera alternativa cumple parcialmente, ya que reduce la exposición a la radiación UV, pero la posible acumulación de calor en el vehículo podría afectar la salud de los trabajadores. Con respecto al toldo de las grúas, si cumple proporcionando una protección adecuada contra el sol y manteniendo un ambiente seguro y saludable para los trabajadores. En el caso del diseño tres si cumple con este criterio, ya que ofrece una protección efectiva contra la radiación UV y un ambiente cómodo, sin comprometer la salud o la seguridad pública.

Los aspectos culturales y sociales se cumplen de manera parcial en el diseño uno, ya que el uso de toldos es culturalmente aceptable y socialmente adecuado, pero la falta de comodidad y protección completa podría no satisfacer todas las expectativas sociales. Para el diseño dos cumple plenamente, ya que ofrece una solución adecuada que se ajusta a las expectativas sociales y culturales de seguridad y bienestar de los trabajadores.

Para el diseño tres el criterio si se cumple completamente con los aspectos culturales y sociales, al ofrecer una solución tecnológicamente avanzada y socialmente aceptable que mejora las condiciones laborales.

En el impacto ambiental, la alternativa uno cumple parcialmente, ya que la fabricación y el mantenimiento del toldo pueden generar residuos y consumir energía, aunque la opción retráctil reduce el impacto ambiental en comparación con soluciones más permanentes. El diseño 2, cumple completamente, ya que el diseño utiliza materiales duraderos y sostenibles, y su instalación no genera un impacto ambiental significativo.

La alternativa tres cumple parcialmente, ya que, aunque la estructura metálica es duradera, la producción de los materiales y el posible mantenimiento contribuyen a un impacto ambiental moderado.

Respecto al factor económico, la alternativa uno cumple completamente, siendo una solución relativamente económica en comparación con las otras alternativas, lo que facilita su implementación en múltiples vehículos.

En cambio, las alternativas dos no cumple, ya que el costo es considerablemente más alto, lo que podría limitar su implementación en todos los vehículos de trabajo. En el caso de la alternativa tres no cumplen con este aspecto, ya que su alto costo de implementación, sumado a los posibles gastos de mantenimiento, lo hace menos viable económicamente. Por parte de la JASEC no se tiene un presupuesto disponible para la aplicación de las mejoras hasta el otro año.

Los requerimientos por parte del beneficiario son mantener el monto de la solución lo más bajo posible; además, se requiere que la solución permita un manejo sencillo, mantenimiento y uso del equipo para el espacio de descanso con sombra. Por lo anterior, la única alternativa que cumple con este aspecto es la alternativa tres. La uno y dos cumplen parcialmente, ya que la inversión es elevada y se requiere un mantenimiento de calidad para su implementación.

Parte de este proyecto busca beneficiar a las personas trabajadoras de la JASEC, por lo que se deben tomar en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en 2015 por líderes mundiales en las Naciones Unidas, en los cuales participa Costa Rica y más directamente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para mejorar el impacto que se genera en el planeta. Las metas de los objetivos de Desarrollo Sostenible que aplican a este proyecto son:

Tabla 17.*Resumen de las ODS que aplican para el proyecto*

Número de ODS	Referencia	Descripción
ODS #3	Salud y Bienestar: Meta 3.4	Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.2	Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.5	De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.
ODS #8	Trabajo Decente y Crecimiento Económico: Meta 8.8.	Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.

Las alternativas dos y tres cumplen con la meta 3.4 del Objetivo 3 al proporcionar áreas de sombra temporal para los trabajadores, de igual manera y por las mismas razones, estas alternativas cumplen con la meta 8.2 y 8.8 del Objetivo 8. La meta 8.5 la cumplen las tres alternativas, ya que las mejoras favorecen a todos los trabajadores.

Conclusión

Según el análisis realizado, la tercera alternativa es la que presenta un mejor puntaje al cumplir con los criterios establecidos. El diseño tres se considera la mejor opción para JASEC debido a su combinación equilibrada de durabilidad, facilidad de uso y seguridad.

Este diseño, que incluye una estructura rígida y un toldo retráctil de poliéster resistente a los rayos UV, cumple plenamente con los criterios de seguridad laboral al proporcionar una protección efectiva contra la exposición solar durante los descansos.

Además, su estructura metálica garantiza una larga vida útil y estabilidad frente a las condiciones climáticas adversas, lo que reduce la necesidad de mantenimiento constante. También es económicamente viable, ya que los costos iniciales se ven compensados por su

durabilidad y facilidad de instalación, cumpliendo con los requerimientos del beneficiario. Estos factores hacen que el diseño tres no solo cumpla, sino que supere, los criterios establecidos, posicionándolo como la alternativa más adecuada para las necesidades de JASEC.

Diseño de la alternativa elegida usando herramientas de ingeniería

Para el diseño de la alternativa elegida, el diseño tres que corresponde a la estructura rígida y toldo retráctil, se emplearon herramientas que permiten que el diseño del toldo tenga viabilidad técnica y operativa del proyecto. En primer lugar, se tomaron en cuenta consideraciones para que la estructura metálica del toldo soporte las cargas de viento y otros factores ambientales adversos sin comprometer la integridad del sistema.

La selección de materiales se basó en el análisis de resistencia y durabilidad, optando por acero y aluminio debido a su alta resistencia a la corrosión y su capacidad de mantener la rigidez estructural bajo condiciones extremas, como lo muestra la siguiente figura.

Figura 22.

Detalles del diseño de la estructura del toldo.



Asimismo, se utilizó una herramienta de simulación y diseño DIALux evo para modelar el toldo retráctil, sobre la representación del automóvil de la JASEC. Lo que permitió visualizar el diseño en tres dimensiones como se muestra en la siguiente figura y realizar ajustes en tiempo real para optimizar el proceso de instalación y asegurar un ajuste perfecto con los vehículos de JASEC.

Figura 23.

Diseño del toldo retráctil en DIALux evo.



Además del diseño seleccionado, que fue la alternativa que mejor cumplió con los criterios para su implementación en los automóviles de JASEC, se incluye una recomendación adicional. Esta recomendación se incorpora a solicitud del profesor tutor Adrián Gutiérrez y sugiere la opción de instalar una zona de sombra exterior en caso de ser necesaria.

Figura 24.

Diseño de un espacio de sombra para el exterior.



El diseño de sombra exterior contempla el uso de una sombrilla y un soporte, que permitirían anclar la sombrilla al automóvil. A continuación, se presentan las características de los artículos propuestos, junto con sus respectivos precios y referencias:

Tabla 32.

Presupuesto y caracterización de la implementación de la propuesta de recomendación.

Elemento	Precio	Descripción	Referencia
	€8.950	Altura del Item (cm): 195 Ancho del Item (cm): 178 Longitud del Item (cm): 178 Peso: 1,45 kg	https://aliss.cr/sombrilla-azul-apella-para-playa-con-poste-blanco-22-25mm-si-3059679
	€14.468,39	Dimensiones: 6 x 3,35 x 2 pulgadas Material: metal, anticorrosivo Color: negro Marca: MY RUSTIC	https://www.amazon.com/dp/B0CB3MJL7B/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1&pd_rd_i=B0CB3MJL7B&pd_rd_w=wds9N&content-id=amzn1.sym.386c274b-4bfe-4421-9052-a1a56db557ab&pf_rd_p=386c274b-4bfe-4421-9052-a1a56db557ab&pf_rd_r=40PSBA9Y6YJYMGWZS2K0&pd_rd_wg=RDEk3&pd_rd_r=c283e633-6899-4e7a-a86e-41f61e9bc89b&s=hi&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWxhdGh1bWF0aWM

Nota: Ver Anexo 9 sobre imágenes de referencia para la implementación propuesta de sobra para el exterior.

X. Validación de controles ingenieriles seleccionados

Se llevaron a cabo pruebas de prototipos en condiciones similares para validar el diseño y asegurar que cumple con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos por JASEC. La integración de estas herramientas de ingeniería en el proceso de diseño permitió desarrollar una solución robusta, eficiente y alineada con los objetivos de la organización.

Para la validación, se decidió tomar datos de temperatura en dos vehículos: uno con protección contra radiación solar y otro sin dicha protección, con el objetivo de identificar si se muestra una reducción de temperatura en los automóviles donde los trabajadores descansan durante su jornada laboral.

En primer caso se realizaron mediciones de temperatura y humedad utilizando un Termohigrómetro marca Amprobe TR300, en dos vehículos en las mismas marca y modelo (Nissan Frontier) bajo condiciones similares de ubicación. Las mediciones se llevaron a cabo en Paraíso, el día 10 de septiembre, entre las 10:00 a. m. y las 12:00 p. m. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 33.

Datos obtenidos de la validación de la propuesta ingenieril elegida.

	Automóvil con protección		Automóvil sin protección	
	Placa 272		Placa 214	
	Humedad (%)	Temperatura °C	Humedad (%)	Temperatura °C
Máximo	77,00	34,80	50,90	49,70
Mínimo	44,80	27,80	26,80	35,00
Promedio	53,69	31,93	34,94	41,44

Es importante mencionar que los datos se tomaron con los vehículos estaban estacionados en el mismo punto desde las 7:30 a.m. a las 12:30 p.m., expuesto al sol. Ambos automóviles están en igualdad de condiciones, con las ventanas abiertas, y se mantuvieron en la misma ubicación desde el mismo horario.

Los datos obtenidos indican que existe una reducción significativa de la temperatura en el automóvil con protección contra radiación solar, en comparación con el que no cuenta con dicha protección, registrando una disminución promedio de 9,5 °C. Esto garantiza que los trabajadores disponen de un espacio seguro y fresco para descansar.

Adicionalmente, se utilizó una cámara termográfica marca FLIR T650sc que tiene una precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, esta cámara se utilizó para capturar imágenes que permitieran visualizar de manera clara la temperatura en el interior de la cabina de los automóviles y la diferencia entre ambos vehículos, con y sin protección contra la radiación solar. A continuación, se presentan las imágenes obtenidas:

Tabla 34.

Imágenes termográficas de los automóviles.

	Automóvil con protección	Automóvil sin protección
Imagen termográfica		
Reporte	<p>CM08 FECHA 10/10/2024 HORA 11: 45 AM VEHÍCULO 108-272 DEP CONSTRUCCIÓN LUGAR CALLE MERO PARAISO REPORTE DE TERMOGRAFIA TEMPERATURA AMBIENTE 24 GRADOS TEMPERATURA DE CAMARA 74.5 GRADOS TEMPERATURA REAL 50.5 GRADOS</p>	<p>CM08 FECHA 10/10/2024 HORA 11:55 AM REPORTE DE TERMOGRAFIA DEP CONSTRUCCIÓN LUGAR CALLE MERO PARAISO TEMPERATURA AMBIENTE 25 GRADOS TEMPERATURA DE CAMARA 79.5 GRADOS TEMPERATURA REAL 54.5 GRADOS</p>

Los datos obtenidos mediante la cámara termográfica muestran una disminución de 4,5 °C en la temperatura, lo que contribuye a generar un ambiente más confortable. Con base en estos resultados, se puede concluir que el diseño del toldo efectivamente proporcionará un espacio de sombra adecuado para los trabajadores, tal como lo recomienda el Reglamento para la Prevención y Protección de los Trabajadores Expuestos al Estrés Térmico por Calor.

Por último, se realizó una validación con una lista de verificación basada en los requisitos del Decreto 39147 STSS (Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor).

Para conocer el porcentaje de cumplimiento de los controles administrativos con la normativa costarricense, para saber si los Métodos y medidas implementadas para la planificación y organización de las tareas y procesos de trabajo permite una disminución de la exposición al calor y la radiación solar.

Lista de Verificación - Decreto 39147-STSS

1. Medidas Administrativas

- (✓) ¿Se ha creado un programa de capacitación sobre los riesgos por exposición al calor y radiación solar para los trabajadores?
- (✓) ¿Se ha establecido un sistema de pausas regulares para reducir la exposición continua al calor?
- (✓) ¿Se proporcionan tiempos adecuados de descanso para los trabajadores expuestos al calor extremo o radiación solar?
- (X) ¿Se han ajustado las jornadas laborales de acuerdo con las condiciones climáticas, considerando la intensidad del calor y la radiación solar?
- (✓) ¿Se registra y monitorea la temperatura ambiente y la exposición solar al menos dos veces al año?

2. Medidas de Protección Personal

- (✓) ¿Se proporcionan equipos de protección personal (cascos de ala ancha, ropa adecuada, bloqueador solar, etc.) para los trabajadores expuestos a la radiación solar?
- (✓) ¿Están los equipos de protección personal en buen estado y disponibles para todos los trabajadores que lo requieran?
- (✓) ¿Se asegura que los trabajadores utilicen de manera correcta el equipo de protección personal?

3. Condiciones del Lugar de Trabajo

- (✓) ¿Se diseña un área de sombra o refugios temporales en los lugares donde los trabajadores se exponen al sol?
- (✓) ¿Se presentan soluciones para proporcionar fuentes de agua potable accesibles para que los trabajadores se hidraten regularmente?
- (X) ¿Se controla y monitorea la exposición a la radiación solar en las zonas de trabajo abiertas?

4. Monitoreo de la Salud de los Trabajadores

- (✓) ¿Se realizan evaluaciones periódicas del estado de salud de los trabajadores expuestos al calor y radiación solar?
- (✓) ¿Se cuenta con un protocolo para identificar y tratar los signos de estrés térmico o agotamiento por calor en los trabajadores?
- (✓) ¿Se ha implementado un registro de los incidentes relacionados con el calor o la exposición solar?

5. Medidas de Ingeniería

- (✓) ¿Se han diseñado estructuras permanentes o temporales para reducir la exposición al sol en los lugares de trabajo?

6. Evaluación de Riesgos y Vigilancia Ambiental

- (✓) ¿Se ha realizado una evaluación de los riesgos de exposición al calor y la radiación solar en los diferentes puestos de trabajo?
- (✓) ¿Se están midiendo regularmente los niveles de radiación solar y las temperaturas en las zonas de trabajo?
- (✓) ¿Se ha establecido un sistema de vigilancia para identificar y controlar las áreas con mayor riesgo de exposición?

Al aplicar la lista de verificación, se obtuvo un 89 % de cumplimiento con el protocolo de administrativo, lo que indica que se cumplen la mayoría de las medidas implementadas para disminuir la exposición al calor y la radiación solar.

Sin embargo, se identificaron dos oportunidades de mejora. En primer lugar, no es posible ajustar las jornadas laborales según las condiciones climáticas, considerando la intensidad del calor y la radiación solar, ya que los trabajadores no pueden rotar a horarios nocturnos, por ejemplo.

En segundo lugar, previamente no se controlaba ni monitoreaba la exposición a la radiación solar en las áreas de trabajo al aire libre. A través de este programa, se recomienda

realizar mediciones al menos dos veces al año para determinar la exposición real a la que están sometidos los trabajadores.

XI. Plan de evaluación y seguimiento

A. Capacitación

Objetivo:

Capacitar a la población trabajadora que desarrolla labores en la intemperie sobre los lineamientos del programa, con el fin de informar sobre los riesgos de exposición al calor y radiación solar y promover una cultura de concientización y colaboración.

Plan de ejecución de las capacitaciones

El siguiente cuadro muestra un desglose del plan de capacitación que se está programando para formar a la población trabajadora sobre los temas más relevantes el programa:

Tabla 35.

Plan de capacitaciones del programa de control

Tema de capacitación	Objetivo	Contenidos	Recursos	Actividad lúdica	Duración	Participantes	Encargado
Inducción al programa general	Comprender los objetivos del programa y conocer los componentes del programa de control.	Explicación de los componentes del programa y comunicación de las responsabilidades.	Sala de capacitación, computadora, proyector o pantallas para ayuda visual del programa de capacitación, lista de asistencia.	"Cadena de Conocimientos" : Los participantes forman un círculo y pasan un objeto. Cada vez que lo reciben, deben compartir un componente o responsabilidad del programa, sin repetir lo dicho por otros. Esto refuerza la memoria y el entendimiento del programa.	1 hora	Alta gerencia, gerencia, supervisores, líderes de área, médico de empresa, departamento de mantenimiento, brigada de emergencias, población trabajadora	Departamento de Salud Ocupacional
Protocolo de hidratación (Importancia de una correcta hidratación)	Concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la hidratación para prevenir problemas de salud relacionados con la exposición al calor.	Información sobre los efectos de la deshidratación, métodos para mantenerse hidratado, y recomendaciones para la ingesta de líquidos.	Presentaciones visuales, folletos informativos, sala de capacitación, computadora, lista de asistencia.	"Carrera de Rehidratación" : Simulación en la que los participantes deben "correr" a través de estaciones y rehidratarse correctamente, enfrentando obstáculos que simulan la deshidratación.	1 hora	Población trabajadora expuesta a condiciones de calor, supervisores, personal de salud ocupacional.	Departamento de Salud Ocupacional

Tema de capacitación	Objetivo	Contenidos	Recursos	Actividad lúdica	Duración	Participantes	Encargado
Cómo reconocer signos y síntomas relacionados con la sobrecarga térmica	Capacitar a los trabajadores para identificar los primeros signos y síntomas de la sobrecarga térmica y cómo actuar ante ellos.	Identificación de signos de golpe de calor, agotamiento por calor, calambres por calor, y procedimientos de primeros auxilios.	Materiales didácticos, simulaciones prácticas, guías de actuación en caso de emergencia.	"Juego de Rol de Emergencias" : Los participantes se agrupan en equipos y representan diferentes roles en una emergencia por sobrecarga térmica, siguiendo procedimientos de primeros auxilios.	30 min	Trabajadores en campo, líderes de equipo, brigadas de emergencia.	Departamento de Salud Ocupacional
Factores que puedan causar enfermedades renal crónica de causa no tradicional	Educar sobre los factores de riesgo que contribuyen a la enfermedad renal crónica, especialmente en ambientes de trabajo con alta exposición a calor.	Explicación de la relación entre la exposición a calor y el riesgo de enfermedad renal, prácticas preventivas, y monitoreo de la función renal.	Artículos científicos, casos de estudio, pruebas diagnósticas sugeridas.	"Quiz Interactivo" : Competencia de preguntas y respuestas donde los participantes responden preguntas sobre factores de riesgo y prevención de enfermedades renales crónicas.	30 min	Población trabajadora, personal médico, gerencia.	Departamento de Salud Ocupacional
Importancia de la aclimatación	Promover la aclimatación gradual de los trabajadores a condiciones de calor extremo para prevenir el estrés térmico.	Fases de la aclimatación, estrategias para facilitar la adaptación, y beneficios para la salud y el rendimiento laboral.	Manuales de procedimientos, testimonios de trabajadores, supervisión continua durante el proceso de aclimatación.	"Simulación de Aclimatación" : Los participantes simulan fases de aclimatación en un ambiente controlado, compitiendo para ver quién sigue mejor las recomendaciones de adaptación.	30 min	Nuevos empleados, trabajadores recién transferidos a áreas con mayor exposición al calor, supervisores.	Departamento de Salud Ocupacional

Tema de capacitación	Objetivo	Contenidos	Recursos	Actividad lúdica	Duración	Participantes	Encargado
Uso y abuso del alcohol, uso de antiinflamatorios	Informar sobre los riesgos asociados al consumo de alcohol y el uso de antiinflamatorios en ambientes laborales calurosos.	Impacto del alcohol en la termorregulación, interacción entre antiinflamatorios y calor, recomendaciones médicas.	Charlas informativas, material audiovisual, asesoramiento médico.	"Juego de la Decisión Correcta" : Los participantes enfrentan situaciones ficticias donde deben decidir si consumir alcohol o antiinflamatorios, seguido de una discusión sobre los efectos de sus decisiones.	30 min	Todos los trabajadores, personal de salud ocupacional	Departamento de Salud Ocupacional
Uso de bloqueador solar y su reaplicación	Instruir a los trabajadores sobre la correcta aplicación y reaplicación del bloqueador solar para proteger la piel de la radiación UV.	Tipos de bloqueadores solares, técnicas de aplicación, importancia de la reaplicación durante la jornada laboral.	Demostraciones prácticas, muestras de bloqueador solar, guías de protección solar.	"Competencia de Aplicación Rápida" : Los participantes deben aplicar bloqueador solar correctamente en un tiempo limitado, evaluando quién lo hace de manera más efectiva.	30 min	Trabajadores expuestos al sol, personal de supervisión.	Departamento de Salud Ocupacional

Tema de capacitación	Objetivo	Contenidos	Recursos	Actividad lúdica	Duración	Participantes	Encargado
Protocolo de descanso	Proporcionar áreas de sombra temporal para los trabajadores que laboran a la intemperie en la JASEC, por medio de la generación de protocolos y procedimiento administrativos.	Desarrollo de protocolos administrativos para la instalación de áreas de sombra, pautas para la identificación de ubicaciones estratégicas, frecuencia de inspecciones para asegurar el cumplimiento de la normativa, y capacitación en la implementación y uso adecuado de estas áreas.	Material de referencia para la construcción e instalación de estructuras temporales de sombra, equipamiento necesario para la instalación, y guías visuales para la identificación de áreas críticas.	"Diseño del Espacio" : Los equipos diseñan maquetas o esquemas de cómo implementarían áreas de descanso en diferentes entornos de trabajo, considerando factores como ubicación estratégica y frecuencia de uso. Después, se comparan los diseños y se discuten sus ventajas. Para obtener mejoras si fueran necesarias al incorporar nuevas ideas.	30 min	Supervisores, encargados de mantenimiento, líderes de área, brigadas de emergencia, y trabajadores expuestos al sol.	Departamento de Salud Ocupacional

B. Control y seguimiento

Con el propósito de mantener un control riguroso de la asistencia de los colaboradores, al concluir cada sesión de capacitación se distribuirá una hoja de registro. Esta hoja deberá ser llenada por cada uno de los colaboradores presentes, asegurando así la correcta documentación de su participación en la capacitación. Esta medida permitirá garantizar un seguimiento adecuado y la trazabilidad de los procesos de formación implementados en la organización.

Tabla 36.

Formato para la lista de asistencia

Departamento de Salud Ocupacional		JASEC 	
Tema de la capacitación:			
Fecha:			
Hora:			
Información de los asistentes de la capacitación			
Nota: Al firmar el siguiente registro reconoce que ha recibido la información.			
N°	Nombre completo	Departamento	Firma

XII.Cumplimiento legal y normativo

En este apartado se detallan los requerimientos legales y las normas aplicables que se encuentran asociados al presente programa.

Tabla 37.

Requerimientos legales del programa

Estándar legal	Tipo de aplicación		Requisito legal	Aplicación en el presente programa
	Obligatoria	Voluntaria		
Artículo 66 de la Constitución Política	X		Adopción de medidas necesarias para garantizar la higiene y seguridad laboral.	Se aplica a la creación de medidas preventivas en el programa.
Artículo 282 del Código de Trabajo	X		El patrono debe garantizar la salud ocupacional en los lugares de trabajo, conforme a las leyes y reglamentos establecidos.	Aplica en la implementación de protocolos para reducir los riesgos por calor y radiación solar.
Decreto N° 39321- MTSS Política Nacional de Salud Ocupacional	X		Priorización de la salud laboral y condiciones laborales adecuadas, cumpliendo con el Programa de Trabajo Decente. Respuesta estatal y empresarial para mejorar condiciones de seguridad laboral.	Aplica para alinear el programa de control con políticas nacionales de salud ocupacional.
Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, ARTÍCULO 3°	X		El patrono debe garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, implementando medidas adecuadas para protegerlos en su entorno laboral, incluyendo condiciones ambientales y equipos de protección personal. Implementación de medidas de seguridad e higiene, equipos de protección y condiciones ambientales adecuadas.	Aplica en el desarrollo de áreas de sombra y equipos de protección personal contra calor y radiación solar.

Estándar legal	Tipo de aplicación		Requisito legal	Aplicación en el presente programa
	Obligatoria	Voluntaria		
Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, ARTÍCULO 4°	X		Conservación y mantenimiento de instalaciones; capacitación en seguridad; difusión de información legal.	Aplica para garantizar el mantenimiento de equipos y capacitar a los trabajadores sobre la protección frente al calor.
Decreto N° 39147-STSS Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor	X		Se deben implementar protocolos de hidratación, sombra, descanso y protección para prevenir manifestaciones clínicas por exposición a estrés térmico.	Es fundamental para estructurar el programa de control del riesgo por calor y radiación
INTE/ISO 45001:2018: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso.		X	Mejores prácticas para un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional.	Aplica para el diseño de sistemas de gestión relacionados con la seguridad laboral en entornos de trabajo expuestos al sol.
INTE T29:2016: Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.		X	Creación de programas de salud y seguridad laboral, siguiendo mejores prácticas.	Aplica para guiar el diseño del programa de control de riesgo por calor y radiación solar en JASEC.

Estándar legal	Tipo de aplicación		Requisito legal	Aplicación en el presente programa
	Obligatoria	Voluntaria		
Salud y Seguridad en el Trabajo. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).		X	Uso de Índice TGBH para estimar el nivel de estrés térmico.	Aplica al monitoreo y estimación del estrés térmico en los trabajadores de JASEC.
UNE-EN ISO 8996: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.		X	Determinación de la tasa metabólica de los trabajadores.	Aplica al cálculo de la tasa metabólica como factor de riesgo por exposición al calor
ISO 7933:2023: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.		X	Valoración del riesgo de estrés térmico mediante el Índice WBGT.	Es útil para realizar evaluaciones detalladas del estrés térmico en los trabajadores de JASEC.

Estándar legal	Tipo de aplicación		Requisito legal	Aplicación en el presente programa
	Obligatoria	Voluntaria		
NTP 922:2011: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).		X	Estándares para la identificación y evaluación de riesgos por sobrecarga térmica.	Aplica en la evaluación del estrés térmico en los trabajadores de JASEC, estableciendo límites y medidas correctivas.
NTP 1189:20203: Evaluación del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT- Año 2023		X	Uso del Índice WBGT para evaluar el riesgo de estrés térmico.	Aplica para la medición de exposición al calor en JASEC, permitiendo establecer límites seguros para los trabajadores.
Norma técnica 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.		X	Evaluación del estrés térmico basado en el Índice WBGT.	Aplica directamente para monitorear el nivel de estrés térmico en los trabajadores de JASEC expuestos al calor y radiación.

XIII. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta en la siguiente tabla el cronograma para la implementación del programa de control de exposición al calor y radiación solar. Es importante destacar que el programa abarca más de un año de ejecución, dado que, al ser JASEC una empresa pública, los recursos deben asignarse a través de un proceso burocrático, lo cual requiere tiempo.

Tabla 38.
Cronograma de actividades del programa.

Cronograma de actividades del Programa de Control		Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novie m.	Dicie m.	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Juni o	Julio	Agost o	Septie m.	Octub re	Novie m.	Dicie m.
TAREA ASIGNADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planificación y presentación del programa																			
Investigación preliminar y diagnóstico	Jessica Ramírez																		
Diseño del programa de control	Jessica Ramírez																		
Entrega del programa	Jessica Ramírez																		
Presentación del programa a la gerencia	Ing. Francisco Granados																		
Aprobación del programa por parte de gerencia	Gerencia																		

Cronograma de actividades del Programa de Control		Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novie m.	Dicie m.	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Juni o	Julio	Agost o	Septie m.	Octub re	Novie m.	Dicie m.
TAREA	ASIGNADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Aprobación del presupuesto para implementación del programa																			
Elaboración y presentación de una propuesta de presupuesto detallado.	Departamento de Salud Ocupacional																		
Aprobación de la Junta de JASEC	Junta Administrativa																		
Agenda en Plan de Compra	Departamento de Proveduría																		
Comunicación y coordinación																			
Preparación de un plan de comunicación para todos los departamentos involucrados.	Departamento de Salud Ocupacional																		
Reuniones con los líderes de los departamentos	Departamento de Salud Ocupacional																		
Coordinación para la compra de insumos	Departamento de Salud Ocupacional																		

Cronograma de actividades del Programa de Control		Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novie m.	Dicie m.	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Juni o	Julio	Agost o	Septie m.	Octub re	Novie m.	Dicie m.
TAREA	ASIGNADO A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Solicitud de licitaciones por medio del SIFAC y compra de insumos.	Departamento de Salud Ocupacional																		
Implementación de controles																			
Implementación de los controles administrativos	Departamento de Salud Ocupacional																		
Implementación de los controles ingenieriles	Departamento de Salud Ocupacional																		
Instalación de estructuras de sombra	Departamento de Salud Ocupacional																		
Supervisión de la correcta implementación de las medidas en todas las áreas de trabajo.	Departamento de Salud Ocupacional																		

Cronograma de actividades del Programa de Control		Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novie m.	Dicie m.	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Juni o	Julio	Agost o	Septie m.	Octub re	Novie m.	Dicie m.
TAREA	ASIGNADO A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Capacitación																			
Preparación del material de capacitación sobre exposición a calor, uso adecuado del bloqueador solar, y descansos requeridos.	Jessica Ramírez																		
Ejecución de talleres de capacitación para los trabajadores y supervisores en cada departamento.	Departamento de Salud Ocupacional																		
Evaluación y seguimiento																			
Recolección de datos sobre la efectividad de las medidas implementadas	Departamento de Salud Ocupacional																		
Ajuste de las medidas implementadas en función de los resultados obtenidos.	Departamento de Salud Ocupacional																		
Elaboración de un informe final con los resultados y recomendaciones de mejora a largo plazo.	Departamento de Salud Ocupacional																		

XIV. Presupuesto del programa

El presupuesto del programa incluye el cálculo de los costos asociados a las capacitaciones, comenzando con el gasto estimado para las reuniones con los líderes de los departamentos. Estas reuniones estarán a cargo del Departamento de Salud Ocupacional y tendrán un costo de 1 086 733,97 colones, dado que se prevé una duración aproximada de cinco horas en total, en la cual se explicará el programa de control a los líderes y se discutirán las capacitaciones que se implementarán para los trabajadores.

Con respecto a la ejecución de talleres de capacitación para los trabajadores y supervisores en cada departamento se da un total de 621 057,83 colones, se calculó según la hora de trabajo de cada colaborador para conocer el costo que implican las capacitaciones y su importancia.

En el siguiente apartado, se presenta el presupuesto que se requiere para la implementación del programa de control por exposición a calor de la empresa de JASEC.

Tabla 39.
Presupuesto del programa.

Alternativa de solución seleccionada	Detalle	Costo por unidad (₡)	Costo total (₡)
Aplicación de las capacitaciones	Plan de capacitaciones del programa de control	217 346,80 por hora	1 086 733,97
Botellas de agua para cada trabajador	Botella Aluminio color Silver	1 485,00	341 550,00
Diseño de toldo retráctil	Estructura del toldo retráctil y cobertor para toldo	162 900,00	12 869 100,00
Diseño de un espacio de sombra para el exterior	Sombrilla y soporte para la sombrilla	23 418,39	1 170 919,50
Costo total del programa			15 468 303,5
Nota: Los costos no incluyen el IVA del 13 %			

Al momento de implementar el programa, será necesario actualizar las cotizaciones para verificar posibles variaciones en los requerimientos. Asimismo, se deberá recalcular el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) si hubiera cambios en la tasa actual del 13 %. Es esencial considerar también los costos de instalación y mantenimiento de las propuestas previamente establecidas.

XV. Conclusiones

- Se diseñó y propuso diversas alternativas de solución para el control y disminución de los factores de riesgo de exposición a calor y radiación solar en los trabajadores de JASEC. Estas soluciones incluyen tanto medidas de ingeniería como administrativas, asegurando un enfoque integral y sostenible.
- Las responsabilidades de cada parte involucrada mediante la implementación de una matriz RACI. Esto ha permitido una asignación eficiente de recursos y una clara delineación de roles, facilitando el cumplimiento del programa de mejoramiento y control.
- Se establecieron medidas de evaluación y seguimiento que permiten un monitoreo continuo del programa, por al menos los 18 meses para cumplir con las metas establecidas. Estas medidas aseguran que las condiciones de trabajo se mantengan dentro de los parámetros de seguridad establecidos, minimizando los riesgos asociados a la exposición al calor y la radiación solar.
- En la sección de prevención y control del riesgo, se determinó que los trabajadores están en el nivel I de riesgo por exposición al calor. Sin embargo, se ha identificado que durante tareas bajo el sol y con esfuerzo físico, el riesgo aumentó al nivel II, lo que ha sido mitigado mediante el uso de bloqueador solar y la disponibilidad de agua potable.
- El diseño del toldo retráctil ha demostrado ser una solución técnica eficaz para proporcionar sombra temporal, mejorando el confort y la seguridad de los trabajadores. Las mediciones realizadas con termohigrómetro y cámara termográfica han confirmado una reducción significativa de la temperatura, validando la efectividad de las medidas implementadas.

XVI. Recomendaciones

- Aunque los demás datos obtenidos en el muestreo se encuentran por debajo del umbral de estrés térmico, es crucial implementar acciones correctivas para evitar la exposición de los trabajadores a este riesgo por calor.
- Es fundamental realizar muestreos de las condiciones termohigrométricas durante diferentes meses del año, con el fin de abarcar tanto las épocas más calurosas como distintas zonas de Cartago, como Turrialba y Birris, donde los trabajadores experimentan un mayor nivel de *discomfort*. Esta estrategia permitirá obtener datos más representativos y ajustados a las variaciones climáticas, mejorando así las medidas preventivas para proteger a los trabajadores.
- Aplicar un proceso de aclimatación para los nuevos trabajadores que realicen tareas pesadas. Este proceso se debe desarrollar con las personas trabajadoras que inicien labores y realicen trabajo pesado.
- Realizar capacitaciones periódicas y colocar afiches para generar una cultura de aplicación constante del bloqueador solar, antes de comenzar la jornada (preferiblemente, antes de salir de la casa) y cada dos horas durante la jornada.
- En caso de necesitar una zona de sombra al exterior, se recomienda la opción de instalar una zona de sombrilla y un soporte, que permitirían anclar la sombrilla al automóvil, en caso de ser necesaria.
- Aplicar un plan de evaluación y seguimiento para cumplir las metas del programa en un año y medio.
- Se recomienda aplicar las actividades lúdicas en las capacitaciones de esta forma hacer más amenas las actividades en grupo.
- Es fundamental recalcular el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en caso de que la tasa actual del 13 % sufra modificaciones relacionadas con el presupuesto. Además, se deben incluir los costos relacionados con la instalación y el mantenimiento de las medidas previamente propuestas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). (2020). Prevención de enfermedades relacionadas con el calor en entornos de trabajo al aire libre y en interiores. Recuperado de <https://www.osha.gov/heat-exposure/rulemaking>
- Agüero, M. R., Betancourt Bethencourt, J. A., del Toro Ramírez, R., & García, Y. M. (2015). Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores expuestos. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 16(2), 3-9.
- Agüero, M. R., Esquivel, E. M., & Sánchez, M. H. (2023). La salud humana frente al estrés térmico por el cambio climático. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27.
- Araujo Moncayo, D. A., Capera Tole, A. M., & Plazas Montaña, J. J. (2019). Cáncer en piel por exposición a radiación ultravioleta solar en trabajadores de construcción en el Distrito Capital.
- Baraza Sánchez, X., Baraza Sánchez, X., Castejón Vilella, E., & Guardino Solà, X. (2014). *Higiene Industrial*. Editorial UOC.
- Becerra, M. d. M., & Aguilar, J. A. (2001). Radiación ultravioleta y cáncer de piel. consejos preventivos. *Radiobiología. Revista Electrónica*, 1(2), 15-17. Consultado en: 94 [http://www.rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB1\(2001\)1-5-17.pdf](http://www.rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB1(2001)1-5-17.pdf)
- Cartujo Cañal, A. (2020). Efectos de la radiación ultravioleta en líneas celulares humanas de la piel.
- CECACIER. (2020). *Estudio sobre la exposición al calor en la industria eléctrica en América Latina*. <https://www.cecacier.org/estudios-regionales/>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). (2020). Estrés térmico. Recuperado de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/default.html>
- Chen, J., Song, Q., Wang, Y., Zhang, C., & Bi, P. (2020). Occupational heat exposure and risk of cardiovascular disease: A meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 128(12), 120407. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35709806/>

- Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2023). *Informe de estadísticas de salud ocupacional 2023*. https://cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/2023.aspx
- Consejo de Salud Ocupacional. (2015). Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor. Recuperado de https://www.cso.go.cr/divulgacion/construccion/documentos/3.%20Guia_Reglamento_para_la_preencion_estres_termico.pdf
- Cortés Aguilera, A. J., Enciso Higuera, J., Reyes González, C. M., Arriaga Álvarez, E., Romero Melchor, C., Ribes Febles, J., ... & Hernández Casal, M. (2011). El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. *Medicina y seguridad del trabajo*, 57(225), 319-330.
- Decreto N° 39147 S-TSS. (2015). Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80136&nValor3=101595&strTipM=TC
- Delgado Orellana, G. J., & Orellana Samaniego, M. L. (2015). Estimación de la radiación solar global diaria en el cantón Cuenca mediante la aplicación del modelo Bristow & Campbell (Bachelor's thesis)
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es.
- Entramado, 12(1), 332-343. <https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23103>
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación. <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>
- Fleta Zaragozano, J., Moreno Aznar, L., & Bueno Lozano, M. (2016). Quemadura solar y fotodermatitis (No. ART-2016-100646).

- Flores, W. V., Nuñez, S., & Bravo, Z. (2022). Estudio del estrés térmico y su efecto en la salud de los trabajadores en el área de producción de una industria alimenticia. " carácter" revista científica de la universidad del pacífico, 10(1).
- Geller, A. C., Hufford, D., Miller, D. R., Sun, T., Wyatt, S. W., Reilley, B., . . . Grupenhoff, J. (1997). Evaluation of the ultraviolet index: Media reactions and public response. PubMed.gov, 37(6), 935-941. DOI:10.1016/s0190- 9622(97)70068-9 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9418760>
- Gómez, A. (2007). Trastornos de la temperatura corporal. OFFARM, 26(7), 48-53. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-trastornos-temperatura-corporal13108301#:~:text=En%20condiciones%20normales%2C%20la%20temperatura,m%C3%A1s%20elevada%20por%20la%20tarde>
- Instituto Nacional de Normas Técnicas y Certificación de Costa Rica (INTECO). (2016). Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales. INTE T29:2016. San José, Costa Rica: INTECO.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT. (1993). Norma técnica 322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). NTP 1189: Evaluación del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT- Año 2023. <https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wbgt-2023>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). (2016). Estrés térmico en el trabajo. Recuperado de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/default.html>
- INTE/ISO 7243:2016. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo). [Norma Nacional]. Recuperado de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/67188/5a4c5553da5945aa872478c36755cded/ISO-7243-2017.pdf>
- International Agency for Research on Cancer. (2020). Solar radiation. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The->

Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Solar-And-Ultraviolet-Radiation-1992

- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2010). ICNIRP statement— protection of workers against ultraviolet radiation. *PubMed.gov Health Physics*, 99(1), 66-87. DOI: 10.1097/HP.0b013e3181d85908 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20539126>
- Junta Administradora del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago, (JASEC). (2022). Página web. <https://www.jasec.go.cr/>
- Kinney, J. P., Long, C. S., & Geller, A. C. (2000). The ultraviolet index: A useful tool. *Dermatology Online Journal*, 6(1). Consultado en: <https://escholarship.org/uc/item/5925w4hq>
- Leyk, D., Hoitz, J., Becker, C., Glitz, K. J., Nestler, K., & Piekarski, C. (2019). Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. *Deutsches Arzteblatt international*, 116(31-32), 537–544. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0537>
- Longarini, C. (2011). La Matriz RACI, una herramienta para organizar tareas en la empresa. Fecha de consulta, 10, 08-15.
- Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. *Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social*, 1, 88-97. https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/44605/Lopezosa_Methodos_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mondelo, P., Gregori, E., Castejón, E., Comas, S. & Bartolomé, E. (2013). *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*.
- Monroy Martí, E., & Luna Mendaza, P. (2011). Nota técnica de prevención - NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/328579/922w.pdf/86188d2e-7e81-44a5-a9bc-28eb33cb1c08>

- Narea, F., Porras, L., Muñoz, R., & Muñoz, A. (2010). Diseño de interfaz gráfica para determinar los índices de pigmentación y eritema de la piel humana. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Navarrete, P., Loayza, M., Velasco, J., Huatuco, Z. & Abregú, R. (2016). Índice de masa corporal y niveles séricos de lípidos. *Horizonte Médico (Lima)*, 16(2), 13- 18. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2016000200003&lng=es&tlng=es.
- Organización Internacional de Normalización. (2023). Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2023). Organización Internacional de Normalización.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Condiciones de trabajo y empleo en el sector agrícola. Recuperado de <https://www.ilo.org/global/topics/conditions-of-work/lang--es/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). *Informe sobre los efectos del cambio climático en el trabajo*. <https://www.oit.org/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Radiación ultravioleta solar. Recuperado de <https://iris.who.int/handle/10665/39901>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). Índice UV solar mundial: Guía práctica. Obtenido de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=46CE69F1B9103277F514ABEFE3D003E5?sequence=1>
- Organización Panamericana de la Salud. (2015). Elaboración de listas de verificación. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10935:2015-elaboracion-listas-verificacion&Itemid=42210&lang=es
- Picón-Jaimes, Y., Orozco-Chinome, J., Molina-Frank, J. & Franky-Rojas, M. Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*, 23(1), 118-130. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/04/1087985/3714.pdf>

- Quick, R. A. (2018). Enfermedad relacionada con el calor en el lugar de trabajo. *Revista de Medicina Ocupacional y Ambiental*, 60(6), 569-575.
- Sánchez, M., & Rosa, A. (2022). Salud y medio ambiente. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 65(3), 8-18.
- Trakatelli, M., Barkitzi, K., Apap, C., Majewski, S., De Vries, E., EPIDERM group, ... & Crawford, L. (2016). Skin cancer risk in outdoor workers: a European multicenter case-control study. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 30, 5-11.
- UNE-EN ISO 8996. (2005). Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.
- Wang, S., Richardson, M. B., Wu, C., Cholewa, C. D., Lungu, C. T., Zaitchik, B. F., & Gohlke, J. (2018, December). Estimating Occupational Heat Exposure from Personal Sampling of Public Works Employees in Birmingham, Alabama. In AGU Fall Meeting Abstracts.
- Wiedenmayer, S., Budde, G., & Renneberg, H. (2019). Estrés por calor e hidratación en trabajadores al aire libre: Una revisión de la literatura. *Revista Internacional de Medicina Ocupacional*, 61(11), 1321-1332.
- World Health Organization. (2016). Heat-related illness. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>
- Zúñiga, N. P., Benavides, A. L. V., & Hernández, P. L. M. (2017) Acciones ergonómicas preventivas para trabajos a la intemperie en ambientes cálidos. *Gaceta de ergonomía*, 17.

VIII. APÉNDICES

Apéndice 1

Registros de temperatura y la radiación solar

Fecha y hora	Rangos	Temperatura °C	Radiación solar	Radiación Mw/cm ²	Categoría de exposición
Planificación y Desarrollo de la Red (muestreo 1)					
29/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	4,61	4,44	Baja
	Mínimos	18	3,60	3,36	
	Promedio	20,50	4,11	4,08	
Líneas Energizadas (Mantenimiento)					
31/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	10,01	11,40	Alta
	Mínimos	17	6,41	7,96	
	Promedio	20,00	8,21	9,03	
Líneas no Energizadas (mantenimiento)					
01/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	8,51	8,21	Moderada
	Mínimos	16	4,61	4,96	
	Promedio	19,50	6,56	6,88	
Planificación y Desarrollo de la Red (muestreo 2)					
30/07/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	9,42	8,21	Moderada
	Mínimos	18	5,98	6,91	
	Promedio	20,50	7,70	7,51	
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 3)					
01/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	8,55	8,46	Alta
	Mínimos	16	4,78	5,98	
	Promedio	19,50	6,67	7,79	
Líneas No Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 2)					
06/08/2024 11:30 a 12:30	Máximos	23	5,92	5,98	Baja
	Mínimos	15	3,50	3,79	
	Promedio	19,00	4,71	4,94	

Apéndice 2.

Encuesta higiénica para la valoración de las condiciones de exposición a calor y radiación solar dirigida a la jefatura de Salud Ocupacional.

Encuesta higiénica de evaluación y control de temperatura		
Encabezado		
Nombre de la empresa	Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC)	
	Jessica Ramírez	
Dirección de la empresa	JASEC tiene su sede central en la ciudad de Cartago, Cartago, Barrio Fátima. 300 metros Norte y 150 metros Oeste de la Iglesia de María Auxiliadora.	
Teléfono	2550 6800	
Generalidades		
	Línea de trabajo a supervisar	Planificación y desarrollo
Información demográfica	Cantidad de trabajadores en el área de estudio	11
	Cantidad de hombres	11
	Rango de edad de las personas que trabajan en el área	23- 60 años
	Nivel de escolaridad de la población trabajadora	la escolaridad puede variar entre secundaria incompleta a Universidad incompleta
Jornada / horarios	Jornada laboral	7:24 a 5:00
Proceso productivo		
Proceso productivo / materia prima	Descripción de la tarea	cambio de aisladores de electricidad en postes
	¿Tipo de tarea? (fino, ligero, pesado)	pesado
Equipos / Herramientas /Maquinaria	¿Qué tipo de equipos, herramientas o maquinaria se utilizan en el área de trabajo?	alicates, destornilladores, perdigas
	¿Los equipos, herramientas y maquinaria son utilizados para un trabajo que requiere de mucho esfuerzo físico?	no
EPP		

EPP	¿Qué tipos de EPP son requeridos o recomendados para quienes trabajan en el área de trabajo?	casco, guantes, zapatos, lentes, pasamontañas, caretas, mangas de cuero
	¿Si utiliza EPP este es efectivo para disminuir la sensación de calor?	no es para disminuir la sensación de calor son para mitigar el riesgo eléctrico
	¿Se proporciona capacitación a los trabajadores sobre cómo usar adecuadamente el EPP?	si
	¿Los trabajadores están conscientes de la importancia de mantener el EPP limpio y en buen estado?	si
	¿Existe algún mecanismo de retroalimentación donde los trabajadores puedan expresar preocupaciones sobre cómo el EPP?	no
Vigilancia de la salud		
Exámenes preempleo y de seguimiento	¿Se realiza exámenes preempleo para evaluar la condición de la presión arterial y la salud en general de los trabajadores que van a tener una tarea que requiere contacto con temperaturas elevadas?	si
	¿Se realiza exámenes periódicos para evaluar la salud en general y presión arterial de los trabajadores que trabajan a exposición continua a temperaturas elevadas?	La doctora manda los exámenes de manera individual
	¿Los trabajadores que experimentan problemas de presión arterial pueden solicitar una evaluación médica?	si
	¿Se proporciona capacitación a los trabajadores sobre cómo identificar síntomas de problemas con la presión arterial o cualquier otro relacionado a la exposición a altas temperaturas?	no
	¿Se ha implementado algún sistema de retroalimentación donde los trabajadores puedan comunicar problemas de salud	no

	relacionados con la exposición a altas temperaturas?	
Controles		
Controles administrativos	¿Existen políticas o directrices específicas en la empresa para exposición a calor ni radiación solar?	no
	¿Se establece un protocolo para la medición y el monitoreo regular de los niveles de temperatura en el área de trabajo?	no
	¿Los cambios en temperatura, como ajustes o sustituciones de equipos que sean fuente de calor, se realizan de acuerdo con procedimientos establecidos?	no
	¿Se lleva un registro de las actividades relacionadas con ajustes de temperatura o cambios de equipos que son fuentes de calor, como inspecciones, mantenimientos y ajustes?	no
	¿Existe un plan de hidratación? Dispensador de agua, pueden tener una botella de agua en el lugar de trabajo.	no
	¿Existe algún proceso de retroalimentación donde los trabajadores puedan informar problemas o sugerencias relacionadas con la temperatura en el área de trabajo?	no
Controles ingenieriles	¿Se han implementado sistemas de control o aislación para regular la temperatura en el área de trabajo?	no

Apéndice 3.

Encuesta dirigida a los trabajadores de todos los departamentos que involucran personas que trabajan a la intemperie:

La presente encuesta es un instrumento con fines académicos, por lo que los datos proporcionados serán confidenciales y tratados de manera grupal, ningún dato proporcionado en esta encuesta será compartido. La finalidad de la encuesta es conocer la percepción que presentan los trabajadores en relación con el calor. Por favor responda las preguntas de la manera más honesta posible.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Nombre del trabajador: * _____

2. Edad: * _____

4. Peso * _____

5. Estatura (altura): * _____

6. Padecimientos (si no tiene ningún padecimiento, deje el espacio en blanco): _____

7. ¿Qué suele hacer en su tiempo libre? (deportes, pasa tiempo): _____

8. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en JASEC? * _____

9. Indique en que área labora:

Administración de Activos, Mantenimiento de Edificios y Vehículos

Operación de la Red

Mantenimiento de la Red (Líneas Energizadas)

Mantenimiento de la Red

Planificación y Desarrollo de la Red

Apoyo Técnico Birris

Mantenimiento Civil Tuis

Sistema de Información Geográfica

Otros:

10. ¿Realiza descansos durante su jornada?

No

Sí

11. ¿Cuánto tiempo duran los descansos y a qué hora los realiza?

Tu respuesta

12. ¿Conoce usted lo que es el estrés térmico?

Sí

No

El Estrés Térmico

Se define como la carga de calor que el trabajador recibe y acumula en su cuerpo, como resultado de la interacción entre la temperatura y humedad del ambiente, la actividad física que realizan y la ropa que utilizan. Esto puede generar repercusiones negativas en su salud. Se debe tener en cuenta el incremento del nivel de estrés térmico como un factor que, junto con otros puede dar lugar a accidentes (atrapamientos, golpes o caídas al mismo o distinto nivel derivadas de mareos o desvanecimientos, etc.).

13. ¿Sabiendo lo que es el estrés térmico considera que se encuentra expuesto a estrés térmico durante su jornada laboral?

Sí

No

Otros:

14. Ha sentido o tenido alguno de estos síntomas o signos mientras trabaja al aire libre: *

Piel enrojecida

Piel caliente

Piel seca

Sudoración excesiva

Temperatura corporal muy alta

Confusión

Convulsiones

Desmayo

Piel fría y húmeda

Dolor de cabeza

Náuseas

Vómitos

Mareo

Debilidad

Mucha sed

Irritabilidad (se siente molesto por todo)

Pulsaciones rápidas de corazón

Calambres/ arratonamiento

Dolor en el abdomen, brazos o piernas

Pequeños grupos de ampollas en la piel

Otros:

15. ¿Se ha realizado exámenes de sangre y orina en los últimos 3 meses?

Sí

No

16. ¿Considera que trabajar a la intemperie puede afectar su salud?

Tu respuesta

17. ¿Cuánta agua toma aproximadamente durante su jornada?

Menos de 1 litro

Entre 1 o 2 litros

Más de 2 litros

18. ¿Cuál es la sensación que tiene del ambiente térmico donde realiza sus tareas?

Muy fresco

Fresco

Neutro

Caluroso

Muy caluroso

19. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el calor presente dentro del área donde realiza sus tareas?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

20. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el tiempo de descanso con el que cuenta?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

21. ¿Cuál es su grado de satisfacción con la cantidad y ubicación de las fuentes de agua?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

22. ¿Cuál es su grado de satisfacción con la capacitación que ha recibido?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

23. ¿Cuál es su grado de satisfacción con la vestimenta que utiliza durante su jornada laboral?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

24. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el equipo de protección personal que utiliza durante su jornada?

Muy Insatisfecho

Insatisfecho

Neutro

Satisfecho

Muy satisfecho

25. Tiene alguna otra consideración para tomar en cuenta para el proyecto

Tu respuesta

En el siguiente enlace encontrará un ejemplo de la encuesta que completaron los trabajadores en el apartado de situación actual se encuentra un resumen de los resultados del mismo: [Encuesta trabajadores .url](#)

Apéndice 4.

Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación a la exposición a calor y radiación solar

Entrevista semiestructurada dirigida al Departamento de Salud Ocupacional sobre las condiciones actuales con relación al estrés térmico

Nombre del entrevistado: Ingeniero Francisco Granados

Entrevistador: Jessica Ramírez Ramírez

Fecha de la entrevista: 03 de julio del 2024

Esta es una entrevista semiestructurada diseñada para la recolección de información sobre el conocimiento del riesgo por la exposición a calor en la JASEC.

La información proporcionada será utilizada de manera confidencial y solo para fines académicos. El instrumento forma parte de un proyecto de Investigación para el curso de Trabajo Final de Graduación de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

1. ¿Considera usted que dentro de las cuadrillas que laboran a la intemperie se podría estar presentando estrés térmico?

Considera que tal vez estrés término no se presente, pero si pueda haber una molestia con respecto a la temperatura a la que se exponen los trabajadores, pero esto puede aumentar en el verano donde la radiación es mayor

2. ¿A qué cree que se pueda asociar esa posible presencia de estrés térmico?

A las condiciones del puesto por estar expuestos al sol durante su jornada de trabajo, el uso de equipo protección personal como el arnés de seguridad les genera calor y en tiempo de lluvia el uso de capas les genera mucha sudoración.

3. ¿Los trabajadores alguna vez le han comentado sobre la presencia de algún malestar debido al calor?

Las personas que muestran disconformidad por la necesidad de hidratación y que presentan molestias por la cantidad de sudoración por el uso de las capas.

4. ¿La empresa cuenta con un programa de capacitación para los trabajadores? ¿Qué tipo de capacitaciones se han realizado? ¿Este programa incluye el tema del estrés térmico?

En este caso no cuentan con un programa de capacitación formal, pero si se les ha dado charlas del uso de equipo de protección personal, como el uso de camisas de manga larga y el uso del bloqueador, pero no se toca el tema del estrés térmico. Estas charlas se dan una vez al año en la semana de la salud ocupacional.

5. ¿Se capacita a los trabajadores en atención de emergencias y primeros auxilios?

La empresa si cuenta con brigada de emergencia, los cuales son los trabajadores capacitados en estos temas, pero la capacitación no se da de forma general.

6. ¿La empresa cuenta con algún tipo de protocolo para la atención de emergencias por calor, hidratación y descansos, entre otros relacionados a la prevención y mitigación de la exposición a estrés térmico?

No.

7. ¿La empresa realizan evaluaciones del ambiente térmico para la toma acciones preventivas y correctivas?

No.

8. ¿Qué controles se tiene para evitar o disminuir la exposición ocupacional a calor?

La empresa se encarga de repartir bloqueador, camisas manga larga y casco de ala ancha para disminuir la exposición ocupacional a calor.

Apéndice 5.

Cuadro de análisis del índice de masa corporal (IMC)

Estimación del Índice de Masa Corporal para los trabajadores de la JASEC				
Trabajador	Peso (kg)	Estatura (m)	IMC	Composición corporal

Al ingresar al siguiente enlace, se muestra el cálculo del índice de masa corporal y en el apartado de análisis de situación actual se muestra el resultado: [Cuadro para la estimación del IMC.xlsx](#)

Apéndice 6.

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

1. Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica (Muestreo 1)								
Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	23,40	0,67	185,56	271,36	705,53	300,00	400,00
2	11:34	23,69	0,68	187,76	288,46	750,00	312,00	416,00
3	11:38	23,43	0,69	181,04	271,81	706,71	331,11	441,48
4	11:42	23,55	0,69	178,42	267,66	695,92	336,24	448,33
5	11:46	23,14	0,71	172,25	256,98	668,14	350,22	466,96
6	11:50	22,94	0,71	171,68	256,27	666,30	351,19	468,26
7	11:54	22,86	0,69	174,67	256,12	665,90	351,40	468,54
8	11:58	23,23	0,69	179,58	268,23	697,41	335,53	447,37
9	12:02	23,00	0,70	176,40	262,94	683,64	342,28	456,38
10	12:06	23,05	0,68	177,39	255,04	663,11	352,88	470,51
11	12:10	22,86	0,70	173,82	257,20	668,71	349,93	466,57
12	12:14	22,80	0,71	169,19	250,39	651,00	359,45	479,26
13	12:18	23,37	0,72	173,67	269,19	699,90	334,33	445,78
14	12:22	23,17	0,70	176,26	265,94	691,46	338,42	451,22
15	12:26	23,09	0,70	176,87	263,37	684,76	341,72	455,63
16	12:30	22,82	0,69	173,48	250,85	652,22	358,77	478,37
	Máximos	23,69	0,72	187,76	288,46	750	359,45	479,26
	Mínimos	22,8	0,67	169,19	250,39	651	300	400
	Promedio	23,15	0,70	176,75	263,24	684,42	340,34	453,79

2. Mantenimiento-Líneas Energizadas (Muestreo 1)								
Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	24,74	0,54	93,25	109,26	284,09	Ilimitada	Ilimitada
2	11:34	24,69	0,60	103,54	126,00	327,60	Ilimitada	Ilimitada
3	11:38	25,04	0,63	108,59	135,25	351,64	Ilimitada	Ilimitada
4	11:42	25,06	0,60	109,76	134,21	348,95	Ilimitada	Ilimitada
5	11:46	25,38	0,63	113,53	141,77	368,59	Ilimitada	Ilimitada
6	11:50	25,29	0,67	123,34	158,71	412,65	Ilimitada	Ilimitada
7	11:54	25,24	0,64	122,61	153,85	400,01	Ilimitada	Ilimitada
8	11:58	25,69	0,64	123,27	155,28	403,72	Ilimitada	Ilimitada
9	12:02	24,66	0,57	110,26	131,25	341,24	Ilimitada	Ilimitada
10	12:06	26,04	0,56	107,02	126,98	330,16	Ilimitada	Ilimitada
11	12:10	26,40	0,59	109,51	132,83	345,36	Ilimitada	Ilimitada
12	12:14	26,40	0,60	109,08	132,83	345,35	Ilimitada	Ilimitada
13	12:18	26,08	0,58	109,68	131,44	341,74	Ilimitada	Ilimitada
14	12:22	24,70	0,61	110,84	135,26	353,26	Ilimitada	Ilimitada
15	12:26	25,08	0,62	111,58	137,85	358,40	Ilimitada	Ilimitada
16	12:30	25,23	0,62	112,64	139,38	362,38	Ilimitada	Ilimitada
	Máximos	26,4	0,67	123,34	158,71	412,65		
	Mínimos	24,66	0,54	93,25	109,26	284,09		
	Promedio	25,36	0,61	111,16	136,38	354,70		

3. Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica (Muestreo 2)

Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	24,62	0,69	164,53	226,67	589,34	397,05	Ilimitado
2	11:34	25,22	0,70	165,62	233,33	606,65	385,73	Ilimitado
3	11:38	24,39	0,70	154,15	205,76	534,98	437,40	Ilimitado
4	11:42	24,72	0,71	151,88	204,38	531,40	440,35	Ilimitado
5	11:46	25,16	0,70	157,69	214,73	558,29	419,13	Ilimitado
6	11:50	25,40	0,68	170,37	239,15	621,78	376,34	Ilimitado
7	11:54	26,18	0,67	187,06	276,61	719,17	325,37	433,83
8	11:58	25,60	0,66	185,13	265,58	690,51	338,88	451,84
9	12:02	25,11	0,67	178,11	252,80	657,27	356,02	474,69
10	12:06	25,05	0,70	166,66	239,12	621,71	376,38	Ilimitado
11	12:10	24,58	0,68	164,13	222,27	577,91	404,91	Ilimitado
12	12:14	24,55	0,67	162,28	215,55	560,43	417,54	Ilimitado
13	12:18	24,44	0,67	161,30	213,23	554,39	422,09	Ilimitado
14	12:22	25,18	0,70	156,59	211,68	550,36	425,18	Ilimitado
15	12:26	24,84	0,70	157,75	213,99	556,37	420,58	Ilimitado
16	12:30	24,48	0,70	156,12	211,16	549,01	426,22	Ilimitado
	Máximos	26,18	0,71	187,06	276,61	719,17	440,35	474,69
	Mínimos	24,39	0,66	151,88	204,38	531,4	325,37	433,83
	Promedio	24,97	0,69	164,96	227,88	592,47	398,07	453,45

4. Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica (Muestreo 3)

Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	25,31	0,70	187,96	300,00	780,00	84,59	296,09
2	11:34	25,46	0,70	187,67	300,00	780,00	76,67	226,18
3	11:38	25,35	0,70	187,15	300,00	780,00	77,92	232,92
4	11:42	25,25	0,70	188,24	300,00	780,00	81,24	266,07
5	11:46	25,01	0,69	190,25	300,00	780,00	89,87	300,00
6	11:50	24,72	0,68	191,17	300,00	780,00	92,49	300,00
7	11:54	24,31	0,69	190,72	300,00	780,00	131,13	305,12
8	11:58	24,24	0,70	187,22	300,00	780,00	140,54	306,93
9	12:02	23,75	0,69	189,36	300,00	780,00	220,94	340,84
10	12:06	23,68	0,68	192,63	300,00	780,00	300,00	359,81
11	12:10	23,85	0,68	191,57	300,00	780,00	243,33	347,55
12	12:14	24,34	0,69	190,29	300,00	780,00	147,59	314,15
13	12:18	25,06	0,70	188,24	300,00	780,00	107,83	300,00
14	12:22	25,29	0,70	186,99	300,00	780,00	81,50	260,55
15	12:26	25,10	0,71	184,27	300,00	780,00	91,16	300,00
16	12:30	25,15	0,69	190,47	300,00	780,00	85,29	300,00
	Máximos	25,46	0,71	192,63	300	780	300	359,81
	Mínimos	23,68	0,68	184,27	300	780	76,67	226,18
	Promedio	24,74	0,69	189,01	300,00	780,00	128,26	297,26

5. Mantenimiento- Líneas no Energizadas (Muestreo 1)								
Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	27,82	0,74	160,32	243,48	633,05	369,64	Ilimitado
2	11:34	26,63	0,74	167,41	265,24	689,63	339,31	452,42
3	11:38	26,58	0,74	171,03	273,26	710,47	329,36	439,14
4	11:42	26,56	0,73	177,09	286,65	745,28	313,98	418,63
5	11:46	26,42	0,73	175,85	284,65	740,09	316,18	421,57
6	11:50	26,48	0,73	176,27	284,11	738,69	316,78	422,37
7	11:54	26,47	0,74	170,35	273,91	712,17	328,57	438,10
8	11:58	26,33	0,73	174,63	279,70	727,22	321,77	429,03
9	12:02	26,19	0,72	179,40	287,98	748,74	312,53	416,70
10	12:06	26,13	0,71	178,46	280,72	729,87	320,60	427,47
11	12:10	26,20	0,71	177,67	279,34	726,28	322,19	429,58
12	12:14	26,12	0,72	176,88	277,55	721,62	324,27	432,36
13	12:18	25,99	0,72	174,77	274,20	712,92	328,23	437,64
14	12:22	25,88	0,73	168,65	261,28	679,34	344,45	459,27
15	12:26	25,86	0,73	168,44	260,08	676,20	346,05	461,41
16	12:30	26,01	0,74	167,01	259,00	673,40	347,49	463,32
	Máximos	27,82	0,74	179,4	287,98	748,74	369,64	463,32
	Mínimos	25,86	0,71	160,32	243,48	633,05	312,53	416,7
	Promedio	26,35	0,73	172,76	273,20	710,31	330,09	436,60

6. Mantenimiento- Líneas no Energizadas (Muestreo 2)								
Punto	Hora	WBGT °C	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
1	11:30	23,41	0,72	183,68	300,00	780,00	28,14	42,13
2	11:34	23,84	0,72	181,36	300,00	780,00	26,66	39,43
3	11:38	24,55	0,72	182,27	300,00	780,00	24,18	35,10
4	11:42	24,59	0,72	182,69	300,00	780,00	24,41	35,54
5	11:46	24,56	0,71	184,85	300,00	780,00	24,17	35,36
6	11:50	24,70	0,72	183,15	300,00	780,00	23,97	34,83
7	11:54	24,88	0,72	182,84	300,00	780,00	23,64	34,21
8	11:58	25,14	0,71	183,69	300,00	780,00	23,29	33,87
9	12:02	24,97	0,71	184,35	300,00	780,00	23,52	34,16
10	12:06	24,99	0,71	185,05	300,00	780,00	23,63	34,43
11	12:10	25,13	0,71	184,52	300,00	780,00	22,89	33,07
12	12:14	25,33	0,72	182,81	300,00	780,00	23,06	33,21
13	12:18	25,17	0,72	182,73	300,00	780,00	23,55	34,05
14	12:22	25,26	0,71	184,47	300,00	780,00	23,39	33,94
15	12:26	25,16	0,71	185,38	300,00	780,00	23,10	33,53
16	12:30	25,07	0,71	185,19	300,00	780,00	23,28	33,82
	Máximos	25,33	0,72	185,38	300	780	28,14	42,13
	Mínimos	23,41	0,71	181,36	300	780	22,89	33,07
	Promedio	24,80	0,72	183,69	300,00	780,00	24,06	35,04

Apéndice 7.

Encuesta sobre la exposición a la radiación

Actividad que realiza el trabajador:

1. Nombre del trabajador:*

2. Edad:*

4. Peso*

5. Estatura (altura):

6. Padecimientos (si no tiene ningún padecimiento, deje el espacio en blanco):

8. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en JASEC?*

9. Indique en que área labora:

Líneas Energizadas

Líneas No Energizadas

Planificación y Desarrollo

Otros:

10. ¿Realiza descansos durante su jornada?

No

Sí

12. Ha sentido o tenido alguno de estos síntomas o signos mientras trabaja: *

Piel enrojecida

Piel caliente

Piel seca

Sudoración excesiva

Temperatura corporal muy alta

Confusión

- Convulsiones
- Desmayo
- Piel fría y húmeda
- Dolor de cabeza
- Náuseas
- Vómitos
- Mareo
- Debilidad
- Mucha sed
- Irritabilidad (se siente molesto por todo)
- Pulsaciones rápidas de corazón
- Calambres/ arratonamiento
- Dolor en el abdomen, brazos o piernas
- Pequeños grupos de ampollas en la piel

Otros:

Espacio en el que se desarrollan los trabajos

Descripción de las tareas principales que se realizan en cada uno de los trabajos en estudio

Indique las prendas de ropa que utiliza en el horario de trabajo
(sombrero, casco, mangas, pasamontañas, u otros)

Durante los descansos ¿Dónde permanece? ¿Qué hace?

Características personales para el fototipo de las personas

- Fototipo 1, no se broncean, se queman fácilmente y de forma excesiva (<2 SED), Color de piel blanca muy clara, ojos: azules, pelo: rubio o pelirrojo
- Fototipo 2, se broncean poco, se queman fácilmente (2-3 SED), Color de piel blanca clara, ojos: azules/ grises/ verdes, pelo: rubio/pelirrojo
- Fototipo 3, llegan a broncearse, se queman moderadamente (3-5 SED), Caucásica, ojos: café, pelo: café
- Fototipo 4, se broncean con facilidad, sufren quemaduras (5-7 SED), Morena, ojos: café/negro, pelo: oscuro

() Fototipo 5, se broncean muy rápido, quemaduras poco frecuentes (7-10 SED), Oscura, ojos: oscuros, pelo: oscuro

() Fototipo 6, se broncean de inmediato, rara vez se queman (>10 SED), Muy oscura, ojos: oscuros, pelo: oscuro

Al ingresar al siguiente enlace, podrá acceder la encuesta sobre la exposición a la radiación, la cual fue aplicada para conocer las c determinar el grado de aislamiento térmico de la ropa (clo) de los trabajadores en JASEC: [Encuesta sobre la exposición a la radiación.url](#)

Apéndice 8.

Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor (2015)

A continuación, se encuentra el enlace al reglamento para la prevención al estrés térmico, utilizo para como referencias para el proyecto de graduación:

https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Reglamento%20para%20la%20prevencion%20y%20proteccion%20de%20las%20personas%20trabajadoras%20expuestas%20a%20estrés%20termico%20por%20calor.pdf

Apéndice 9.

Metodología para la estimación de índice TGBH de la ISO 7243/ NTP 322

Al ingresar al siguiente enlace, podrá acceder al pdf que contienen la Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT:

https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_322.pdf/065f600d-b29e-45cd-9d4a-595ce78a0110?version=1.1&t=1687175728013

Apéndice 10.

Determinación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) mediante el software Spring3

Departamento	Rangos	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)	Exposición límite (DEL, Horas)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 1)	Máximos	359,45	479,26	2,5	6,0	8,0
	Mínimos	300	400	1,5	5,0	6,7
	Promedio	340,3	453,8	2,0	5,7	7,6
Líneas Energizadas (Mantenimiento)	Máximos	Ilimitado	Ilimitado	7,9	Ilimitado	Ilimitado
	Mínimos	Ilimitado	Ilimitado	6,3	Ilimitado	Ilimitado
	Promedio	Ilimitado	Ilimitado	7,3	Ilimitado	Ilimitado
Líneas no Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 1)	Máximos	440,35	474,69	5,0	7,3	7,9
	Mínimos	325,37	433,83	1,6	5,4	7,2
	Promedio	398,07	453,45	4,0	6,6	7,6
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 2)	Máximos	300	359,81	1,0	5,0	6,0
	Mínimos	76,67	226,18	0,7	1,3	3,8
	Promedio	128,26	297,26	0,8	2,1	5,0
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 3)	Máximos	369,64	463,32	3,2	6,2	7,7
	Mínimos	312,53	416,7	1,6	5,2	6,9
	Promedio	330,09	436,60	2,0	5,5	7,3
Líneas No Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 2)	Máximos	28,14	42,13	0,4	0,5	0,7
	Mínimos	22,89	33,07	0,3	0,4	0,6
	Promedio	24,06	35,04	0,3	0,4	0,6

En el siguiente enlace los datos obtenidos al generar el muestreo, en el apartado de situación actual se encuentra un resumen de los resultados del mismo: [Cálculos y metodología.xlsx](#)

Apéndice 11.

Matriz de asignación de responsabilidades (Matriz RACI)

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
<i>Planificación del programa</i>												
Elaborar la introducción del programa			C				R					
Definir los requerimientos legales aplicables			C				R					
Definir los objetivos del programa			C				R					
Establecer el alcance del programa			C				R					
Definir las limitaciones del programa			C				R					
Recopilar los datos sobre el contexto de la organización	I		I				R					
Definir los involucrados, roles y responsabilidades			I				R					
Generar las propuestas de controles ingenieriles y administrativos			I				R					
Generar una propuesta de plan para la vigilancia médica			C			C	R					
Generar una propuesta de plan de capacitación	I		C				R					
Establecer un plan de seguimiento y evaluación del programa			C		I		R					
<i>Ejecución del programa</i>												
Solicitar el recurso presupuestario para la implementación del programa de control	I		R		C		I					
Aprobar los recursos presupuestarios para la implementación del programa	A		R		C		I					

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
Aprobar la implementación del programa de control	A		A		I					I	I	I
Gestionar y coordinar la implementación del programa	C		R	I	I	I		I				
Realizar las instalaciones de los elementos físicos necesarios para la ejecución del programa	C		R		C			I				
Socializar el programa con las gerencias y los diferentes involucrados	I	I	R	I	I	I	I	I				
Capacitar al personal sobre los protocolos y controles del programa	I		R		I	C	C	I				
Realizar las mediciones periódicas del estrés térmico	I		R		I			I	I		I	I
Coordinar los análisis médicos periódicos del personal	I		A			R		I			I	
Participar de los procesos de capacitación	I		A	I				R				
Cumplir con las instrucciones de los protocolos y controles	I		A					R				
Asignar medidas sancionatorias por el incumplimiento de los controles por parte del personal	I		R									
Verificar la implementación de los controles ingenieriles y administrativos	C	I	R					I				
Verificar que la implementación del programa para el control no afecte el desarrollo de las labores de los trabajadores y comunicar al departamento de Salud Ocupacional de alguna queja o sugerencia de los compañeros expuestos	A			R								
Seguimiento del programa												

Actividad	Responsables											
	GE	JD	SO	SI	AI	ME	JRR	TR	INS	MT	MS	CSO
Ejecutar el plan para el seguimiento y control del programa			R		I							
Buscar oportunidades de mejora del programa	C	C	C	C	R			C				
Actualizar el programa con base en las oportunidades de mejora	C		R							I		I
<i>Abreviaturas</i>												
Rol: <ul style="list-style-type: none"> • Responsable (R): Corresponde a quien ejecuta la tarea • Aprobador (A): Rinde cuentas sobre la ejecución de la tarea • Consultor (C): Posee información o capacidades necesarias para la realización de la tarea • Interesado (I): Debe ser informado sobre el avance de la tarea 						Código: <ul style="list-style-type: none"> Gerencia (GE) Junta Directiva (JD) Departamento de Salud Ocupacional (SO) Sindicato ANEP/ SITET (SI) Auditoría Interna (AI) Médico de empresa (contratista) (ME) Jessica Ramírez Ramírez (JRR) Trabajadores expuestos al calor y radiación solar (TR) Instituto Nacional de Seguros (INS) Ministerio de Trabajo (MT) Ministerio de Salud (MS) Consejo de Salud Ocupacional (CSO) 						

Apéndice 12.

Resultados de la evaluación del índice de sudoración requerida y tiempo de exposición permisible (TEP) mediante el software Spring3.

Rangos	Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m2)	Tasa de sudoración (Swp, W/m2)	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Criterio de alarma (min)	Criterio de peligro (min)
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 1)						
Máximos	0,72	187,76	288,46	750	359,45	479,26
Mínimos	0,67	169,19	250,39	651	300	400
Promedio	0,7	176,8	263,2	684,4	340,3	453,8
Líneas Energizadas (Mantenimiento)						
Máximos	0,67	123,34	158,71	412,65	Ilimitado	Ilimitado
Mínimos	0,54	93,25	109,26	284,09	Ilimitado	Ilimitado
Promedio	0,61	111,16	136,38	354,70	Ilimitado	Ilimitado
Líneas no Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 1)						
Máximos	0,71	187,06	276,61	719,17	440,35	474,69
Mínimos	0,66	151,88	204,38	531,4	325,37	433,83

Promedio	0,69	164,96	227,88	592,47	398,07	453,45
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 2)						
Máximos	0,71	192,63	300	780	300	359,81
Mínimos	0,68	184,27	300	780	76,67	226,18
Promedio	0,69	189,01	300,00	780,00	128,26	297,26
Planificación y Desarrollo de la Red (Muestreo 3)						
Máximos	0,74	179,4	287,98	748,74	369,64	463,32
Mínimos	0,71	160,32	243,48	633,05	312,53	416,7
Promedio	0,73	172,76	273,20	710,31	330,09	436,60
Líneas No Energizadas (Mantenimiento) (Muestreo 2)						
Máximos	0,72	185,38	300	780	28,14	42,13
Mínimos	0,71	181,36	300	780	22,89	33,07
Promedio	0,72	183,69	300,00	780,00	24,06	35,04

Apéndice 13.

Cálculo del nivel de confianza y margen de error.

Para el cálculo de la muestra, primero se describe la población de estudio donde se cuenta con un total de 230 trabajadores expuestos al calor y a la radiación solar. Para este estudio, se tomó una muestra de dos departamentos específicos: el Departamento de Mantenimiento de la Red Eléctrica, en donde laboran 21 trabajadores y el Departamento de Planificación y Desarrollo de la Red Eléctrica, en donde laboran 11 trabajadores.

Debido a las limitaciones de tiempo y a la disponibilidad del equipo de medición prestado, se evaluaron a 3 trabajadores de cada departamento, resultando en un total de 6 muestras. El cálculo de la muestra que se realizó por medio del método de muestreo no probabilístico a conveniencia, basado en el principio del peor caso.

Donde se determinaron un total de 6 personas para el muestreo de un total de 32 colaboradores que participaron en el muestreo del proyecto. A continuación, se muestran las fórmulas y cálculos que se utilizaron para determinar el nivel de confianza y el margen de error de esta muestra.

Para determinar el nivel de confianza o el margen de error con una muestra determinada y una población dada, se utiliza la fórmula de tamaño de muestra de 6 personas ($n = 6$), podemos usar la siguiente fórmula (1) y despejar E o encontrar el valor z que corresponde al nivel de confianza deseado.

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra para una población finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra (6 en este caso).

N es el tamaño de la población (36 en este caso).

Z es el valor z (z -score) correspondiente al nivel de confianza deseado (1.96 para un nivel de confianza del 95 %).

P es la proporción esperada (corresponde a 0.5).

E es el margen de error deseado (el dato que queremos conocer).

Al resolver la formula con los datos:

$$6 = \frac{36 * 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{E^2 * (36 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}$$

Al despejar la formula con los datos anteriores se obtuvo un valor del margen de error es aproximadamente del 37.05 % con un nivel de confianza del 95 % para una muestra de 6 personas de una población de 36, lo que se consideró adecuado dadas las restricciones operativas y el enfoque específico de la investigación.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de JASEC

Al ingresar al siguiente enlace, podrá acceder al organigrama de la JASEC, el cual fue utilizado para la introducción de este proyecto: [Organigrama JASEC.pdf](#)

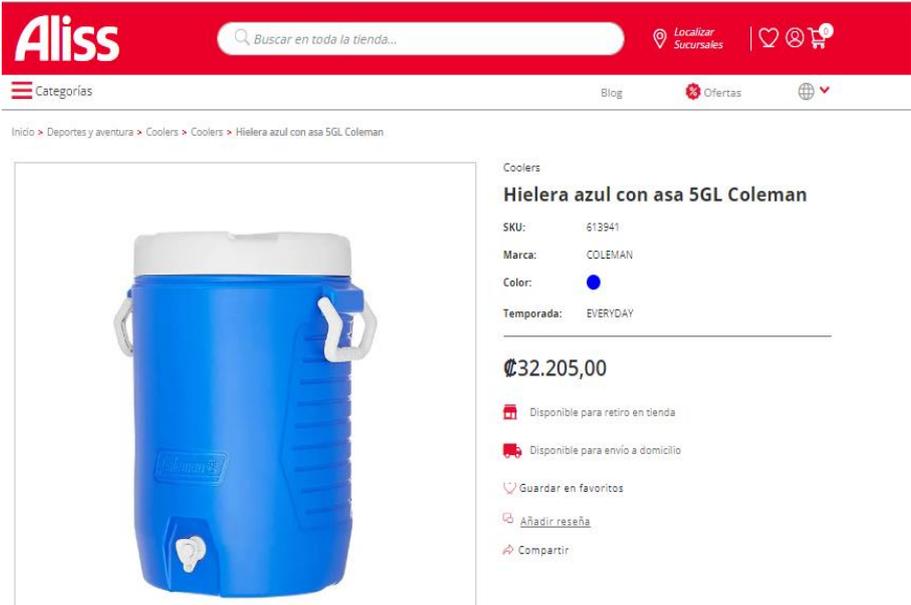
Anexo 2. Plan de análisis para el objetivo general

Al ingresar al siguiente enlace, podrá acceder al plan de análisis para el objetivo general con el propósito de tener una mejor calidad de lectura, el cual fue utilizado para el planteamiento de la metodología del proyecto: [Plan de Análisis para el Objetivo General.pdf](#)

Anexo 3. Imágenes de referencia para la cotización de hieleras para los trabajadores.

Estilo de las hieleras

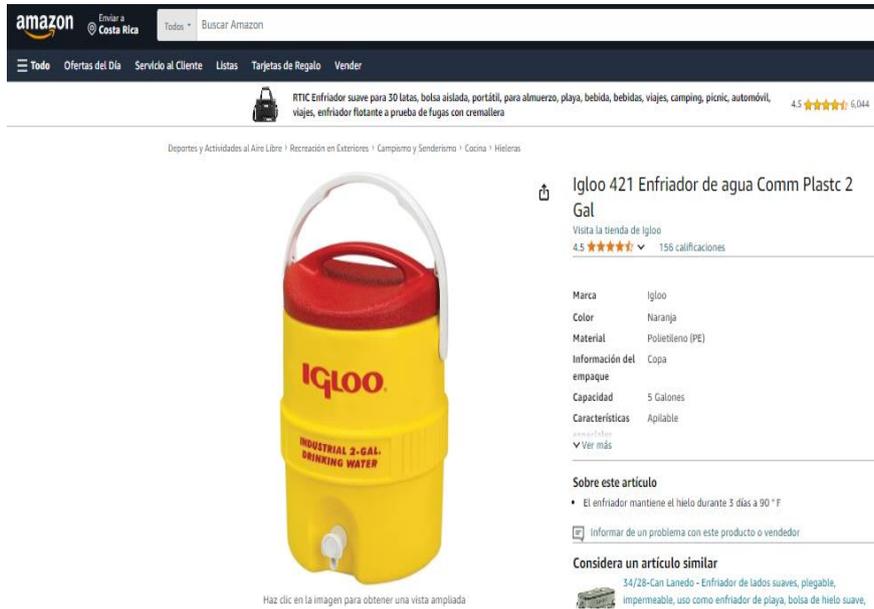
Hielera azul con asa 5GL Coleman



The screenshot shows the product page for a blue Coleman 5GL cooler on the Aliss website. The page features a red header with the Aliss logo, a search bar, and navigation icons. The product image is a blue cooler with a white handle and a white spigot. The product details include the SKU (613941), brand (COLEMAN), color (blue), and season (EVERYDAY). The price is listed as ₡32.205,00. There are also icons for 'Disponibilidad para retiro en tienda', 'Disponibilidad para envío a domicilio', 'Guardar en favoritos', 'Añadir reseña', and 'Compartir'.

Estilo de las hieleras

Igloo 421 Enfriador de agua Comm Plasts 2 Gal



The screenshot shows the Amazon product page for the Igloo 421 Enfriador de agua Comm Plasts 2 Gal. The page features a yellow and red cooler with a white handle and a spigot. The product title is "Igloo 421 Enfriador de agua Comm Plasts 2 Gal". The price is listed as \$24,500.00. The product has a 4.5-star rating from 156 reviews. The page includes a search bar, navigation links, and a list of similar products.

amazon Emisar a Costa Rica Todos Buscar Amazon

Todo Ofertas del Día Servicio al Cliente Listas Tarjetas de Regalo Vender

RTIC Enfriador suave para 30 latas, bolsa aislada, portátil, para almuerzo, playa, bebida, bebidas, viajes, camping, picnic, automóvil, viajes, enfriador flotante a prueba de fugas con cremallera 4.5 ★★★★★ 6,044

Deportes y Actividades al Aire Libre | Recreación en Exteriores | Campismo y Senderismo | Cocina | Hieleras

Igloo 421 Enfriador de agua Comm Plasts 2 Gal

Vista la tienda de Igloo
4.5 ★★★★★ 156 calificaciones

Marca	Igloo
Color	Naranja
Material	Poliéster (PE)
Información del empaque	Copa
Capacidad	5 Galones
Características	Apilable

Ver más

Sobre este artículo

- El enfriador mantiene el hielo durante 3 días a 90 °F

Informar de un problema con este producto o vendedor

Considera un artículo similar

34/28-Can Laneo - Enfriador de lados suaves, plegable, impermeable, uso como enfriador de playa, bolsa de hielo suave,

Haz clic en la imagen para obtener una vista ampliada

Hielera dispensadora Plástica Igloo 18lt



The screenshot shows the PEQUEÑO MUNDO product page for the Igloo 18lt dispenser. The page features a blue plastic dispenser with a black handle and a spigot. The product title is "Hielera dispensadora Plástica Igloo 18lt". The price is listed as \$24,500.00. The product has a 5-star rating. The page includes a search bar, navigation links, and an "Agregar al Carrito" button.

PEQUEÑO MUNDO Buscar...

Carrito Lista de Deseos Mi Pequeño Mundo Regist

ABARROTES HOGAR MUEBLES FERRETERÍA MASCOTAS NAVIDAD ELECTRODOMÉSTICOS MALLAS DE CONSTRUCCIÓN

FIESTA Y EVENTOS MI NEGOCIO LIMPIO LIQUIDACIÓN

Hielera dispensadora Plástica Igloo 18lt

★★★★★ Sé el primero en dejar una reseña para este artículo

Hielera plástica con agarradera Igloo con capacidad de 18.9 litros, 5 galones. Hielera incluye un dispensador de copas, que se coloca del lado externo de la hielera

\$24,500.00

Disponibilidad: Disponible
SKU#: 00042026

- 1 + Agregar al Carrito

Estilo de las hieleras

Hielera igloo performance blanco gris, capacidad 1qt - 0.9l



Buscar en toda la tienda... Q

[Productos](#) ▾ [Nuevos](#) [Tiendas](#) ▾ [Ideas](#) ▾ [Promociones](#) ▾ [Acción Social](#) ▾ [Preferidos](#) [Únete al equipo](#) [Venta Empresas](#) [Navidad](#) ▾

[Inicio](#) / [Productos](#) / [Jardín](#) / [Exteriores](#) / [Termos y hieleras](#) / [Hielera gris con azul 1 qt / 0,9 litros Performance Igloo](#)



Hielera gris con azul 1 qt / 0,9 litros Performance Igloo

€7.950

Código: 0624517
No está disponible

Anexo 4. Imágenes de referencia para la cotización de las botellas para los trabajadores.

Estilo de botellas

Botellas térmicas



Pequeño Mundo

17 de agosto de 2022

Botellas térmicas que se convertirán en tu mejor compañero de aventuras, perfectas para contenido líquido frío o caliente según tus preferencias y necesidades.

Podés encontrar las diferentes presentación de las botellas en nuestras tiendas Pequeño Mundo

€4.500 c/u

Botella Térmica

SKU: 07110024

❄️
8 hrs. de frío

🔥
12 hrs. de calor

🔄
Doble pared

🛡️
Acero inoxidable

📏
900 ml Capacidad máxima

Colores Disponibles:

● ●

PEQUEÑO MUNDO



Estilo de botellas

Botella Aluminio color Silver (500 ML)

The screenshot shows the product page for a silver aluminum bottle (500 ML) on the LCR website. The page features a blue header with the LCR logo and navigation links. The main content area includes a large image of the bottle, a smaller circular inset image, and a blue banner with the text "PBOTSILVER". To the right, there is a product description, a code "PBOTSILVER", and instructions for sublimation. Below the description, there is a quantity selector showing "1" and a "COTIZAR" button. At the bottom, there is a "CONSULTAR POR WHATSAPP" button. The page also includes a search icon, a "Enviar un mensaje" button, and a "Más detalle abajo" banner.

Grupo **LCR**
La Casa del Rótulo

Botella Aluminio color Silver (500 ML)

Código **PBOTSILVER**

Botella Aluminio Color Silver (500 ML)

Instrucciones para sublimar:

Tiempo: 70 segundos

Temperatura: 180°C

*Pueden variar según plancha de sublimación.

- 1 +

COTIZAR

CONSULTAR POR WHATSAPP

Envíanos un mensaje

Más detalle abajo

Botella plástica 22 oz verde GUATEPLAST

The screenshot shows the product page for a green plastic bottle (22 oz) on the NOVEX website. The page features a blue header with the NOVEX logo and navigation links. The main content area includes a large image of the bottle, a smaller thumbnail image, and a product description. The price is listed as "990 /Unl". Below the price, there is a "10+ Disponible(s)" badge and the SKU "SKU#140837 Modelo: AR017700-VBT-0". A note indicates a 10% discount for the first online purchase. At the bottom, there is a "Ganá LM 2 por cada dólar" badge.

Marcas Sucursales Catálogo Servicios

NOVEX
¡Más que una ferretería!

Departamentos

Buscar producto

Inicio / Comedor y bar / Botellas y termos / Botellas

Botella plastica 22 oz verde
GUATEPLAST

990 /Unl

10+ Disponible(s)

SKU#140837 Modelo: AR017700-VBT-0

*10% descuento, primera compra en línea.

Ganá LM 2 por cada dólar

Estilo de botellas

Botella para agua 750ml plástico transparente letras surtido

Departamentos

[Inicio](#) / [Comedor y bar](#) / [Botellas y termos](#) / [Botellas](#)

Botella para agua 750ml transparente letras surtido
\$2,900 /Uni
 2 Disponible(s)
 SKU#405205 Modelo: CD1001790
 *10% descuento, primera compra en línea.
 Ganá LM 2 por cada dólar

Anexo 5. Imágenes de referencia para la cotización de los elementos para el diseño del tanque del agua

Elemento

Platinas metálicas

[Productos](#) ▾ [Nuevos](#) [Tiendas](#) ▾ [Ideas](#) ▾ [Promociones](#) ▾ [Acción Social](#) ▾ [Preferidos](#) [Únete al equipo](#) [Venta Empresas](#) [Navidad](#) ▾

[Inicio](#) / [Productos](#) / [Construcción](#) / [Aceros](#) / [Angulares y platinas](#) / **Placa 3" x 3/4" 4 uds**

Placa 3" x 3/4" 4 uds
\$3.150
 Código: 1826423
 Cantidad:

Elemento

Tornillo



Buscar en toda la tienda...



[Productos](#) [Nuevos](#) [Tiendas](#) [Ideas](#) [Promociones](#) [Acción Social](#) [Preferidos](#) [Únete al equipo](#) [Venta Empresas](#) [Navidad](#)

[Inicio](#) / [Productos](#) / [Ferretería](#) / [Clavos y tornillos](#) / [Tornillos, tuercas y arandelas](#) / [Tornillo cabeza hexagonal g2 5/8" x 2" 1 ud incluye tuerca](#)



Tornillo cabeza hexagonal g2 5/8" x 2" 1 ud incluye tuerca

₡ 850

Código: 1851032

Cantidad

1

Agregar

Tubo de PVC

Construplaza.com

Tubo sanitario PVC SDR41 150 mm 6 6 metros



Pre

Piomería / PVC

Amanco

Tubo sanitario PVC SDR41 150 mm (6") 6 metros

00551 / 915288 / 19.33 kg / CABYS 3632002039900



SDR41

₡ 114,601.77 + 13%

₡ 129,500.00 / unidad

1.00



Inventario disponible:

Tienda Escazú	16.00
Tienda Alajuela	12.00
Centro Distribución	Disponible

Elemento

Tapón hembra PVC



Buscar en toda la tienda...



[Productos](#) [Nuevos](#) [Tiendas](#) [Ideas](#) [Promociones](#) [Acción Social](#) [Preferidos](#) [Únete al equipo](#) [Venta Empresas](#) [Navidad](#)

[Inicio](#) / [Productos](#) / [Construcción](#) / [Plomería](#) / [Tubería PVC y accesorios](#) / **Tapón hembra PVC SCH40 6"**



Tapón hembra PVC SCH40 6"

€ **20.950**

Código: 2615141

Cantidad

1

Agregar

Soportes para el tubo PVC



Buscar en toda la tienda...



[Productos](#) [Nuevos](#) [Tiendas](#) [Ideas](#) [Promociones](#) [Acción Social](#) [Preferidos](#) [Únete al equipo](#) [Venta Empresas](#) [Navidad](#)

[Inicio](#) / [Productos](#) / [Construcción](#) / [Plomería](#) / [Tubería PVC y accesorios](#) / **Abrazadera lisa PVC 4 x 3/4"**



Abrazadera lisa PVC 4 x 3/4"

€ **21.500**

Código: 2615203

Cantidad

1

Agregar

Elemento

Llave para el tubo



Buscar en toda la tienda... Q

Productos Nuevos Tiendas Ideas Promociones Acción Social Preferidos Únete al equipo Venta Empresas Navidad

Inicio / Productos / Construcción / Plomería / Llaves de chorro y control / Llave de chorro plástica con conexión 1/2"



Llave de chorro plástica con conexión 1/2"

€750

Código: 2631044

Cantidad

Agregar 

Anexo 6. Imágenes de referencia para la implementación de la primera propuesta.

Elemento

Toldo vertical rectangular.



Buscar en toda la tienda... Q

Productos Nuevos Tiendas Ideas Promociones Acción Social Preferidos Únete al equipo Venta Empresas Navidad

Inicio / Productos / Jardín / Exteriores / Toldos y sombrillas / Toldo vertical rectangular 2 x 3 m gris impermeable



Toldo vertical rectangular 2 x 3 m gris impermeable

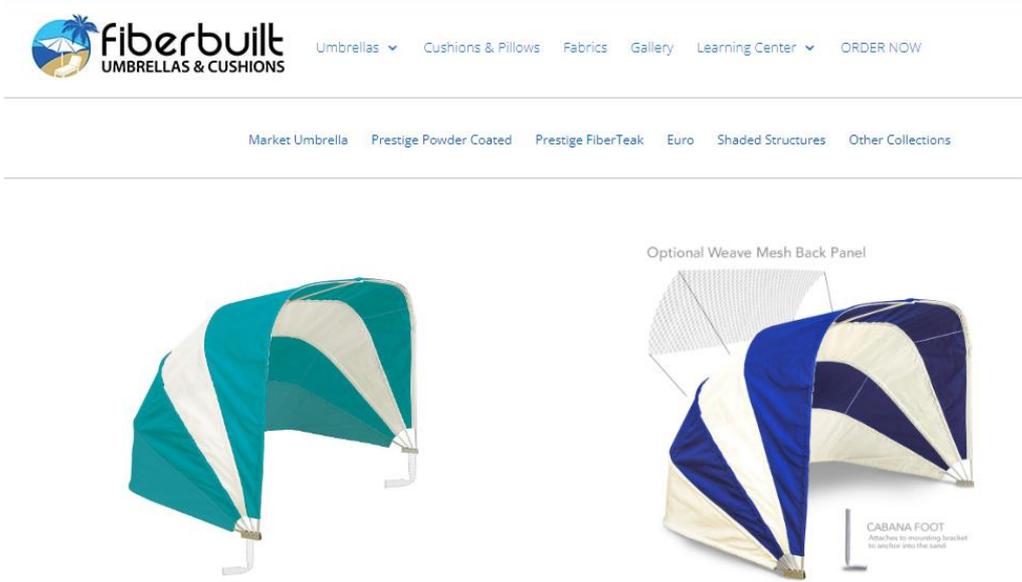
€115.950

Código: 0628126

Cantidad

Agregar 

Anexo 7. Imágenes de referencia para la implementación de la segunda propuesta.

Elemento
<p>Toldo plegable</p> 

Anexo 8. Imágenes de referencia para la implementación de la tercera propuesta.

Elemento
<p>Estructura del toldo retráctil</p> 

Elemento

Cobertor para toldo



EPA

Buscar en toda la tienda...

Productos ▾ Nuevos Tiendas ▾ Ideas ▾ Promociones ▾ Acción Social ▾ Preferidos Únete al equipo Venta Empresas Navidad ▾

Inicio / Productos / Jardín / Exteriores / Toldos y sombrillas / Cobertor para toldo retráctil 2,9 x 2 m beige

Cobertor para toldo retráctil 2,9 x 2 m beige

€32.950

Código: 0628178

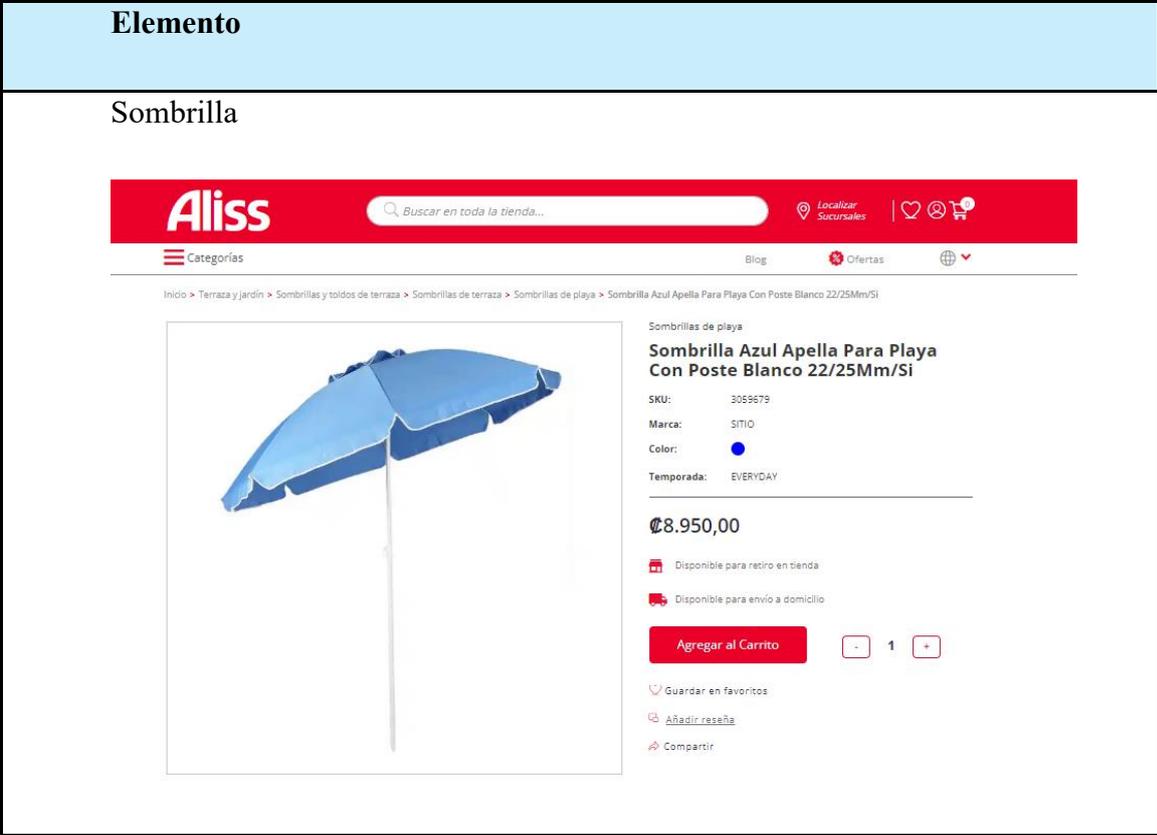
Cantidad

1 **Agregar**

Anexo 9. Imágenes de referencia para la implementación de la propuesta de sobra para el exterior.

Elemento

Sombrilla



Aliss

Buscar en toda la tienda...

Localizar Sucursales

Categorías Blog Ofertas

Inicio > Terraza y jardín > Sombrillas y toldos de terraza > Sombrillas de terraza > Sombrillas de playa > Sombrilla Azul Apella Para Playa Con Poste Blanco 22/25Mm/Si

Sombrillas de playa

Sombrilla Azul Apella Para Playa Con Poste Blanco 22/25Mm/Si

SKU: 3059679

Marca: SITIO

Color: ●

Temporada: EVERYDAY

€8.950,00

Disponibles para retiro en tienda

Disponibles para envío a domicilio

Agregar al Carrito - 1 +

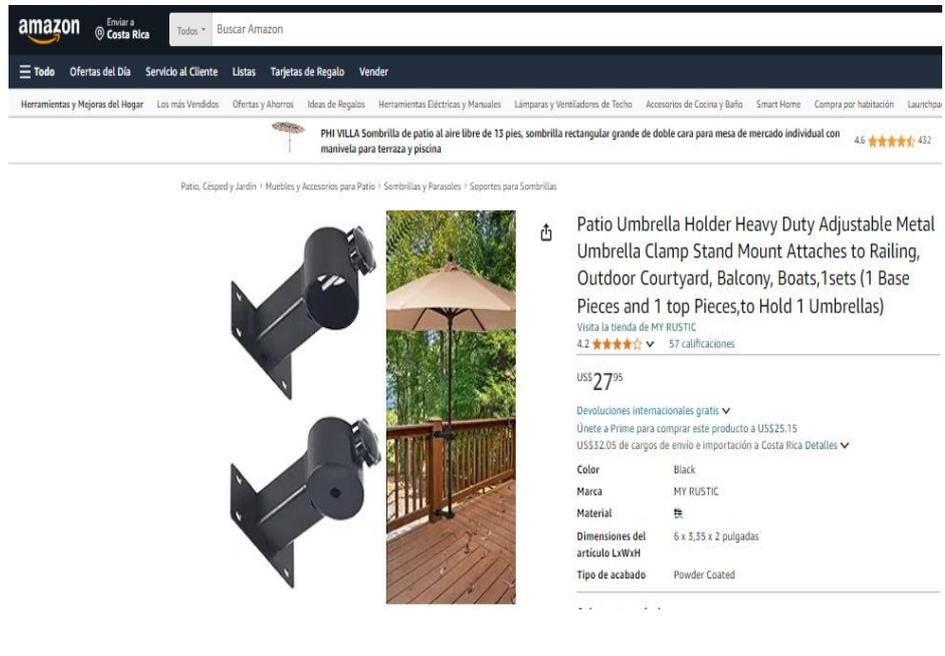
Guardar en favoritos

Añadir reseña

Compartir

Elemento

Soportes para Sombrillas



The screenshot shows the Amazon website interface for a product search. At the top, there is a navigation bar with the Amazon logo, location (Costa Rica), and a search bar. Below the navigation bar, there are several category links: Herramientas y Mejoras del Hogar, Los más Vendidos, Ofertas y Ahorros, Ideas de Regalos, Herramientas Eléctricas y Manuales, Lámparas y Ventiladores de Techo, Accesorios de Cocina y Baño, Smart Home, Compra por habitación, and Launchpad. A featured product banner for a PHI VILLA patio umbrella is visible. The main product listing is for a 'Patio Umbrella Holder Heavy Duty Adjustable Metal Umbrella Clamp Stand Mount Attaches to Railing, Outdoor Courtyard, Balcony, Boats, 1sets (1 Base Pieces and 1 top Pieces,to Hold 1 Umbrellas)'. The product is shown in two views: a close-up of the black metal clamp and a photo of the clamp installed on a wooden deck railing with a tan patio umbrella. The product has a price of US\$ 27.95, a 4.2-star rating from 57 reviews, and is sold by MY RUSTIC. Technical specifications include: Color: Black, Marca: MY RUSTIC, Material: Metal, Dimensiones del artículo LxWxH: 6 x 3,35 x 2 pulgadas, and Tipo de acabado: Powder Coated.

amazon **Enviar a Costa Rica** Todos

Todo Ofertas del Día Servicio al Cliente Listas Tarjetas de Regalo Vender

Herramientas y Mejoras del Hogar Los más Vendidos Ofertas y Ahorros Ideas de Regalos Herramientas Eléctricas y Manuales Lámparas y Ventiladores de Techo Accesorios de Cocina y Baño Smart Home Compra por habitación Launchpad

PHI VILLA Sombrilla de patio al aire libre de 15 pies, sombrilla rectangular grande de doble cara para mesa de mercado individual con manivela para terraza y piscina 4.6 ★★★★★ 432

Patio, Césped y Jardín > Muebles y Accesorios para Patio > Sombrillas y Parasoles > Soportes para Sombrillas

Patio Umbrella Holder Heavy Duty Adjustable Metal Umbrella Clamp Stand Mount Attaches to Railing, Outdoor Courtyard, Balcony, Boats, 1sets (1 Base Pieces and 1 top Pieces,to Hold 1 Umbrellas)

Visita la tienda de MY RUSTIC

4.2 ★★★★★ 57 calificaciones

US\$ **27.95**

Devoluciones internacionales gratis

Únete a Prime para comprar este producto a US\$25.15

US\$32.05 de cargos de envío e importación a Costa Rica Detalles

Color Black

Marca MY RUSTIC

Material Metal

Dimensiones del artículo LxWxH 6 x 3,35 x 2 pulgadas

Tipo de acabado Powder Coated