

UNIVERSIDAD NACIONAL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

INSTITUTO REGIONAL DE ESTUDIOS EN SUSTANCIAS TÓXICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL GRADO DE *MAGISTER SCIENTIAE* EN  
SALUD OCUPACIONAL CON ÉNFASIS EN HIGIENE AMBIENTAL

“ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA EXPOSICIÓN AL CALOR Y POSIBLES EFECTOS EN  
LA SALUD DE TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS: UN  
ESTUDIO DE CASO DE UNA INSTITUCIÓN CON LABORES EN LAS REGIONES  
GEOGRÁFICO CLIMÁTICAS VALLE CENTRAL Y PACÍFICO NORTE”

PRESENTA:

MARICRUZ CHAVARRÍA CASTRILLO

UNIVERSIDAD NACIONAL, HEREDIA, COSTA RICA

2025

“Estudio exploratorio de la exposición al calor y posibles efectos en la salud de trabajadores de mantenimiento y construcción de vías: Un estudio de caso de una institución con labores en las regiones geográfico climáticas Valle Central y Pacífico Norte”

Maricruz Chavarría Castrillo

Tesis presentada para optar por el grado de Magister Scientiae en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental, cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2025



Estudio exploratorio de la exposición al calor y posibles efectos en la salud de trabajadores de mantenimiento y construcción de vías: Un estudio de caso de una institución con labores en las regiones geográfico climáticas Valle Central y Pacífico Norte © 2025 by Maricruz Chavarría Castrillo is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **INTEGRANTES DEL TRIBUNAL EXAMINADOR**

Dr. Greivin Rodríguez Calderón

Representante del Consejo Central de Posgrado

Berna Van Wendel, MSc., PhD.

Representante de la Coordinación del Posgrado

Jennifer Crowe, MSc., PhD.

Tutora de tesis

Douglas Barraza Ruíz, MSc.

Miembro del Comité Asesor

Daniel Rojas Valverde, MSc., PhD.

Miembro del Comité Asesor

Maricruz Chavarría Castrillo

Sustentante

Consejo Central de Posgrado  
Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar  
Maestría en Salud Ocupacional

**UNA-MSO-ATFG-02 -2025**

**ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TESIS DE MAETRÍA**

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las diez horas del jueves 15 de mayo de 2025 bajo la modalidad virtual por medio de la plataforma Teams,

<b>Nombre de la persona sustentante</b>	<b>Número identificación</b>	<b>Ubicación geográfica durante la defensa</b>
<b>Maricruz Chavarría Castrillo</b>	<b>114530326</b>	<b>Cartago, Cartago, San Blas, Ubicación Laboral</b>

Quien se acoge a la Normativa de Trabajos Finales de Graduación en Posgrado y el Reglamento Interno de la Maestría en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental, bajo la modalidad de tesis para optar al grado de **Magíster Scientiae**.

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:

<b>Grado académico</b>	<b>Nombre completo</b>	<b>Puesto</b>	<b>Ubicación geográfica durante la defensa</b>
Dr.	Greivin Rodríguez Calderón	Representante del Consejo Central de Posgrado, quien preside	San Pablo de Heredia, Casa de habitación
M.Sc.	Keneth Masís Leandro	Coordinador (a) del posgrado o <b>representante</b>	Oficina del IRET, Campus Omar Dengo, UNA

Ph.D	Jennifer Crowe	Tutor (a) de tesis	Oficina del IRET, Campus Omar Dengo, UNA
M.Sc.	Douglas Barraza Ruiz	Miembro del Comité Asesor	UTN Sede Guanacaste, Cañas, Guanacaste
Ph.D	Daniel Rojas Valverde	Miembro del Comité Asesor	Casa de Habitación (Modalidad Mixta), Central, San Pablo, Heredia.

### **ARTÍCULO 1: Presentación de la persona sustentante**

La persona que preside abre formalmente la sesión del Tribunal Examinador e inquiriere a la coordinación del posgrado sobre el cumplimiento de los requisitos para este acto por parte de la persona sustentante.

El o la representante del posgrado declara que la persona sustentante ha cumplido con todos los requisitos del Plan de Estudios correspondiente, ha realizado su proceso de investigación bajo los cánones del rigor académico, con el auxilio de su comité asesor de tesis, y ha satisfecho sus obligaciones académicas y financieras con el Programa de Posgrado, lo cual le hace idónea para este acto.

### **ARTÍCULO 2: Defensa y réplica**

La persona que preside le solicita a la persona sustentante que proceda a hacer la exposición oral, para lo cual le otorga un plazo máximo de 40 minutos.

La persona sustentante hace la exposición oral del trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA EXPOSICIÓN AL CALOR Y POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD DE TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS: UN ESTUDIO DE CASO DE UNA INSTITUCIÓN CON LABORES EN LAS REGIONES GEOGRÁFICO CLIMÁTICAS VALLE CENTRAL Y PACÍFICO NORTE”**

Terminada la presentación, la persona que preside otorga la palabra a los miembros del Tribunal Examinador para que se refieran a la tesis de maestría presentada. Los miembros del Tribunal Examinador interrogan a la persona sustentante, quien con la venia de la persona que preside procede a hacer su réplica para satisfacer las cuestiones que se le plantean.

### **ARTÍCULO 3: Deliberación privada del Tribunal Examinador**

La persona que preside solicita a la persona sustentante y a la concurrencia que se retiren con el fin de que el Tribunal Examinador proceda a su deliberación privada en relación con el trabajo escrito, exposición oral y su capacidad de réplica ante las preguntas y comentarios del Tribunal.

### **ARTÍCULO 4: Evaluación de la tesis**

La persona que preside comunica a la persona sustentante el resultado de la deliberación, por el cual este Tribunal Examinador considera el trabajo de graduación:

X	Aprobado
	Reprobado

	Con observaciones
X	Sin observaciones

Dichas observaciones deben ser incorporadas y entregadas en el plazo establecido en el Reglamento Interno del Posgrado.

De acuerdo con el artículo 55 del Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado y el Artículo 80 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional, se le confiere la calificación de 9,5. De acuerdo con el artículo 81 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje se le otorga la mención de:

	Cum Laude
	Magna Cum Laude
	Summa Cum Laude
	No aplica

**Justificación de la mención otorgada:**

---

---

---

---

### **ARTÍCULO 5: Otorgamiento del grado de Máster**

La persona que preside el Tribunal Examinador declara a **Maricruz Chavarría Castrillo**, acreedor (a) al grado de **Magister Scientiae en Salud Ocupacional**.

**ARTÍCULO 6: Cierre de la defensa pública**

La persona que preside indica a la persona sustentante su obligación de presentarse al acto público de juramentación, al que será oportunamente convocada por la Universidad Nacional.

Se da lectura al acta que firma el representante del Consejo Central de Posgrado, quien preside, a las 11:36 horas del 15 de mayo de 2025.

**Observaciones indicadas por el Tribunal Examinador al documento final y/o de la defensa pública:**

---

---

---

---

GREIVIN RODRIGUEZ CALDERON (FIRMA)  
PERSONA FISICA, CPF-06-0308-0449.  
Fecha declarada: 16/05/2025 03:48:46 PM  
Esta es una representación gráfica únicamente,  
verifique la validez de la firma.

**Dr. Greivin Rodríguez Calderón**  
Representante  
Consejo Central de Posgrado, quien preside.

## RESUMEN

**Antecedentes:** La exposición ocupacional al calor y estrés térmico puede generar efectos adversos en la salud, como lesiones, accidentes y enfermedades como la enfermedad renal crónica de causas no tradicionales (ERCnt). En Costa Rica, las altas temperaturas afectan a trabajadores de mantenimiento y construcción de vías, especialmente en el Pacífico Norte, una región cálida y seca. Costa Rica cuenta con un reglamento para proteger a los trabajadores ante el estrés térmico, sin embargo, el mismo no es específico en cuales ocupaciones presentan más vulnerabilidad. Este estudio exploratorio tiene como objetivo determinar la exposición a calor y los posibles efectos en la salud en una muestra de trabajadores de mantenimiento y construcción de vías en dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central (San José) y el Pacífico Norte (Guanacaste).

**Métodos:** Se llevó a cabo un estudio exploratorio realizado en 2 visitas de campo en dos momentos diferentes separados por un lapso de tiempo de 3 meses (tiempo en el que una TFGe disminuida es clínicamente relevante). Recolectando datos de 25 trabajadores en la primera visita y 17 en la segunda. Se midió la carga térmica mediante el índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) y la carga metabólica según la norma ISO 7243. Además, se aplicaron cuestionarios de antecedentes médicos y laborales, de conocimiento y percepción del riesgo de exposición al calor y de síntomas presentados. Se tomaron muestras biológicas (sangre y orina) para analizar la creatinina sérica (SCr) y la densidad urinaria (USG).

**Resultados:** Durante la primera visita el 82,3% de los trabajadores del Pacífico Norte fueron clasificados como expuestos a estrés térmico según la ISO 7243, en comparación con el 0% en el Valle Central, siendo esta diferencia significativa (Prueba de Fisher,  $p < 0,001$ ). En relación con la deshidratación ( $USG \geq 1,025$ ), la prevalencia fue mayor en el Pacífico Norte (64,7%) que en el Valle Central (37,5%) durante la primera visita, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Prueba de Fisher,  $p = 0,39$ ). Para la creatinina sérica ( $SCr \geq 1,25$  mg/dL), los niveles elevados fueron

más prevalentes en el Valle Central (25%) que en el Pacífico Norte (11,8%) durante la primera visita, pero sin diferencias significativas entre ambas regiones (Prueba de Fisher,  $p=0,57$ ).

**Conclusión:** Los trabajadores del Pacífico Norte estuvieron significativamente más expuestos a estrés térmico durante la primera visita en comparación con los del Valle Central, reflejando la influencia de las condiciones climáticas más cálidas de esta región. Aunque no se observaron diferencias significativas en la prevalencia de deshidratación o niveles elevados de creatinina sérica entre las regiones, los hallazgos resaltan la necesidad de mejorar en la implementación de medidas preventivas en el Pacífico Norte para mitigar los riesgos de salud ocupacional asociados al calor.

## **ABSTRACT**

**Background:** Occupational heat and heat stress exposure can cause adverse health effects, such as injuries, accidents, and diseases, including chronic kidney disease of non-traditional causes (CKDnT). In Costa Rica, high temperatures affect road workers, especially in the Pacific North, a warm and dry region. Costa Rica has regulations to protect workers from heat stress; however, these do not specify which occupations are most vulnerable. This exploratory study aimed to determine heat exposure and potential health effects in a sample of road maintenance and construction workers in two geographically and climatically distinct regions: the Central Valley (San José) and the Pacific North (Guanacaste).

**Methods:** An exploratory study was conducted across two field visits separated by three months (The time period during which a reduced eGFR is clinically significant). Data were collected from 25 workers during the first visit and 17 during the second. Heat load was measured using the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) index and metabolic workload according to ISO 7243. Questionnaires were administered to assess medical and occupational history, knowledge and perception of heat exposure risk, and reported symptoms. Biological samples (blood and urine) were collected to analyze serum creatinine (SCr) and urine specific gravity (USG).

**Results:** During the first visit, 82.3% of workers in the Pacific North were classified as exposed to heat stress according to ISO 7243, compared to 0% in the Central Valley, with this difference being statistically significant (Fisher's exact test,  $p < 0,001$ ). Regarding dehydration ( $USG \geq 1,025$ ), prevalence was higher in the Pacific North (64,7%) compared to the Central Valley (37,5%) during the first visit, although this difference was not statistically significant (Fisher's exact test,  $p = 0,39$ ). Elevated serum creatinine levels ( $SCr \geq 1,25$  mg/dL) were more prevalent in the Central Valley (25%) compared to the Pacific North (11,8%) during the first visit, but no statistically significant differences were observed between regions (Fisher's exact test,  $p = 0,57$ ).

**Conclusion:** Workers in the Pacific North were significantly more exposed to heat stress during the first visit compared to those in the Central Valley, reflecting the influence of the region's warmer climatic conditions. Although no significant differences were observed in dehydration prevalence or elevated serum creatinine levels between regions, the findings underscore the need to improve the implementation of preventive measures in the Pacific North to mitigate occupational health risks associated with heat exposure.

### **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a mi tutora Jennifer por su tiempo, dedicación y siempre tener las palabras correctas para seguir alentándome en este recorrido, una gran persona y profesional a quien admiro mucho.

A mi equipo asesor Daniel y Douglas por su tiempo, apoyo y recomendaciones.

A mis amigos de vida Sofia, Andrea, Leonardo, María y Pla por siempre estar y escucharme. A mis buenos colegas y amigos de la maestría Álvaro, Wendy y Hugo.

A mis fieles compañeros Toto, Pepe y Beethoven por su compañía incansable en este proceso. Y a todas aquellas personas de la universidad y otras entidades que me apoyaron de una u otra forma para hacer esto posible.

**Dedicatoria**

A Milow

## Tabla de contenido

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	22
2.	ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO .....	24
2.1.	Regulación térmica corporal y carga térmica.....	24
2.2.	Estrés térmico por calor.....	25
2.3.	Función renal y la enfermedad renal crónica no tradicional (ERCnt).....	27
2.4.	Monitoreo ocupacional y exposición ocupacional al calor: métodos de análisis. ....	29
2.5.	La ocupación de mantenimiento y construcción de carreteras .....	30
3.	OBJETIVOS .....	32
3.1.	OBJETIVO GENERAL .....	32
3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	32
4.	METODOLOGÍA .....	33
4.1.	DISEÑO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	33
4.1.1.	Diseño del estudio .....	33
4.1.2.	Reclutamiento de participantes .....	33
4.1.3.	Visitas de campo .....	34
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA.....	37
4.2.1.	Medición de la masa corporal y talla.....	37
4.2.2.	Observación en campo .....	37
4.2.3.	Frecuencia cardíaca.....	38
4.2.4.	Estimación de la carga metabólica .....	38

4.2.5.	Mediciones de TGBH.....	39
4.2.6.	Estimación de la exposición a estrés térmico .....	39
4.3.	APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS.....	40
4.3.1.	Cuestionario de antecedentes médicos e historia laboral .....	40
4.3.2.	Cuestionario de conocimiento y percepción.....	41
4.3.3.	Cuestionario de síntomas .....	41
4.4.	RECOLECCIÓN Y ANALISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS .....	41
4.4.1.	Muestras de orina .....	41
4.4.2.	Muestras de sangre .....	42
4.4.3.	Estimación de la Tasa de Filtración Glomerular (TFGe) .....	42
4.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	43
5.	RESULTADOS .....	44
5.1.	Población de estudio.....	44
5.1.1.	Caracterización sociodemográfica de la población .....	44
5.1.2.	Antecedentes médicos .....	46
5.1.3.	Antecedentes ocupacionales.....	46
5.2.	Carga térmica .....	48
5.2.1.	Frecuencia cardiaca .....	48
5.2.2.	Carga metabólica.....	50
5.2.3.	Mediciones de TGBH.....	54
5.2.4.	Estimación a estrés térmico .....	56

5.3.	Biomarcadores.....	57
5.3.1.	Densidad Urinaria (USG).....	57
5.3.2.	Creatinina sérica (SCr).....	60
5.3.3.	Tasa estimada de filtración glomerular (TFGe) .....	69
5.4.	Síntomas .....	77
5.5.	Conocimiento y percepción del riesgo .....	78
6.	DISCUSIÓN .....	83
7.	LIMITACIONES Y ALCANCES .....	90
8.	CONCLUSIONES .....	91
9.	RECOMENDACIONES .....	93
10.	BIBLIOGRAFIA.....	94
11.	APÉNDICES.....	107
12.	ANEXOS.....	122
12.1.	Consentimiento Informado.....	122
12.2.	Cuestionario de antecedentes médicos e historial laboral .....	125
12.3.	Cuestionario de conocimiento y percepción del riesgo de exposición al calor .....	140
12.4.	Cuestionario de síntomas de sobre exposición al calor .....	141
12.5.	Bitácora de observación .....	145
12.6.	Bitácora de TGBH.....	147

## Lista de cuadros

<b>Cuadro 1</b> Distribución e información obtenida de los participantes presentes en las visitas .....	36
<b>Cuadro 2</b> Información sociodemográfica de la población con datos completos en la visita 1. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco. ....	44
<b>Cuadro 3</b> Medicamentos utilizados por padecimientos y enfermedades .....	46
<b>Cuadro 4</b> Características ocupacionales de los participantes del estudio. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco.....	47
<b>Cuadro 5</b> Distribución de la frecuencia cardiaca de los participantes por región y día de visita.....	50
<b>Cuadro 6</b> Descripción de tareas por puesto de trabajo.....	50
<b>Cuadro 7</b> Distribución de la carga metabólica de los participantes por región y día de visita .....	51
<b>Cuadro 8</b> Clasificación de la intensidad de trabajo de los participantes según la ISO 7243 (AENOR: 2017) .....	52
<b>Cuadro 9</b> Mediciones de TGBH en exteriores por región y por visita.....	56
<b>Cuadro 10</b> Exposición a estrés térmico en los participantes del estudio según la ISO 7243 (AENOR, 2017). .....	57
<b>Cuadro 11</b> Exposición a estrés térmico por grupo de trabajo según la ISO 7243 (AENOR, 2017)	57
<b>Cuadro 12</b> Distribución SCr del total de participantes (de ambos sitios) por número de visita. ....	60
<b>Cuadro 13</b> Distribución de los niveles de creatinina (mg/dL) y prevalencia de creatinina alta.....	60
<b>Cuadro 14</b> Resultados de los análisis bivariados con creatinina sérica como variable dependiente continua de la visita 1 ( $n = 25$ )......	66
<b>Cuadro 15</b> Análisis bivariado con creatinina sérica Visita 1 como variable respuesta continua y exposición a estrés térmico el día de Visita 1 como variable explicativa .....	66
<b>Cuadro 16</b> Resultados de los análisis bivariados (logísticos) con condición SCr alta (sí/no) como variable dependiente para la primera visita.....	68

<b>Cuadro 17</b> Análisis bivariado con condición de SCr alta (sí/no) como variable dependiente y exposición a estrés térmico como variable explicativa de la visita 1. ....	68
<b>Cuadro 18</b> Categorías de filtrado glomerular.....	69
<b>Cuadro 19</b> Distribución de la TFGe del total de participantes (de ambos sitios) por visita.....	70
<b>Cuadro 20</b> Distribución de los niveles TFGe para ambas regiones y proyectos.....	70
<b>Cuadro 21</b> Clasificación de la tasa de filtración glomerular de los trabajadores por región y proyectos. ....	71
<b>Cuadro 22</b> Análisis bivariados con TFGe como variable dependiente. Visita 1 (n=25).....	75
<b>Cuadro 23</b> Análisis bivariado con TFGe continua como variable dependiente visita 1. ....	75
<b>Cuadro 24</b> Resultados de los análisis bivariados (logísticos) con condición de TFGe (Normal/No normal) como variable dependiente visita 1.....	76
<b>Cuadro 25</b> Análisis bivariado con condición de TFGe (Normal/No normal) como variable dependiente y exposición a estrés térmico como variable explicativa visita 1. ....	76
<b>Cuadro 26</b> Reporte de síntomas durante la semana previa a las visitas en ambos proyectos .....	78
<b>Cuadro 27</b> Resultados del cuestionario de percepción del riesgo ambos proyectos. ....	78
<b>Cuadro 28</b> Matriz de correlación de Spearman para las puntuaciones de percepción del riesgo, Valle Central. ....	80
<b>Cuadro 29</b> Matriz de correlación de Spearman para las puntuaciones de percepción del riesgo. Pacifico Norte.....	80
<b>Cuadro 30</b> Comparación de la percepción del riesgo entre ambos proyectos. Wilcoxon rank-sum	81
<b>Cuadro 31</b> Análisis descriptivo conocimiento y percepción sobre el riesgo de exposición al calor, por sitio de investigación.....	82

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Línea de tiempo de las visitas de campo.....	36
<b>Figura 2.</b> Registro del trabajador MZQ con tareas de peón del Valle Central Visita 1 del 26 de noviembre 2021.....	49
<b>Figura 3.</b> Registro del trabajador 8KG con tareas de Instructor Pacífico Norte Visita 1 del 11 de noviembre 2021.....	49
<b>Figura 4.</b> Registro del trabajador QRU con tareas de maquinista Pacífico Norte Visita 1 del 11 de noviembre 2021.....	49
<b>Figura 5.</b> Distribución de la tasa metabólica estimada para las distintas visitas del estudio.....	51
<b>Figura 6.</b> Tasa metabólica media de los trabajadores del proyecto del Valle Central presente en ambas visitas.....	53
<b>Figura 7.</b> Tasa metabólica media de los trabajadores del proyecto del Pacífico Norte presente en ambas visitas. ....	53
<b>Figura 8.</b> Índice de TGBH en exteriores en la muestra observada en el Valle Central.....	54
<b>Figura 9.</b> Índice de TGBH en exteriores en la muestra observada en el Pacífico Norte. ....	55
<b>Figura 10.</b> Frecuencia de los valores de USG para la visita 1 en el Valle Central y Pacífico Norte.....	58
<b>Figura 11.</b> Frecuencia de niveles de USG para la Visita 2 en el Valle Central y Pacífico Norte.....	58
<b>Figura 12.</b> Estado de hidratación del proyecto Valle Central por puesto de trabajo. Se compara peones y no peones (inspectores y operadores de maquinaria).....	59
<b>Figura 13.</b> Estado de hidratación del proyecto Pacífico Norte por puesto de trabajo. Se compara peones y no peones (inspectores y operadores de maquinaria).....	59
<b>Figura 14.</b> Gráfico de caja para las mediciones de creatinina sérica para ambas regiones y visitas.....	61
<b>Figura 15</b> Distribución de la diferencia en los niveles de SCr (mg/dl) visita dos menos visita uno	63
<b>Figura 16</b> Creatinina en sangre de los trabajadores del Valle Central presentes en ambas visitas ..	63

<b>Figura 17</b> Creatinina en sangre de los trabajadores del Pacífico Norte presentes en ambas visitas.	64
<b>Figura 18</b> Mediciones de SCr de visita 1 (n=25), noviembre 2021. ....	65
<b>Figura 19</b> Línea de regresión lineal del IMC, como variable explicativa del nivel de SCr para la visita 1 (n=25).....	67
<b>Figura 20</b> Distribución de la TFGe para ambas regiones y visitas.....	71
<b>Figura 21</b> Distribución de la diferencia en las mediciones de TFGe entre visitas (Visita 2 menos visita 1). ....	73
<b>Figura 22</b> TFGe de los trabajadores del proyecto Valle Central presentes en ambas visitas (n=5). 73	
<b>Figura 23</b> TFGe de los trabajadores del proyecto Pacifico Norte presentes en ambas visitas. ....	74
<b>Figura 24</b> Puntajes de percepción del riesgo para cada atributo según ubicación geográfica. ....	79

## **I. Lista de Abreviaturas**

AKI: daño renal agudo por su abreviatura en inglés (acute kidney injury)

CDC: Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos, por sus siglas en inglés (Center for Disease Control and Prevention)

ERCnt: Enfermedad renal crónica no tradicional

IMN: Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica

INSST: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España

ISO: Organización Internacional de Normalización por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization)

NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos por su abreviatura en inglés (National Institute for Occupational Safety and Health)

NTP: Nota técnica de prevención de España

OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional Estados Unidos por sus siglas en inglés (Occupational Safety and Health Administration)

SCr: Creatinina sérica por su abreviatura en inglés

TFGe: Tasa de filtración glomerular estimado

TGBH: Temperatura de globo y bulbo húmedo

USG: Densidad urinaria por su abreviatura en inglés (urine specific gravity)

IMC: Índice de masa corporal

## **II. Descriptores**

Estrés térmico por calor, función renal, mantenimiento y construcción de vías, salud ocupacional, Costa Rica

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Las altas temperaturas en el ámbito laboral pueden generar efectos adversos en la salud que se encuentran asociados tanto a las condiciones del medio ambiente o clima en donde se está realizando labores, así como, al esfuerzo físico, indumentaria, equipos utilizados, duración de las tareas, y a factores de riesgo individuales de cada trabajador (Cheung et al., 2016; Lucas et al., 2014).

Diferentes investigaciones a lo largo de los años han evidenciado que el estrés térmico en ocupaciones expuestas a calor ha provocado efectos en la salud de los trabajadores como calambres musculares, fatiga, mareos, boca seca, náuseas, golpe de calor, fiebre, síncope de calor, y hasta la muerte (Acharya et al., 2018; Arbury et al., 2014; Fatima et al., 2021; Lundgren et al., 2014a).

Durante los últimos años ha incrementado el interés a nivel ocupacional de continuar el estudio de dichos efectos en la salud especialmente en la región Mesoamericana debido a la epidemia de enfermedad renal crónica de causa no tradicional (ERCnT) que enfrenta esta región y que ha sido asociada también a este factor de riesgo (OPS-OMS, 2017a; Wesseling et al., 2020).

A raíz de investigaciones realizadas principalmente en ocupaciones agrícolas, el Programa Salud, Trabajo y Ambiente en América Central (SALTRA) se ha encargado de organizar talleres interdisciplinarios. En estos, especialistas, investigadores y otros actores interesados de distintos países se reúnen a discutir sobre la ERCnT. Como resultado de estos talleres, se indica que la ERCnT tiene un componente ocupacional predominante, relacionado con la exposición al calor, el trabajo extenuante, así como, rehidratación y descansos insuficientes como factores de riesgo de esta enfermedad (Wegman et al., 2015).

Las personas trabajadoras expuestas al calor son particularmente vulnerables cuando no tienen el control sobre la carga de trabajo, descansos, horarios, organización laboral e hidratación (Crowe et al., 2020). Y aunque existan matrices de exposición ocupacional a agentes químicos, físicos, biológicos y psicosociales (García et al., 2011), la exposición al calor es poco común encontrarla.

A escala nacional, Costa Rica ha sido un país pionero en cuanto a acciones relacionadas a la prevención y atención de enfermedades relacionadas al estrés térmico. Esto se denota en la ejecución

del Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas al estrés térmico por calor (N° 39147-S-TSS) (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [MTSS], 2015), y el Decreto N° 39709-S de zonas endémicas para la vigilancia epidemiológica de la ERCnt (Ministerio de Salud [MS], 2016). No obstante, aunque se establece que se utilizará el índice de calor y las zonas endémicas para ERCnt para identificar cuáles trabajadores requieren la aplicación de esta reglamentación, no son claros en indicar cuáles son las ocupaciones más vulnerables. La presente investigación fue realizada en dos regiones geográfico-climáticas: el Valle Central caracterizado por climas secos donde hay influencia del pacífico, en las partes medias un clima templado y en las partes altas un clima lluvioso y frío. Por otro lado, el Pacífico Norte es una de las zonas más secas y cálidas del país, caracterizado por climas templados (mesotermal) y áreas de clima tropical con estación seca (IMN, 2023; Solano y Villalobos, s. f.)

Se encuentran documentados los efectos en la salud generados por la exposición al calor en diferentes ocupaciones de la agricultura o construcción (Crowe et al., 2022a; Masis, 2023; Petropoulos et al., 2023; Venugopal et al., 2020; Wesseling et al., 2016). La mayor parte de la literatura sobre salud laboral en ocupaciones relacionadas al mantenimiento y construcción de vías o carreteras se relaciona con exposiciones químicas, biológicas y físicas. Por ejemplo, se ha documentado la inhalación de subproductos del asfalto y otros materiales similares, problemas músculo esqueléticos, exposición a ruidos y vibraciones (Abrar et al., 2017; Agostini et al., 2010; Chauhan et al., 2010; Choi et al., 2007; Villarini et al., 2021). Las investigaciones que han incluido ocupaciones relacionadas o similares al mantenimiento o construcción de vías han documentado la presencia de estrés térmico (Golbabaie et al., 2016; Mata, 2007; Venugopal et al., 2015a), mientras que otras han reportado que las personas trabajadoras perciben altas temperaturas durante el trabajo en carreteras de asfalto y concreto (Lee et al., 2023).

Por lo que, resalta la importancia de analizar la exposición al calor de la ocupación de mantenimiento y construcción de vías y los potenciales efectos en la salud que esta pueda tener. Adicionalmente, es relevante documentar el nivel de conocimiento y percepción sobre el riesgo de trabajar expuestos a

calor y además a nueve años de contar con reglamentación nacional en la temática conocer su aplicación en este contexto, generando así, información que permita identificar limitaciones y oportunidades para mejorar la comunicación alrededor de estos temas, así como mejorar condiciones actuales en estas poblaciones.

## **2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO**

### **2.1. Regulación térmica corporal y carga térmica**

La termorregulación es esencial para el bienestar humano. Mantener una temperatura corporal adecuada es indispensable ya que diferencias de  $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$  pueden ser mortales para una persona (Lim et al., 2008). La temperatura humana normal varía de entre los  $36,16^{\circ}\text{C}$  y los  $37,02^{\circ}\text{C}$  (Geneva et al., 2019) y depende de diversos factores propios del individuo como lo son la edad, género y condiciones médicas (Kelly, 2006).

El ser humano posee mecanismos de regulación térmica corporal que le permiten mantener la temperatura normal. La sudoración es una forma de enfriamiento, en la cual, a medida que el sudor se evapora de la piel lleva consigo calor. La vasodilatación y vasoconstricción regulan la cantidad de sangre que fluye a la superficie de la piel afectando la pérdida de calor. El temblor muscular mediante movimientos involuntarios genera calor. Y el control desde el hipotálamo permite detectar cambios de temperatura en el cuerpo y generar respuestas que mantienen la homeostasis interna (Kenney et al., 2012; Parsons, 2014). Sin embargo, cuando la termorregulación se ve comprometida por la carga térmica o condiciones extremas estos mecanismos pueden resultar ineficientes al cuerpo para mantener la temperatura normal.

La carga térmica está compuesta por la carga ambiental que comprende a la temperatura y la humedad y la carga metabólica o física generada por los movimientos del cuerpo y procesos metabólicos (Parsons, 2014). Realizar monitoreo de la carga ambiental y metabólica en poblaciones que realizan

actividades de gran demanda física es importante en especial si se encuentran bajo condiciones ambientales calientes tales como los deportistas (Casa et al., 2005; O'Connor et al., 2018), así como, personas trabajadoras bajo ambientes extremos (Garzon-Villalba et al., 2016; McEntire et al., 2013). Si se produce un aumento en la temperatura interna se somete a la persona a estrés térmico por calor que puede generar daños graves en la salud tales como pérdida de la conciencia, confusión, así como, golpe de calor que podría llevar a la muerte (Kenney et al., 2012).

## **2.2. Estrés térmico por calor**

Cuando la carga térmica a la que está expuesta una persona está por encima de su capacidad para mantener su temperatura basal, el cuerpo se enfrenta a un desafío térmico o un estrés térmico. Al encontrarse en esta situación el cuerpo activa los mecanismos internos de enfriamiento buscando mantener la temperatura corporal dentro del rango seguro que generalmente es alrededor de los 37°C, para prevenir daños en la salud, sin embargo, si se trata de una condición extrema o una exposición prolongada a estrés térmico se aumenta el riesgo de sufrir enfermedad por calor (*heat illness*) (Kenney et al., 2012).

Investigaciones que han analizado la exposición al calor en diferentes ocupaciones desarrolladas tanto en áreas abiertas como en cerradas han documentado el calor como un riesgo para sus poblaciones en estudio. En Chennai, India, un estudio evaluó el estrés térmico en ocupaciones expuestas al calor: una fábrica de galletas, una cafetería (preparación de comida), una lavandería industrial, agricultura y construcción. Se evaluó el índice TGBH, tasa metabólica mediante la ISO 7243 (International Organization for Standardization, 2017) y el estrés térmico y productividad mediante la norma ISO 7933 (International Organization for Standardization, 2023), evidenciando exposición elevada al calor en todas las ocupaciones analizadas. Las personas trabajadoras reportaron problemas de salud asociados al calor tales como: sed, sudoración, calambres musculares, cansancio, debilidad, mareos, náuseas, vómitos y desmayos en las personas que participaron en el estudio (Lundgren et al., 2014b).

Otra investigación en India caracterizó los efectos del estrés térmico para dieciocho ocupaciones entre las que se encuentran construcción, mantenimiento de edificios y manejo de maquinaria pesada, en cuatro ciudades del mismo país. Con una población de estudio de 442 personas trabajadoras, se demostró que el 82% de esta población estuvo expuesta a niveles de TGBH que sobrepasaban el límite recomendado (31°C para trabajo ligero, 28°C para trabajo moderado y 27, 5 °C para trabajo pesado) en los meses calurosos y 42% en los meses más fríos. Fueron reportados síntomas de salud relacionados con la exposición calor y disminución de productividad (Venugopal et al., 2015a).

En California investigaciones indican que el trabajo agrícola puede exponer a las personas trabajadoras a estrés térmico, deshidratación e incluso problemas renales (Moyce et al., 2017). Además, los trabajadores al aire libre se encuentran potencialmente en riesgo ante el calor aunado a posibles condiciones sociodemográficas difíciles, inmigración, así como, la relación existente entre su conocimiento y percepción de este riesgo, que refleja la importancia de su evaluación y con ello conocer la calidad de los entrenamientos recibidos sobre el tema de estrés térmico (Stoecklin-Marois et al., 2013a).

En los Emiratos Árabes Unidos, un estudio señala cómo los trabajadores de construcción están propensos a estar en condición de estrés térmico por el fuerte trabajo y por las condiciones climáticas externas. La labor de construcción puede tener diferentes tareas. Entre las cuales se encuentran: palear, excavar, halar, disponer materiales de construcción como escombros, bloques de cemento, entre otros, que requieren gran esfuerzo (Ahmed et al., 2020).

Gubernot, indica que en los Estados Unidos la industria de la agricultura y la construcción tienen más fatalidades asociadas al calor comparado con otras industrias, además, poseen el porcentaje más alto de muertes asociadas a enfermedades producidas por el calor, de su estudio realizado en fatalidades por calor entre el 2000 y el 2010 la mayoría se encuentran en estos sectores (Gubernot et al., 2015).

En Irán, un estudio en trabajadores de áreas abiertas de diferentes ocupaciones expuestas al calor, mediante la medición del índice TGBH, frecuencia cardiaca, presión sanguínea y temperatura

determinó que constructores de carreteras, constructores de concreto, constructores y granjeros se encuentran entre las más expuestas al estrés térmico (Golbabaie et al., 2016).

Abrar et al. (2017), en su estudio sobre el estado de salud de los trabajadores durante la fase de construcción de proyectos de rehabilitación de carreteras, en Pakistán, identificaron riesgos y peligros potenciales para la salud de los trabajadores entre los que se encontraban la exposición al calor por las labores relacionadas a la elaboración de asfalto a altas temperaturas agravado por las condiciones climáticas (Abrar et al., 2017).

El calor representa un riesgo para las personas expuestas a este. Existe evidencia clara del aumento de temperatura por el cambio climático. Representando un riesgo elevado y catastrófico para la vida humana y mano de obra al aire libre, especialmente para poblaciones vulnerables en países en desarrollo (Agil et al., 2015; Watts et al., 2018). Es inequívoco que la influencia humana ha generado el cambio climático causando daños sustanciales y algunos irreversibles (Calvin et al., 2023), generando una problemática que perdura en el tiempo y cuyas predicciones tienden a un mayor y rápido aumento de temperatura para el siglo XXI (Coffel et al., 2018). Realzando la importancia en la inversión para la investigación en salud y trabajo de personas expuestas al calor (Agil et al., 2015; Stoecklin-Marois et al., 2013b).

### **2.3. Función renal y la enfermedad renal crónica no tradicional (ERCnt)**

Los riñones son órganos que desempeñan un papel vital para el cuerpo humano, que permiten mantener la función renal y homeostasis al filtrar productos de desecho de la sangre y que regula el equilibrio de otras sustancias químicas en el cuerpo (Chapman et al., 2021). Gracias a evidencia más reciente se ha logrado identificar que los riñones pueden encontrarse vulnerables a sufrir patologías o afectaciones debido a situaciones de estrés por calor (OPS-OMS, 2017a), obligando al cuerpo a responder de diversas maneras para mantener la temperatura normal, no obstante, cuando se combina con deshidratación se ejerce todavía una presión mayor sobre los riñones que puede desencadenar un daño renal agudo (AKI), que se caracteriza por una lesión y necrosis de las células renales que pone

en grave peligro al cuerpo humano (Chapman et al., 2021; Wesseling et al., 2020). Aunque la evidencia todavía no es clara, es altamente probable que si se dan repeticiones de este evento puede desencadenar en el padecimiento de la ERCnt (Correa-Rotter et al., 2014).

La ERCnt no presenta relación con los factores de riesgo comunes para la enfermedad renal como lo son la diabetes y obesidad, y se ha evidenciado que la misma afecta a personas jóvenes que se encuentran en trabajos de gran carga física bajo ambientes calurosos (Crowe et al., 2020; Wesseling et al., 2020).

En Mesoamérica, la exposición al calor no solo presenta afectaciones a corto plazo, sino también a largo plazo, por ejemplo, se ha demostrado que la exposición ocupacional a calor está vinculada con la ERCnt. La ERCnt fue declarada por la OPS como epidemia en las comunidades agrícolas de Centroamérica, donde ha cobrado la vida de muchos trabajadores especialmente jóvenes en los últimos años. Las tasas más altas de mortalidad por enfermedad renal crónica se registraron en El Salvador (47,36 por 100000 habitantes en el 2012) y Nicaragua (36,67 por 100000 habitantes en el 2013). Además, se encontraron cifras notables en Belice (11,51), Costa Rica (6,64), Guatemala (14,7), Panamá (9,52 por 100000 habitantes, todas en 2013), así como en algunas regiones de México (OPS-OMS, 2017b).

En Costa Rica, la ERCnt también ha afectado a la población. Wong et al., (2014), en una investigación realizada por la Caja Costarricense del Seguro Social sobre los factores de riesgo asociados a la enfermedad renal crónica en la Región Chorotega, Costa Rica, identificaron que los factores asociados a la presencia de esta enfermedad fueron la condición de ser peones agrícolas, trabajar en una jornada entre las diez de la mañana y dos de la tarde y el consumo habitual de analgésicos antiinflamatorios. En ese mismo sentido Wesseling et al., (2015) evidenciaron para Costa Rica que la mayor tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica se da principalmente en la provincia de Guanacaste y que son consistentes con componentes ocupacionales.

Otra investigación en el país documentó la exposición al calor y sus efectos en la función renal en peones y su comparación con otros puestos de trabajo en una empresa arrocera en Guanacaste demostrando que los peones quienes tenían la mayor carga de calor también tienen más riesgo de padecer función renal baja según la estimación de la TFGe calculado según la medición de creatinina en sangre (Crowe et al., 2020).

#### **2.4. Monitoreo ocupacional y exposición ocupacional al calor: métodos de análisis.**

La preocupación por la exposición ocupacional al calor ha aumentado en gran medida debido a los riesgos a la salud que enfrentan los trabajadores, por lo que, para asegurar la salud y la seguridad es importante estudiar las características térmicas de los ambientes de trabajo (Wang et al., 2023). Son muchos los factores que pueden incidir y pueden variar según la persona, así como, por el lugar donde se encuentren realizando los trabajos (Adams y Jardine, 2020).

Uno de los métodos más utilizados para monitorear los efectos asociados con estrés térmico es la aplicación de cuestionarios de sintomatología (Boonruksa et al., 2020; Crowe et al., 2015; Masis, 2023; Mirabelli et al., 2010). Los cuestionarios son herramientas accesibles, asequibles y fáciles de aplicar, sin embargo, entre sus limitantes está el autoreporte del encuestado y la confusión en síntomas relacionados con alguna infección viral u por otros padecimientos, enfermedades o por una intoxicación con agroquímicos (Brown y Ingianni, 2013; Safdar et al., 2016).

Por otro lado, el monitoreo de biomarcadores como creatinina sérica y densidad urinaria es otra de las metodologías utilizadas para analizar la función renal de los trabajadores expuestos al calor. La creatinina sérica es un subproducto metabólico muscular eliminado por los riñones, que mediante sus variaciones se puede estimar cambios en la filtración glomerular y permite identificar inicios de una función renal deficiente en los trabajadores de un estudio. El cálculo de la filtración glomerular es la forma más recomendada para estimar la función renal (Inker, 2018). No obstante, presenta como

limitante condiciones individuales de salud de la persona en análisis que pueden afectar su medición (Gonzalez y Nadal, 2017; Seegmiller et al., 2018).

La densidad urinaria, es un biomarcador que se utiliza para identificar el estado de hidratación corporal del trabajador (Crowe et al., 2022b; Masis, 2023) ya sea como exposición o efecto. Es una técnica que, aunque tenga sus limitaciones es útil para situaciones de campo al ser de fácil aplicación y no invasiva (Armstrong, 2007), además, es utilizada frecuentemente en estudios de análisis de exposición al calor (Brake y Bates, 2003; Crowe et al., 2022b; Masis, 2023).

Por otro lado, es importante también tomar en cuenta el monitoreo de la carga ambiental donde se realicen las labores. Para este monitoreo, se utiliza mayormente el Índice de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH), el cual, es un método reconocido en estudios y para análisis científicos (Binkley et al., 2002). Este índice contempla la temperatura del bulbo húmedo y de globo. Utilizando la norma ISO 7243 se establece un límite de exposición ocupacional al calor con base en las mediciones de TGBH y la carga metabólica de los trabajadores (AENOR, 2017).

La carga metabólica está determinada por la actividad física de los trabajadores según las tareas que realicen conforme a lo establecido en la ISO 8996. Esta Norma Internacional proporciona una metodología para la evaluación de la carga térmica en entornos laborales, con una caracterización precisa de las tareas realizadas por los trabajadores incluyendo factores como la intensidad, duración y tipo de actividad física ejecutada (ISO, 2021). La ISO 8996 define 4 niveles de precisión: El primero asigna una carga teórica a la tarea principal, el segundo nivel se basa en la observación sumando a la tasa basal, la carga postural y los movimientos. El tercer nivel se estima a partir del ritmo cardiaco, y el cuarto nivel se determina mediante el consumo de oxígeno (AENOR, 2021).

## **2.5. La ocupación de mantenimiento y construcción de carreteras**

La industria de la construcción se puede ver caracterizada por un amplio rango de actividades o formas de trabajo, entre ellas, se puede encontrar la construcción y mantenimiento de carreteras. Esta

diversidad de trabajos que se asocia a la construcción la convierte en una de las industrias más importantes y que da trabajo a muchas personas globalmente (Tiwary y Gangopadhyay, 2011).

Las personas que trabajan en esta ocupación se pueden identificar también como peones de obras públicas y mantenimiento de carreteras y sus tareas incluyen entre otras excavar y rellenar hoyos, zanjas, extender capas de grava u otros materiales (OIT, 2004). Así como, utilizar herramientas manuales, palear y esparcir grava y materiales similares, cortar y triturar rocas y superficies de hormigón y asfalto mediante taladradora, cargar y descargar materiales de construcción y transportarlos mediante carros o carretillo manual y limpiar los lugares de trabajo y remover obstrucciones (INEC, 2011).

Estudios nacionales han concluido que algunas personas trabajadoras de la construcción en el Pacífico Norte han estado expuestas a estrés térmico (Masis, 2023). Así como, en el cultivo de caña (Crowe et al., 2015) y en la agricultura de arroz (Crowe et al., 2022b). Lo que podría implicar que los trabajadores de mantenimiento y construcción de vías puedan encontrarse en condiciones similares al compartir ubicación similar de trabajo, requerimiento de esfuerzo para la realización de ciertas tareas, y prácticas de salud ocupacional inadecuadas que pueden afectar su salud.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la exposición a calor y los posibles efectos en la salud en una muestra de trabajadores de mantenimiento y construcción de vías en dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central (San José) y el Pacífico Norte (Guanacaste).

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar la carga térmica de las personas trabajadoras de mantenimiento y construcción de vías del estudio en dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central (San José) y el Pacífico Norte (Guanacaste).
- Evaluar los efectos de la carga térmica en la salud de las personas trabajadoras de mantenimiento y construcción de vías del estudio en dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central (San José) y el Pacífico Norte (Guanacaste).
- Evaluar la percepción y conocimiento sobre el riesgo de exposición al calor y posibles efectos en la salud en trabajadores de mantenimiento y construcción de vías del estudio en dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central (San José) y el Pacífico Norte (Guanacaste).

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. DISEÑO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO**

#### **4.1.1. Diseño del estudio**

El presente estudio forma parte del proyecto sombrilla “Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo bajo condiciones actuales y con el cambio climático” (Código SIA 0471-18), dirigido por el Institución Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) y la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida (CIEMHCAVI) de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), cuyo objetivo es analizar el riesgo de estrés térmico bajo condiciones actuales y en diferentes escenarios de cambio climático en cuatro ocupaciones del país con miras a generar resultados que permitan identificar y mejorar las condiciones laborales de las personas trabajadoras.

Esta investigación aporta a este proyecto con los datos relacionados al sector de mantenimiento y construcción de vías y cuyo diseño corresponde a un estudio transversal (con dos repeticiones) de tipo piloto, observacional, descriptivo y exploratorio.

#### **4.1.2. Reclutamiento de participantes**

Inicialmente para el reclutamiento de la población se buscó y coordinó con la gerencia de una entidad pública que realizase labores de mantenimiento y construcción de vías, que contaran con proyectos o labores en dos regiones geográfico-climáticas correspondientes al Valle Central y al Pacífico Norte (Guanacaste), que tuvieran la suficiente cantidad de trabajadores según tamaño de muestra requerido y que aceptaran el carácter libre, voluntario y anónimo de participación por parte de sus empleados, para explicar e invitarlos a participar en el proyecto.

Posteriormente se procedió a realizar una visita de reconocimiento a los lugares seleccionados para ver detalles de ubicación, horarios y brindar una breve explicación del proyecto a trabajadores y

encargados los días 2 y 3 de noviembre del 2021. Se realizó el reclutamiento de participantes los días 9, 10 (Pacífico Norte) y 26 de noviembre (Valle Central) del 2021.

Durante esta fase de reclutamiento se les explicó grupalmente a los trabajadores los objetivos y alcances del proyecto, así como, el detalle de la recolección de datos en campo y de biomarcadores. Después de aclarar dudas y recordar a las personas que la participación era voluntaria, se procedió a realizar la aplicación del consentimiento informado a cada persona interesada de forma individual, leyendo completamente el mismo obteniendo las firmas de autorización y entregándoles una copia del mismo a cada uno de ellos. Ver consentimiento informado en el anexo 1.

Se contaba con un total de 27 trabajadores en el Valle Central y 26 trabajadores en la región del Pacífico Norte (53 trabajadores total) según datos suministrados por la gerencia, de los cuales, se reclutó un total inicial de 29 personas entre ambas regiones geográfico-climáticas: 11 del Valle Central y 18 de Guanacaste.

Aunque en principio la totalidad de participantes fue de 29 personas entre ambas regiones, debido a que dos personas no completaron la prueba inicial de biomarcadores, otro participante solo tenía un riñón y otra persona decidió salirse del estudio antes de comenzar, se terminó con un total de 25 personas en la visita de línea base entre ambas regiones: 8 del Valle Central y 17 en Pacífico Norte. Para la visita 2 se contó con un total de 17 personas entre ambas regiones: 5 del Valle Central y 12 del Pacífico Norte. Cabe recalcar que para la visita 2 en el Pacífico Norte debido a la distancia que debían recorrer 10 de los trabajadores y que el lugar de finalización de su jornada era totalmente diferente al lugar de inicio no fue posible colocar los instrumentos para la medición de la frecuencia cardiaca.

#### **4.1.3. Visitas de campo**

El trabajo de campo fue realizado en tres momentos entre el 2021 y 2022:

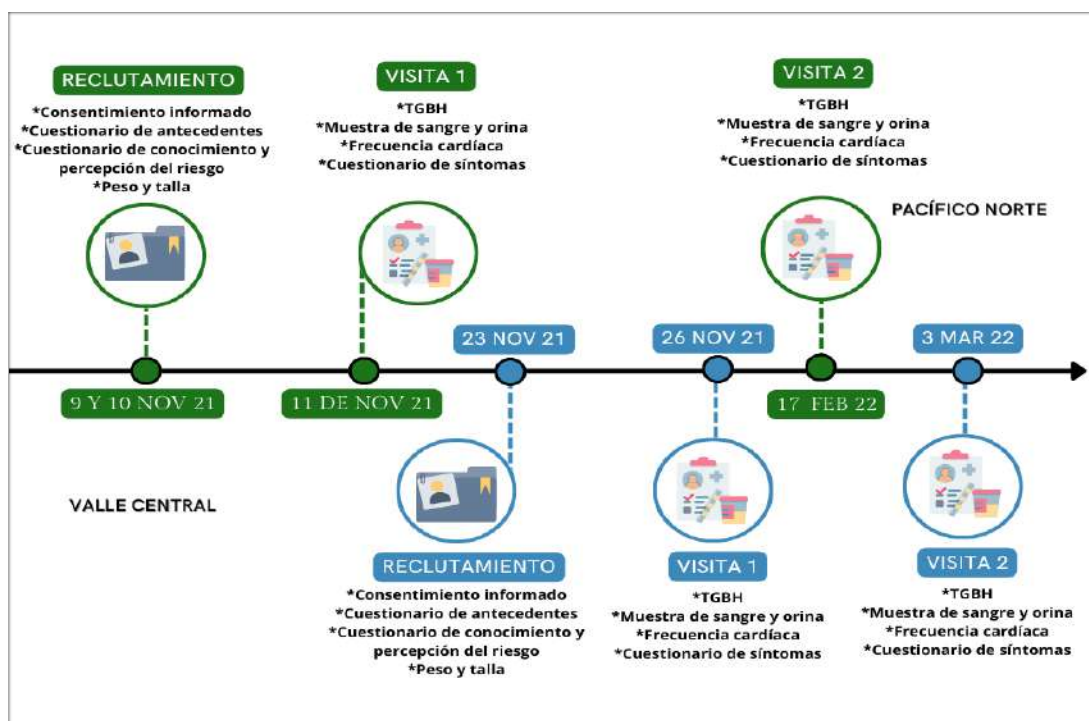
1. Explicación y reclutamiento: Se llevó a cabo el reclutamiento de voluntarios a participar en el proyecto y se dio la aplicación de los consentimientos informados;
2. Visita 1(Línea base): Se definió una línea base de cada participante, aplicándose para ello un cuestionario sobre antecedentes médicos e historial laboral anterior y actual (anexo 2), un cuestionario de conocimiento y percepción sobre el riesgo de exposición al calor y posibles efectos en la salud en trabajadores expuestos al calor (anexo 3) y al final de su jornada un cuestionario de síntomas de sobreexposición al calor (anexo 4); además, se tomaron los siguientes datos individuales: peso, talla y medición de la frecuencia cardiaca con reloj marca Garmin y se realizó toma de muestras de biomarcadores (sangre y orina), así como mediciones de marcas ambientales de TGBH;
3. Visita 2 (seguimiento): Se realizó una repetición de lo indicado anteriormente excepto la aplicación de los cuestionarios de antecedentes laborales y conocimiento y percepción, así como, las mediciones individuales de peso y talla.

Entre visitas se consideró un mínimo de tres meses, debido a que la función renal puede variar por múltiples razones, siendo que se considera clínicamente relevante una deficiencia si la persona mantiene su TFGe disminuida en dos muestras con al menos tres meses de separación.

Durante la segunda visita, en el Valle Central nuevos colaboradores que no se encontraron en la primera visita indicaron su deseo de participar en el estudio, por lo cual, se admitieron en el estudio tres personas más (1 con consentimiento de la primera visita que no se encontraba el día de la toma de biomarcadores y 2 participantes nuevos a quienes se les aplicó consentimiento informado, los cuestionarios y toma de peso y talla en la visita 2). Los detalles de la información de estos 3 trabajadores pueden observarse en el Apéndice 1.

En ambas visitas también se realizó observación directa en campo con el fin de registrar el tipo de labores, comprender esfuerzo físico y documentar periodos de descanso, hidratación, alimentación,

así como el equipo de protección personal y ropa que utilizaban. La información fue anotada en bitácoras (anexo 5 Bitácora de observación). En la figura 1 se puede observar el detalle de las actividades realizadas en cada una de las visitas.



**Figura 1.** Línea de tiempo de las visitas de campo.

Para la segunda visita disminuyó la cantidad de participantes debido a que no se encontraban en el momento del muestreo, quedando 5 en el Valle Central y 12 participantes en Guanacaste. En el cuadro 1 se presenta la distribución de participantes e información obtenida.

**Cuadro 1** Distribución e información obtenida de los participantes presentes en las visitas

Datos obtenidos	Participantes Valle Central			Participantes Pacífico Norte		
	CI 23/11/2021	Visita 1 26/11/2021	Visita 2 3/3/2022	CI 9 y 10/11/2021	Visita 1 11/11/2021	Visita 2 17/2/2022
Consentimiento Informado	11		-	18	-	-
Cuestionario de Antecedentes	11		-	18	-	-
Cuestionario de conocimiento y percepción	11		-	11		-
Cuestionario de síntomas pos jornada	-	8 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	-	17 <sup>c</sup>	12 <sup>d</sup>
Sangre y Orina	-	8	5	-	17	12

- a) Se excluyeron del análisis (11-3= 8): 1 persona con un riñón y 2 personas que no se presentaron a realizar la toma de biomarcadores quedando un total de 8 personas;
- b) La muestra disminuyó porque los trabajadores no se encontraban por incapacidad (n=1) o vacaciones (n=1), también una persona falleció por razones no relacionadas a calor. En esta visita se agregan 3 participantes (n=8 durante visita 2, 5 quienes estaban presentes en visita 1 y 3 nuevos). Los datos de las tres personas adicionales se adjuntan en el apéndice 1;
- c) En la visita 1 un participante se retiró por motivos personales religiosos;
- d) La muestra disminuyó porque los trabajadores no se encontraban porque estaban asignados en otra ubicación (n=4) o vacaciones (n=1).

## **4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA**

### **4.2.1. Medición de la masa corporal y talla**

Para la medición de la masa corporal de los participantes se utilizó una báscula (Elite Series BC554, Tanita, USA) con sensibilidad de  $\pm 0.1$  kg, solicitando a la persona participante que en posición bípeda se colocara sobre la báscula utilizando ropa liviana.

Para la medición de la talla se utilizó un tallímetro (SECA 213, Hamburgo, Alemania). Se le solicitó al participante colocarse de espalda contra la pared, de forma tal que el tallímetro quedara en el centro de la espalda y la cabeza, colocándola en el “plano Frankford” que consiste en alinear horizontalmente el margen inferior de la órbita ocular con la protuberancia cartilaginosa superior de la oreja. Adicionalmente se le pidió que mirara hacia el frente, pies juntos, manos colgando al lado del cuerpo, hombros, glúteos, pantorrillas y talones pegados a la pared. Y con una escuadra colocada en el centro del tallímetro a 5 cm arriba de la cabeza de la persona, se procedió a bajar dicha escuadra hasta tocar el “vortex” o punto más alto de la cabeza después de verificar el plano Frankford, formando un ángulo recto entre la escuadra y la pared. Se mantuvo la escuadra en el lugar y sin moverla, retirando al sujeto para poder observar el dato de talla y proceder a su registro.

### **4.2.2. Observación en campo**

En cada visita, se realizó observación no-participativa utilizando bitácoras (Anexo 5) en las cuales se registraban observaciones relacionadas con las medidas implementadas por parte de la empresa con respecto a la temática de exposición al calor, la organización del trabajo que tenían, la descripción

del espacio físico, las condiciones generales de trabajo, cultura laboral, tipo de trabajo realizado (requerimientos físicos), tipo de vestimenta o equipo de protección personal utilizados y otras observaciones relevantes.

#### **4.2.3.Frecuencia cardíaca**

Para medir la variable de frecuencia cardíaca se colocó un monitor tipo reloj de muñeca, marca Forerunner 55 (Garmin, USA), con un monitor cardiaco de pecho de la misma marca a nivel de apófisis xifoides del esternón. Solicitándose desempeñar sus labores de forma normal y retirándose el reloj al final de su jornada. Se utilizó el software Garmin Conect del fabricante para la extracción de la información, analizando los datos por medio de programas estadísticos una vez descargados.

#### **4.2.4. Estimación de la carga metabólica**

Según la metodología de Malchaire et al., (2017) basada en la ISO 8996, se utilizó las mediciones de frecuencia cardíaca de cada trabajador para estimar la tasa metabólica durante la jornada siguiendo los pasos a continuación:

1. Estimación de la frecuencia cardíaca en reposo (ppm)

$$HR_0 = \text{Valor excedido durante el 99\% de periodo de observación}$$

---

2. Estimación de la frecuencia cardíaca máxima (ppm)

$$HR_{\max} = 208 - 0.7 * \text{Edad\_años}$$

---

3. Estimación de la capacidad de trabajo máxima (MWC) para hombres (W)

$$MWC = (19.45 - 0.133 * \text{Edad\_años}) * \text{Peso\_kg}$$

---

4. Estimación de la superficie corporal (m<sup>2</sup>)

$$Ab = 0.007184 * (\text{Peso\_kg} ^ 0.425) * (\text{Estatura\_cm} ^ 0.725)$$

---

5. Estimación de la tasa metabólica en reposo (W)

$$M_0 = 60 * Ab$$

---

6. Cálculo de la pendiente de la recta  $M \sim HR$

$$a = \frac{MCW - M_0}{HR_{max} - HR_0}$$

---

7. Cálculo del intersepto de la recta  $M \sim HR$

$$b = M_0 - HR_0 * a$$

---

8. Estimación de la tasa metabólica equivalente (W)

$$M = HR * a + b$$

---

9. Desviación estándar

$$SD = 0.175 * M - 15.0$$

#### **4.2.5. Mediciones de TGBH**

Para la medición de las condiciones ambientales durante la jornada laboral se utilizó el índice de TGBH con el monitor ambiental (QuestTemp 36, 3M®, Minnesota, Estados Unidos). El equipo de medición se colocó en un trípode lo más cerca posible de las personas trabajadoras. Se programó el equipo para realizar mediciones automáticas cada 10 minutos de la humedad relativa, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, temperatura radiante e índice de TGBH. Como respaldo, se anotaron las mediciones cada 20 minutos en una bitácora en papel (Anexo 6).

#### **4.2.6. Estimación de la exposición a estrés térmico**

Para la determinación de la exposición a estrés térmico se utilizó la fórmula indicada en la UNE-EN ISO 7243:2017 (AENOR, 2017), que permite indicar si los participantes se encontraron bajo condiciones de estrés térmico a partir del cálculo de un TGBH límite de referencia o Valor Límite Umbral (TLV) utilizando las respectivas tasas metabólicas estimadas desde la frecuencia cardiaca. Utilizando la fórmula:

$$TGBH_{ref} = 56.7 - 11.5 \log_{10} (M) \text{ } ^\circ C$$

Donde,

M: Tasa metabólica equivalente para todo el periodo de observación (W)

Una vez obtenido el  $TGBH_{ref}$  se comparó con el  $TGBH_{ambiental}$  promedio de las mediciones tomadas para toda la jornada. Al obtener resultados donde el  $TGBH_{ambiental}$  es mayor al  $TGBH_{ref}$  se interpreta que los participantes estuvieron trabajando a una intensidad promedio mayor que la recomendable, clasificándose como expuestos a estrés térmico.

### **4.3. APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS**

Se aplicaron a los participantes un total de tres cuestionarios estructurados, los cuales, fueron diseñados para ser aplicados de forma digital utilizando el software ODK, mediante el uso de una tableta y de forma oral una persona investigadora anotó las respuestas de los participantes, y automáticamente la información fue almacenada en una base de datos manejada por el software que posee una encriptación o código al que solo el personal encargado del proyecto sombrilla tienen acceso.

#### **4.3.1. Cuestionario de antecedentes médicos e historia laboral**

El cuestionario de antecedentes médicos e historial laboral documentó la información relacionada con los datos sociodemográficos, antecedentes laborales, antecedentes médicos, así como, costumbres o arraigos de los participantes del estudio (Anexo 2). La información recopilada en el mismo permitió realizar correlaciones con las variables de los biomarcadores.

### **4.3.2. Cuestionario de conocimiento y percepción**

El cuestionario de conocimiento y percepción recopiló la información relativa al conocimiento y percepción de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al calor, con un diseño basado en la Nota Técnica de Prevención 578 (Portell y Solé Gómez, 2001) (Anexo 3).

Para complementar el cuestionario, se incluyeron preguntas relacionadas a la reglamentación nacional vigente y las prácticas laborales relacionadas con la exposición al calor y al estrés térmico con el fin de identificar oportunidades de mejora en la efectividad de las intervenciones o en los protocolos aplicados para la prevención del estrés térmico, datos que permitieron realizar recomendaciones sobre aspectos importantes de los riesgos a la exposición al calor y su prevención.

### **4.3.3. Cuestionario de síntomas**

Este cuestionario permitió la recolección de la información relacionada con los síntomas experimentados por los participantes durante los 8 días anteriores y durante el mismo día de la aplicación del mismo. Este cuestionario fue realizado al terminar la jornada laboral y fue el único cuestionario que se repitió en ambas visitas Anexo 4.

## **4.4. RECOLECCIÓN Y ANALISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

Se realizaron muestras de orina y sangre repitiendo el procedimiento en las dos visitas separadas por un mínimo de tres meses. Es importante indicar que estas muestras fueron realizadas antes de iniciar la jornada laboral y fueron analizadas por personal profesional y acreditado en la materia contratado por la administración del proyecto sombrilla remitiendo a los encargados del proyecto un informe digital utilizando el paquete Microsoft Excel para sistematizar los resultados.

### **4.4.1. Muestras de orina**

Se les facilitó a los participantes un recipiente plástico esterilizado con tapa de 100 ml (Nipro Medical Corp., Osaka, Japan) para tomar de manera individual una muestra de orina en los sanitarios más

cercarnos. Antes de tomar la muestra se les solicitó lavar sus manos con agua y jabón. Una vez secas las manos, se le solicitó al participante descartar la primera parte de la muestra y tomar el resto. De esta muestra se evaluó la gravedad específica de la orina en escala de 1.000-1.030 procedimiento realizado por profesional en microbiología contratado. Una vez analizadas las muestras fueron dispuestas adecuadamente utilizando los protocolos correspondientes en el manejo de residuos peligrosos de tipo bioinfecciosos.

#### **4.4.2. Muestras de sangre**

Con la finalidad de medir la creatinina sérica en dos ocasiones se tomó una muestra de sangre pre-jornada a cada participante. La muestra fue recolectada por una persona flebotomista o microbióloga. La sangre se extrajo por venopunción de la vena antecubital del brazo no dominante utilizando un tubo estéril de extracción de sangre de 5 ml (BD Vacutainer®, NJ, USA), el cual se identificó con el código del participante. El tubo contiene un activador de partículas de sílice recubiertas por pulverización y un polímero en gel para facilitar la separación del suero durante la centrifugación. Las muestras se centrifugaron durante 10 minutos a una fuerza centrífuga relativa de 2000 g usando tubos centrífugos. El análisis y procesamiento de la muestra se realizó aproximadamente 24 horas después de la recolección en un laboratorio profesional aislado y con temperatura controlada. Todos los procedimientos se realizaron bajo protocolos de manejo y eliminación de materiales biológicos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante para el equipo y los reactivos utilizados.

#### **4.4.3. Estimación de la Tasa de Filtración Glomerular (TFGe)**

Para la estimación de la Tasa de Filtración Glomerular de cada participante se utilizó la fórmula CDK-EPI 2021 (Inker et al., 2021), a partir de las mediciones de creatinina sérica siendo así:

$$TFGe = 142 * \min\left(\left(\frac{SCr}{0.9}\right), 1\right)^{-0.302} * \max\left(\left(\frac{SCr}{0.9}\right), 1\right)^{-0.1200} * 0.9938^{Edad}$$

Donde,

TFGe: Estimación de la tasa de filtración glomerular (ml/min/1.73m<sup>2</sup>)

SCr: Concentración de creatina sérica en sangre (mg/dl)

Edad: Edad del participante (años)

#### **4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para la realización de los análisis estadísticos fueron utilizados los programas: Jamovi, R Studio y Microsoft Excel. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos cuantitativos: datos sociodemográficos, historial médico y laboral, densidad urinaria, TGBH ambiental, creatinina sérica, TFGe, frecuencia cardíaca, carga metabólica, síntomas reportados y los datos sobre el conocimiento y percepción del riesgo; este análisis se llevó a cabo para cada lugar trabajo por aparte y también comparando los dos sitios.

Para el análisis de los valores de la creatinina sérica y densidad urinaria como variables categóricas se clasificaron como alta con valores por encima de SCr  $\geq 1,25$ mg/dl y se clasificaron como deshidratación los valores por encima de USG  $\geq 1,025$  mg/dl (Crowe et al., 2022a).

Para ambos lugares en estudio y para cada una de las visitas se realizaron comparaciones de los resultados obtenidos. Se compararon variables continuas mediante el uso de pruebas como Mann-Whitney U y Wilcoxon rank sum para evidenciar diferencias significativas entre grupos. Además, se utilizaron pruebas de Fisher para comparar variables categóricas. Se realizaron análisis bivariados teniendo como variables dependientes la SCr y TFGe y como variables independientes los datos sociodemográficos, de historial laboral y de exposición a calor como variables independientes. Los análisis de regresión fueron efectuados únicamente para la primera visita ya que no se contaba con suficientes datos para la segunda visita.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Población de estudio

#### 5.1.1. Caracterización sociodemográfica de la población

En el cuadro 2 se muestra el resumen de las características sociodemográficas de los participantes del estudio.

**Cuadro 2** Información sociodemográfica de la población con datos completos en la visita 1. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco.

Variables	Valle Central (n=8)		Pacífico Norte (n=17)		P n=25
	media-mediana (min-max; SD)		media-mediana (min-max; SD)		
<b>Edad</b>	53,5 - 60 (28-65; 12,9)		50,65 - 51 (29-64; 8,9)		0,28
<b>Escolaridad (años)</b>	8,4 - 7,5 (6-16; 3,2)		8,5 - 8 (6-15; 2,7)		0,76
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>Prueba Fisher</b>
<b>País de nacimiento</b>					
Costa Rica	8	100	17	100	1
<b>Estado civil - estado conyugal</b>					
Casado/ Unión Libre	4	50	17	100	0,006
Soltero	3	38	0	0	
Viudo	1	13	0	0	
<b>Fumado</b>					
Actual	0	0	2	12	0,56
Pasado	5	63	7	41	
Nunca	3	38	8	47	
<b>Frecuencia de consumo de alcohol</b>					
≤1 vez al mes	5	63	12	71	1
≥2 veces por mes	3	38	5	29	
<b>Enfermedades auto reportadas como diagnosticadas por un médico</b>					
Presión alta	4	50	7	41	1
Medicación actual	4	50	7	41	1
Diabetes	0	0	5	29	0,14
Medicación actual	0	0	5	29	1
Infección tracto urinario (alguna vez)	0	0	1	6	1
Medicación (alguna vez)	0	0	0	0	1
ERCnt	0	0	0	0	NA
Piedras en los riñones (alguna vez)	0	0	2	12	1
Medicación actual (alguna vez)	0	0	0	0	1
Otro problema de riñón (alguna vez) <sub>1</sub>	0	0	2	12	1
Medicación actual	0	0	1	6	1
Otros problemas de salud <sub>2</sub>	2	25	8	47	1
Medicación actual	1	13	2	12	1

1 Entre los otros problemas de riñón mencionados están: control para ver si desarrolla Enfermedad Renal Crónica y retención de líquidos.

2 Entre los otros problemas de salud mencionados están: operado de vesícula, pre diabetes, colon irritado, triglicéridos, operado de apéndice, depresión, obesidad, gastritis, problemas con próstata y cataratas.

El 100% de la población en estudio indicaron haber nacido en Costa Rica tanto para la muestra de trabajadores del Valle Central como el Pacífico Norte. La mediana de la edad de la muestra de trabajadores ubicados en el Valle Central (n=8) fue de 53,5 años y la de la muestra ubicada en el Pacífico Norte (n=17) fue un promedio de 50,65 años. Ambas poblaciones presentan una distribución de edades altas, sin embargo, no se encuentran diferencias significativas (Prueba Mann-Whitney U,  $p=0,28$ ).

En cuanto a la escolaridad, la mediana para la muestra del Valle Central fue de 7,5 años y de 8 años para la zona Pacífico Norte. El 100% de la población encuestada tiene como mínimo seis años correspondientes a la escuela primaria, aunque también hubo una persona con 16 años de estudio en el Valle Central y una persona con 15 años de educación en el Pacífico Norte, lo anterior, de un total máximo de 16 años de escolaridad. Utilizando la misma prueba se evidencia que no existe diferencia significativa entre las medias de años de escolaridad (Prueba Mann-Whitney U,  $p= 0,76$ ).

Con relación al fumado, nadie de la población del Valle Central indica fumar actualmente mientras que el 12% (n=2) de la población del Pacífico Norte fuma actualmente. Por otro lado, para el Valle Central 63% de la población fumó en el pasado comparado con un 41% en el Pacífico Norte. La distribución de años de fumado (actual, pasado y nunca) entre ambas regiones no presentan diferencia significativa (Prueba de Fisher,  $p>0,05$ ).

Con respecto al consumo de alcohol, un 63% de la población de la muestra del Valle Central y un 71% de la muestra del Pacífico norte reporta tomar  $\leq 1$  bebida alcohólica al mes. Teniendo también un 38% para el Valle Central y un 28% en el Pacífico norte que toman 2 o más bebidas alcohólicas al mes. Ninguna de las demás variables categóricas fue estadísticamente diferente entre los dos grupos (Prueba de Fisher,  $p>0,05$ ).

### 5.1.2. Antecedentes médicos

En relación con las enfermedades auto reportadas, entre las más reportadas se encuentra que un 50% de la población del Valle Central y 41% del Pacífico Norte presentan problemas de presión alta tomando para ambos casos su respectiva medicación, así como, diabetes en un 29% para la población del Pacífico Norte.

Entre otros problemas de salud auto reportados un 25% de los trabajadores del Valle Central indicaron haber tenido problemas en la próstata. Y los trabajadores del Pacífico Norte indicaron padecer de operación de la vesícula (6%), pre diabetes (6%), obesidad (6%), depresión y cataratas (6%), triglicéridos altos (6%), operación de apéndice (6%), colon irritable (6%) y gastritis (6%).

Entre los medicamentos reportados por los trabajadores del estudio según padecimientos o enfermedades se encontraron:

**Cuadro 3** Medicamentos utilizados por padecimientos y enfermedades

<b>Presión Alta</b>	<b>Diabetes</b>	<b>Otro problema en riñón</b>	<b>Otros</b>
Irbersatan	Metformina	hidroclorotiazida	Fluoxetina
Aspirina			Clorferamina
Enalapril			
hidroclorotiazida			

El tamaño relativamente pequeño de la muestra y la baja prevalencia de enfermedades auto reportadas no permite la realización de pruebas de chi cuadrado por lo que se utilizó la prueba de Fisher para comparar las dos regiones, sin embargo, no se observó ninguna diferencia significativa ( $p > 0,05$  para todas las variables).

### 5.1.3. Antecedentes ocupacionales

En el cuadro 4 se pueden observar un resumen de las características ocupacionales presentadas por la población del estudio tanto para el Valle Central como para el Pacífico Norte.

**Cuadro 4** Características ocupacionales de los participantes del estudio. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco

Variables	Valle Central (n=8)		Pacífico Norte (n=17)		p n=25
	media-mediana (min-max; SD)		media-mediana (min-max; SD)		
<b>Años en trabajo actual</b>	17,4 - 12(1-40; 13,7)		16,8 - 16,8(1,42-33; 9,8)		1
<b>Años en trabajos similares al actual</b>	15,8 - 15,8(4-23; 8,3)		10,7 - 5,8(3-29; 9,3)		0,36
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>Prueba Fisher</b>
<b>Rol durante el estudio</b>					
Peón	4	50	2	12	0,05
Operador de maquinaria	3	38	13	76	0,08
Inspector	1	13	2	12	1
<b>Trabajos anteriores</b>					
Constructor	3	38	9	53	0,67
Pescador	0	0	3	18	0,52
Conductor de autobús	0	0	3	18	0,52
Mantenimiento de áreas verdes	3	38	8	47	1
Recolección de residuos sólidos	1	13	3	18	1
Aplicación de agroquímicos	1	13	9	53	0,08
<b>Agricultura (peón y/o productor)</b>					
Peón Agrícola*	1	13	12	71	0,01
Productor agrícola (finca propia)	1	13	8	47	0,18
<b>Cultivos con los que se ha trabajado</b>					
Cortador de caña	1	13	3	18	1
Caña (otro puesto)	0	0	3	18	1
Piña	0	0	1	6	1
Banano	0	0	1	6	1
Melón	0	0	4	24	0,2
Café	1	13	0	0	0,32
Algodón	0	0	5	29	0,13
<b>Otros cultivos</b>					
Frijol	0	0	3	18	0,52
Maíz	0	0	5	29	0,13
Arroz	0	0	7	41	0,057
Cuadrado	0	0	1	6	1
Pipían	0	0	1	6	1
Sorgo	0	0	1	6	1
Hortalizas	0	0	1	6	1
Chile dulce	0	0	2	12	1
Tomate	0	0	1	6	1
<b>Trabajó en algún cultivo*</b>	1	13	13	76	0,007
<b>Aplicó plaguicidas alguna vez</b>					
En casa	1	13	6	35	0,27
En finca propia	0	0	6	35	0,12

En otras fincas	2	25	8	47	0,40
-----------------	---	----	---	----	------

No se encontraron diferencias significativas entre regiones para los años en el trabajo actual ni entre años en trabajos similares al actual (Prueba Mann-Whitney U,  $p > 0,05$ ).

La prueba exacta de Fisher fue utilizada para encontrar si existe una asociación significativa hallándose una diferencia significativa para aquellos que trabajaron como peón agrícola (mayor en el Pacífico Norte) ( $p = 0,01$ ). Para las demás variables no se encontró ninguna diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

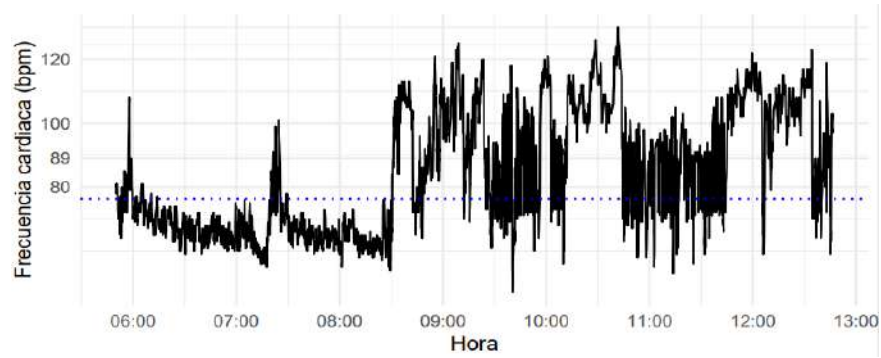
No obstante, se encontró una diferencia significativa al comparar entre regiones, la cantidad de trabajadores que han laborado en algún tipo de cultivo, esto siendo más común en el Pacífico Norte (cualquiera de todos los indicados en el cuadro 4). Prueba de Fisher ( $p = 0,007$ ).

En el apéndice 1 en los cuadros A1.2 y A1.3 se pueden observar también los resultados obtenidos de información relacionada con las características sociodemográficas y ocupacionales de las personas que cuentan con la visita 1 y la visita 2.

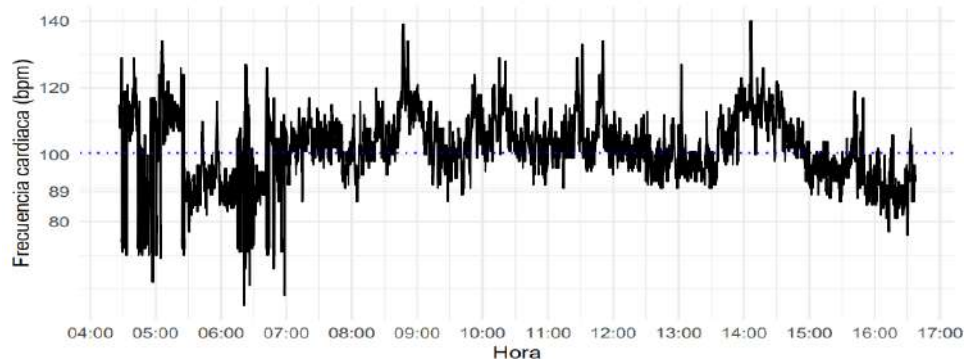
## **5.2. Carga térmica**

### **5.2.1. Frecuencia cardiaca**

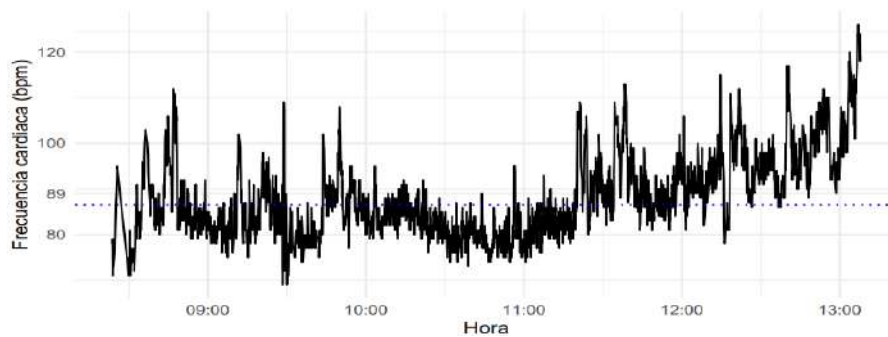
Mediante la utilización de los monitores de frecuencia cardiaca de la marca Garmin, se obtuvieron los resultados de la frecuencia cardiaca de la población en estudio durante las jornadas observadas. En las figuras 2, 3 y 4 se puede ver ejemplos gráficos de la frecuencia cardiaca de tres de los trabajadores según tarea realizada a lo largo de su jornada. La línea punteada refleja la media de la frecuencia cardiaca durante la jornada. En el apéndice 4 se pueden observar los gráficos de frecuencia cardiaca del resto de los participantes de la visita 1.



**Figura 2.** Registro del trabajador MZQ con tareas de peón del Valle Central Visita 1 del 26 de noviembre 2021. La línea punteada refleja la media de la frecuencia cardiaca durante la jornada.



**Figura 3.** Registro del trabajador 8KG con tareas de Instructor Pacífico Norte Visita 1 del 11 de noviembre 2021. La línea punteada refleja la media de la frecuencia cardiaca durante la jornada.



**Figura 4.** Registro del trabajador QRU con tareas de maquinista Pacífico Norte Visita 1 del 11 de noviembre 2021. La línea punteada refleja la media de la frecuencia cardiaca durante la jornada.

El cuadro 5 muestra la distribución de frecuencia cardiaca para los participantes del estudio por regiones y fechas de visitas. Para los análisis se tomaron en cuenta todos los registros obtenidos de los monitores de frecuencia cardiaca Garmin.

**Cuadro 5** Distribución de la frecuencia cardiaca de los participantes por región y día de visita

Región	n	Visita	Día de observación	Frecuencia cardiaca (ppm)					
				Min	Q25	Q50	Media	Q75	Max
Valle Central	8	1	26-nov-21	47	71	82	85,67	99	188
	5	2	3-mar-22	39	70	75	81,74	93	181
Pacífico Norte	5*	1	26-nov-21	59	77	88	92	103	188
	17	1	11-nov-21	49	83	92	92,43	100	203
	2	2	17-feb-22	68	77	80	86,21	96	138

\*Visita 1 para las personas que estaban en ambas visitas

### 5.2.2. Carga metabólica

La labor realizada por los trabajadores pudo dividirse en 3 grupos: peones, inspectores y maquinistas. Todos en general con un trabajo de intervalos cortos de actividad o tareas con carga ligera con periodos de caminata horizontal leve. En el cuadro 6 puede observarse las tareas realizadas por los trabajadores.

**Cuadro 6** Descripción de tareas por puesto de trabajo

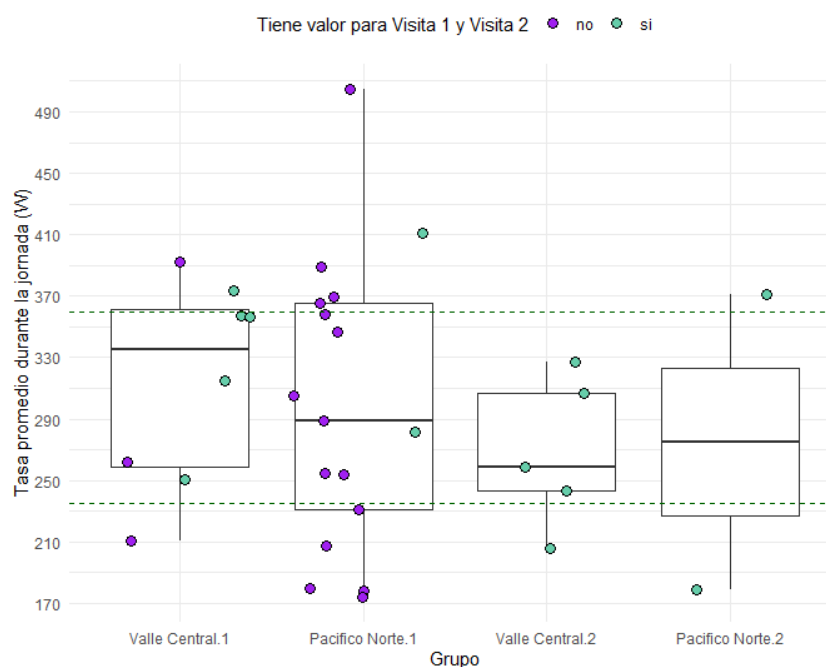
Inspectores	Peones	Maquinista
<ul style="list-style-type: none"> <li>Encargados de vigilar la función que desempeñan los trabajadores</li> <li>Caminan vigilando que la obra se esté llevando a cabo</li> <li>Manejan vehículo para desplazarse entre obras</li> </ul>	Personas que están de pie: <ul style="list-style-type: none"> <li>Controlan el paso del tráfico</li> <li>Rastrillar</li> <li>Palear</li> <li>Limpieza de cunetas o material grande que queda en la vía</li> </ul>	Personas que manejan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Back hoe</li> <li>Vagoneta</li> <li>Camión cisterna de agua</li> <li>Niveladora</li> </ul>

En el cuadro 7 y la figura 5 se observa la distribución de las tasas metabólicas (M) estimadas a partir de las frecuencias cardiacas. En la figura 5 las líneas punteadas señalan el rango de tasa moderada (235 a 360 W) según la UNE-EN ISO 7243:2017 (AENOR, 2017).

**Cuadro 7** Distribución de la carga metabólica de los participantes por región y día de visita

Región	n	Visita	Día de observación	Tasa metabólica estimada (W)					
				Min	Q25	Q50	Media	Q75	Max
Valle Central	8	1	26-nov-21	211	259	336	315	361	392
	5	2	3-mar-22	206	243	259	268	307	327
	5*	1	26-nov-21	251	315	357	331	357	374
Pacífico Norte	17	1	11-nov-21	174	231	289	300	365	504
	2	2	17-feb-22	179	227	275	275	323	371

\*Visita 1 para las personas que estaban en ambas visitas



**Figura 5.** Distribución de la tasa metabólica estimada para las distintas visitas del estudio. Las líneas punteadas señalan el rango de tasa moderada (235 a 360 W).

Las muestras de cargas metabólicas exhibieron un comportamiento normal (Prueba de Shapiro,  $p > 0,05$ ), y no hubo presencia de valores atípicos, sin embargo, es importante recalcar que la muestra correspondiente a la segunda visita en el Pacífico Norte fue muy pequeña para poder comparar las dos visitas.

En el cuadro 8 se muestra la categorización de las tasas metabólicas (M) según la clasificación de intensidad de trabajo de la UNE-EN ISO 7243:2017.

**Cuadro 8** Clasificación de la intensidad de trabajo de los participantes según la ISO 7243 (AENOR: 2017)

Tasa metabólica (W)	Valle Central n (%)		Pacífico Norte n (%)	
	Visita 1 (n=8)	Visita 2 (n=5)	Visita 1 (n=17)	Visita 2 (n=2)
Baja ( $125 < M \leq 235$ )	1 (12,5)	1 (20)	5 (29,4)	1 (50)
Moderada ( $235 < M \leq 360$ )	5 (62,5)	4 (80)	7 (41,2)	0 (0)
Alta ( $360 < M \leq 465$ )	2 (25)	0 (0)	4 (23,5)	1 (50)
Muy alta ( $>465$ )	0 (0)	0 (0)	1 (5,9)	0 (0)

### Pruebas de significancia para la carga metabólica

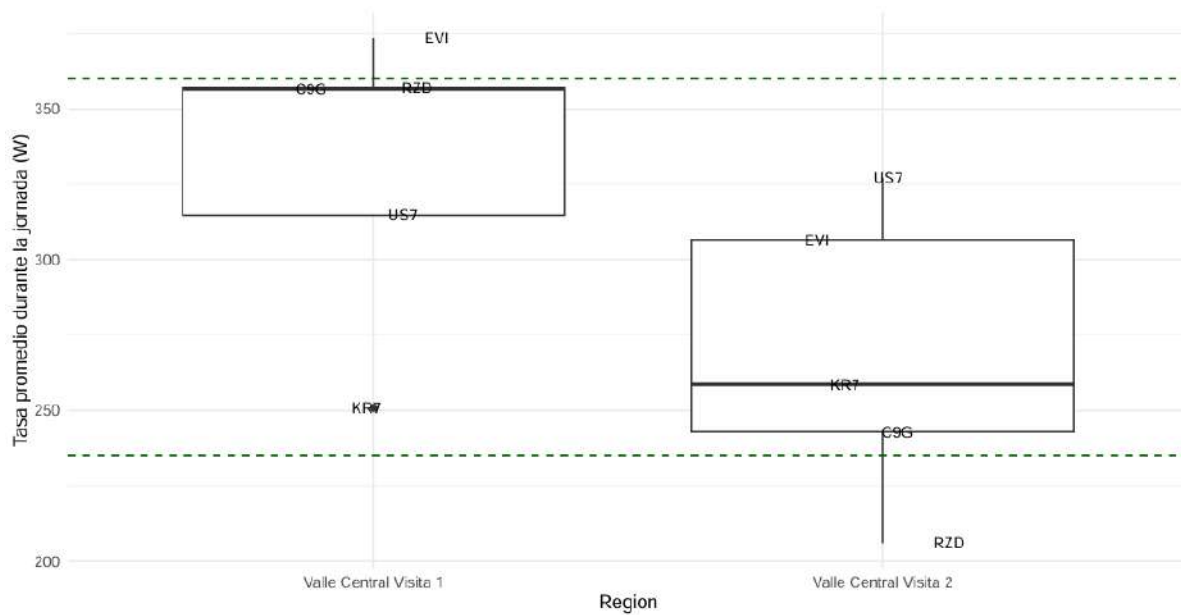
#### Comparación entre regiones.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la media de las tasas metabólicas del proyecto del Valle Central y del proyecto del Pacífico Norte durante la visita 1 (prueba t de Welch,  $p > 0,05$ ).

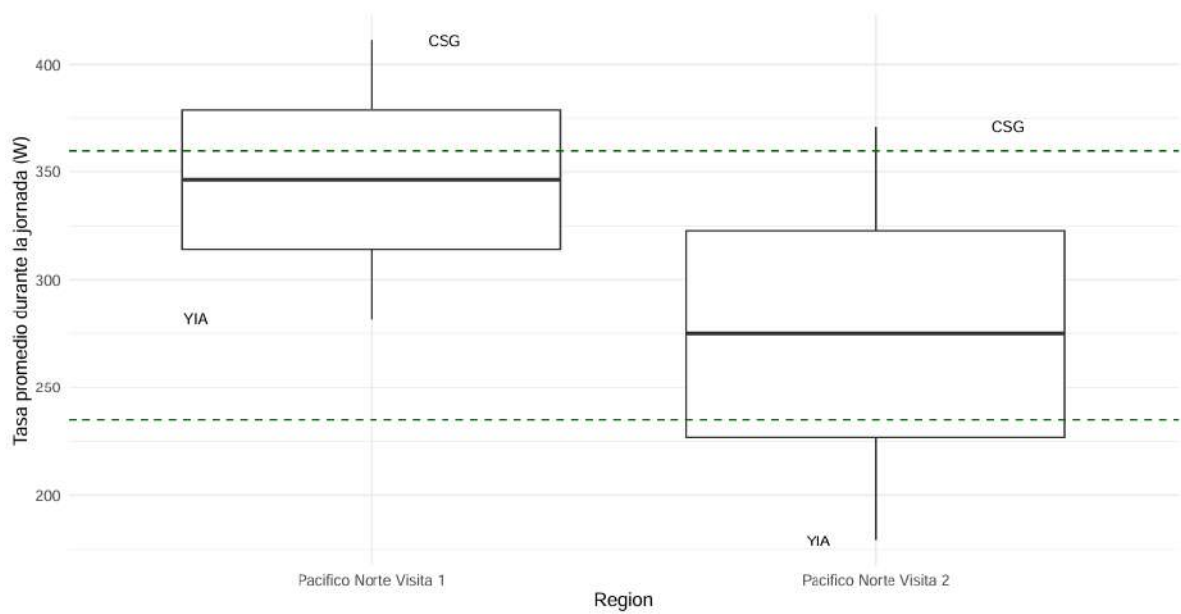
#### Comparación entre visitas.

No hubo suficientes observaciones para poder determinar si existía alguna diferencia significativa entre la visita 1 y visita 2 en ninguno de los dos sitios.

En las figuras 6 y 7 se puede observar la tasa metabólica media de los trabajadores por proyecto y por visita.



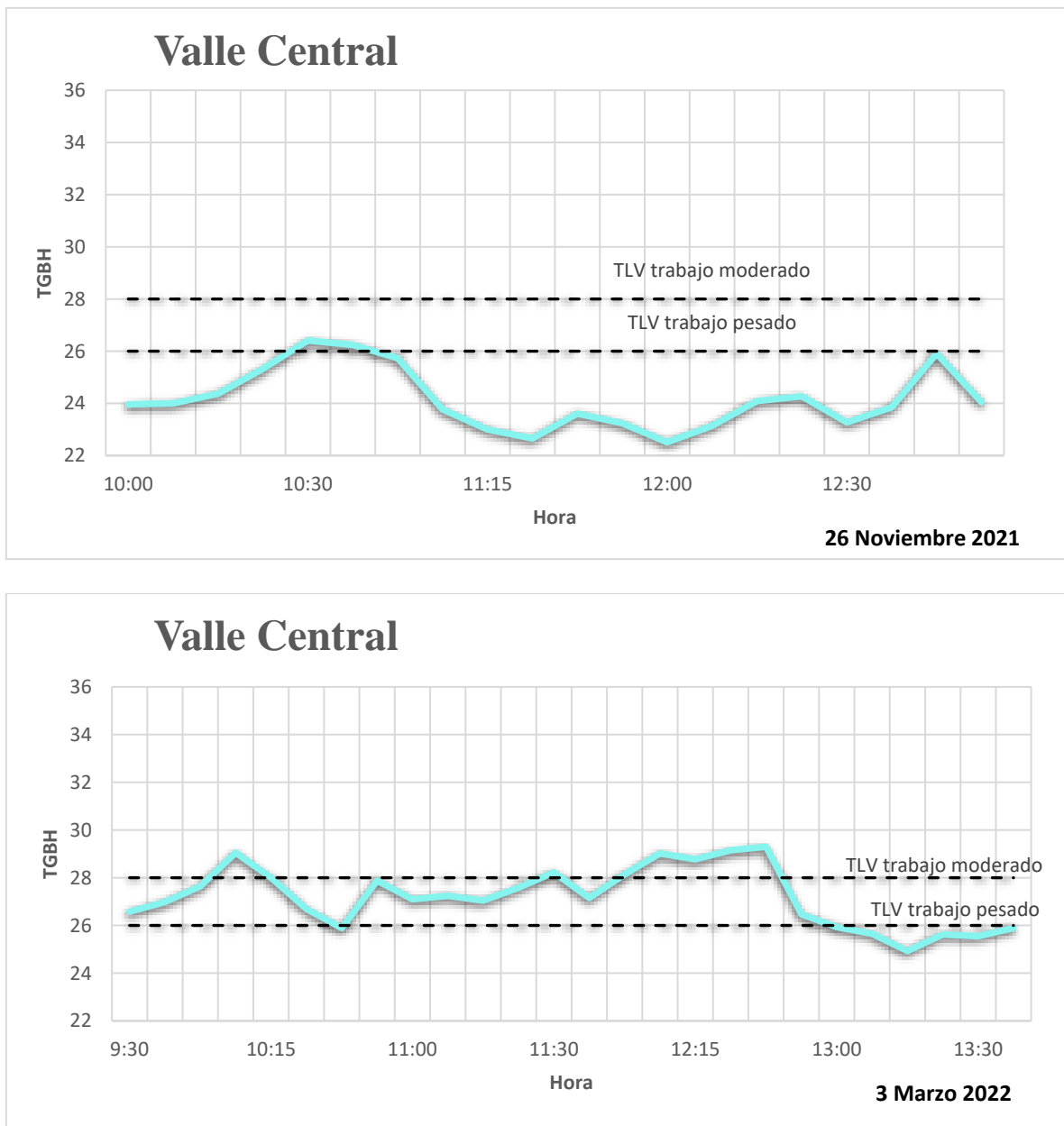
**Figura 6.** Tasa metabólica media de los trabajadores del proyecto del Valle Central presente en ambas visitas. Las líneas punteadas señalan el rango de tasa moderada (235 a 360 W).



**Figura 7.** Tasa metabólica media de los trabajadores del proyecto del Pacífico Norte presente en ambas visitas. Las líneas punteadas señalan el rango de tasa moderada (235 a 360 W).

### 5.2.3. Mediciones de TGBH

Las mediciones del índice de TGBH en exteriores realizadas en campo durante la jornada laboral los diferentes días de las visitas se pueden observar en la figura 8 (Valle Central) y en la figura 9 (Pacífico Norte). Las líneas punteadas indican los límites de referencia que corresponden a una carga metabólica moderada de 300 W (26°C) y alta de 415 W (28°C) (AENOR, 2017).



**Figura 8.** Índice de TGBH en exteriores en la muestra observada en el Valle Central.

Para las mediciones realizadas en el Valle Central se observa para uno de los días mediciones por debajo de los límites, y para las observaciones realizadas durante la época seca en marzo la mayoría de las mediciones sobrepasaron los valores de los límites indicados para trabajo alta y algunas mediciones que sobrepasaron los límites de trabajo moderado.

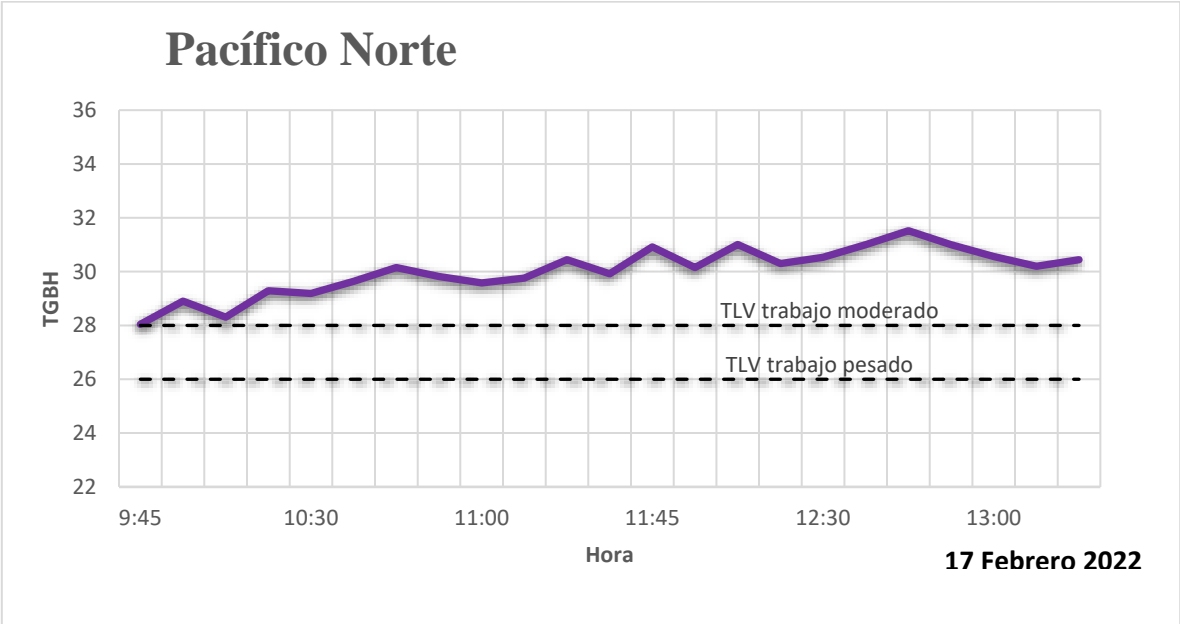
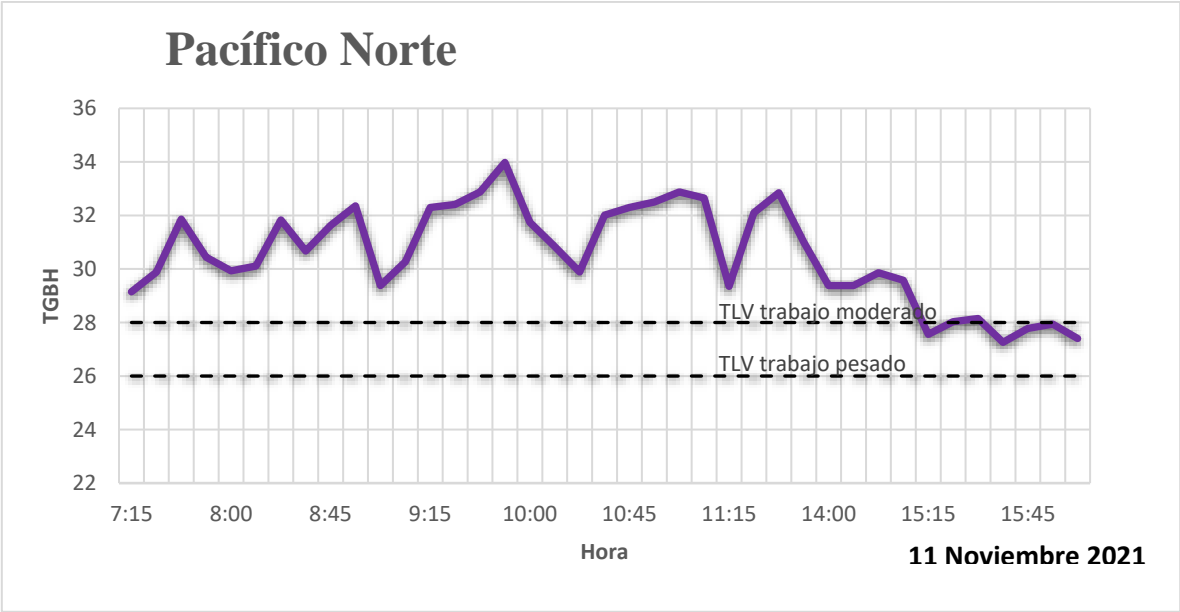


Figura 9. Índice de TGBH en exteriores en la muestra observada en el Pacífico Norte.

Se puede observar que, en el Pacífico Norte, aunque hubo un comportamiento diferente de las mediciones del índice de TGBH los dos días, la mayoría de las mediciones en ambos días sobrepasaron los límites de referencia delimitados por las líneas punteadas, que corresponden a una carga metabólica moderada de 300 W (26°C) y alta de 415 W (28°C), (AENOR, 2017).

En el cuadro 9 se pueden observar los datos obtenidos de las mediciones del índice de TGBH en exteriores correspondientes al mínimo, máximo, mediana y media en las muestras tomadas en ambas regiones y por fechas de visitas.

**Cuadro 9** Mediciones de TGBH en exteriores por región y por visita.

<b>Región</b>	<b>Visita</b>	<b>Día de observación</b>	<b>TGBH mínimo (°C)</b>	<b>TGBH mediano (°C)</b>	<b>TGBH máximo (°C)</b>	<b>TGBH promedio (°C)</b>
Valle						
Central	1	26-nov-21	22,5	24,0	26,4	24,2
	2	3-mar-22	24,9	27,1	29,3	27,2
Pacífico						
Norte	1	11-nov-21	27,3	30,4	34,0	30,6
	2	17-feb-22	28,0	30,2	31,5	30,0

En las figuras del apéndice 5 se pueden observar gráficos para ambas regiones del porcentaje de la intensidad de trabajo y TGBH al que estuvieron expuestos los trabajadores por hora.

#### **5.2.4. Estimación a estrés térmico**

En el cuadro 10 se puede observar la cantidad de trabajadores clasificados como expuestos a estrés térmico para ambos proyectos y visitas. Esta clasificación fue realizada según la metodología ISO 7243, la cual permite identificar a los participantes que realizaron jornadas laborales con un  $TGBH_{\text{ambiental}}$  medio superior al TGBH de referencia recomendado para su nivel específico de tasa metabólica media.

**Cuadro 10** Exposición a estrés térmico en los participantes del estudio según la ISO 7243 (AENOR, 2017).

Exposición a estrés térmico	Valle Central n (%)		Pacífico Norte n (%)	
	Visita 1 (n=8)	Visita 2 (n=5)	Visita 1 (n=17)	Visita 2 (n=2)
Si	0 (0)	0 (0)	14 (82,3)	1 (50)
No	8 (100)	5 (100)	3 (17,6)	1 (50)

La prevalencia de exposición a estrés térmico en el Pacífico Norte durante la visita 1 (82,3%) fue significativamente mayor a comparación con la visita 1 del proyecto del Valle Central (ningún expuesto) (Prueba de Fisher,  $p < 0,001$ )

En el cuadro 11 se puede observar la exposición a estrés térmico por grupo de trabajo.

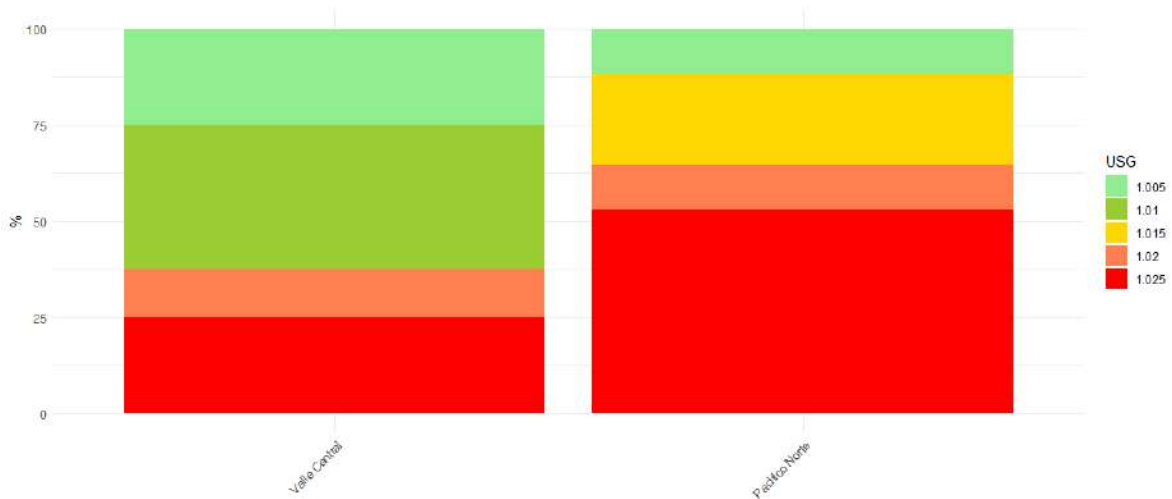
**Cuadro 11** Exposición a estrés térmico por grupo de trabajo según la ISO 7243 (AENOR, 2017)

Tipo de Trabajador	Valle Central n (% del total)		Pacífico Norte n (% del total)	
	Visita 1	Visita 2	Visita 1	Visita 2
Inspector	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)
Operador de maquinaria	0 (0%)	0 (0%)	10 (77%)	0 (0%)
Peon	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)	1 (100%)

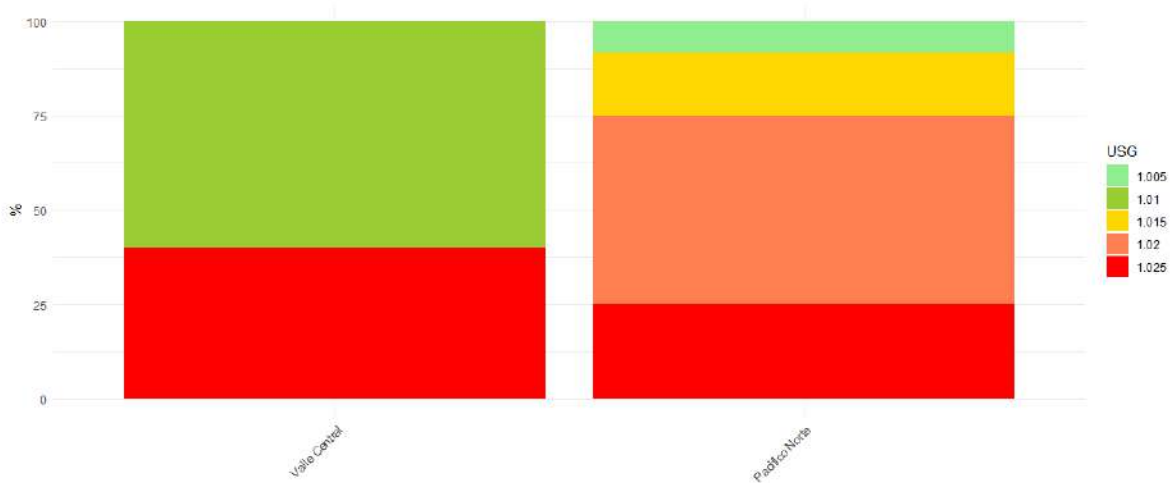
### 5.3. Biomarcadores

#### 5.3.1. Densidad Urinaria (USG)

Las distribuciones de datos de USG para ambos proyectos y tanto para la visita 1 como la visita 2, son no normales (Pruebas de Shapiro Wilk,  $p < 0,05$ ). En las figuras 10 y 11 se muestran los resultados de la densidad urinaria, los cuales fueron reportados por el personal del laboratorio contratado. Los valores entre 1,025 y 1,030 se clasificaron como deshidratación.



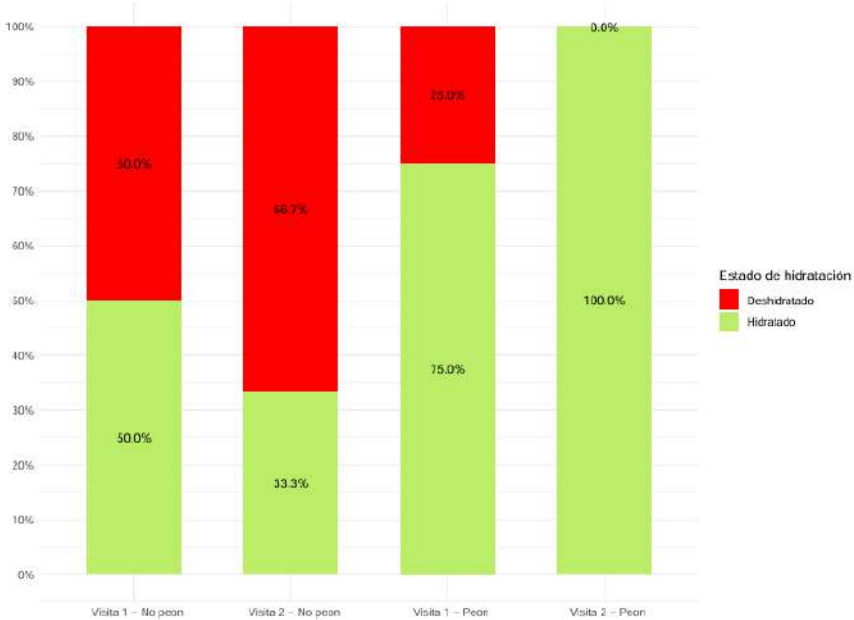
**Figura 10.** Frecuencia de los valores de USG para la visita 1 en el Valle Central y Pacífico Norte.



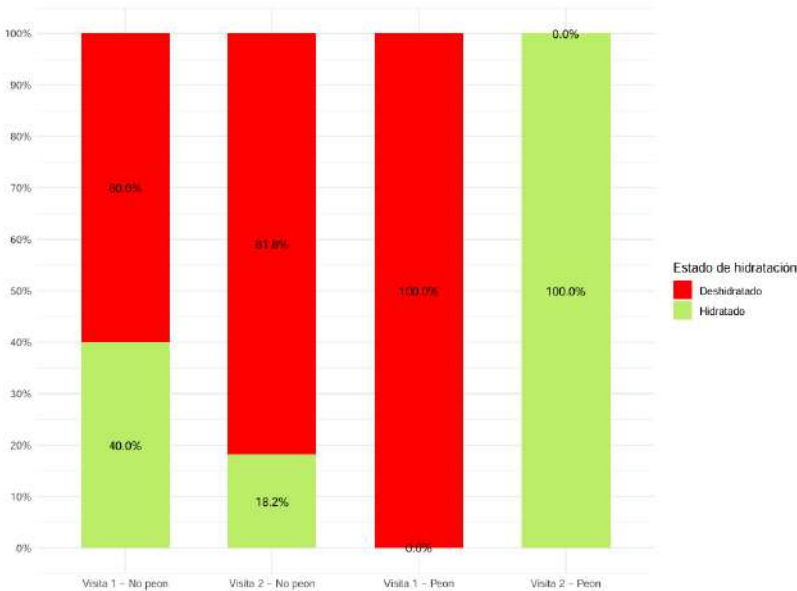
**Figura 11.** Frecuencia de niveles de USG para la Visita 2 en el Valle Central y Pacífico Norte.

La prevalencia de deshidratación para la visita 1 fue más marcada en la muestra de población del Pacífico Norte (64,7%) que para el Valle Central (37,5%). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las localidades, posiblemente debido a la muestra tan pequeña (Prueba de Fisher,  $p=0,39$ ). La prevalencia de deshidratación para la visita 2 también se encontró más marcada para el Pacífico Norte (75%), que el Valle Central (40%). No obstante, tampoco representa una diferencia significativa entre ambas localidades (Prueba de Fisher,  $p=0,28$ ).

Las figuras 12 y 13, se puede observar el estado de hidratación de los trabajadores por puesto de trabajo, así como por ubicación.



**Figura 12.** Estado de hidratación del proyecto Valle Central por puesto de trabajo. Se compara peones y no peones (inspectores y operadores de maquinaria).



**Figura 13.** Estado de hidratación del proyecto Pacifico Norte por puesto de trabajo. Se compara peones y no peones (inspectores y operadores de maquinaria).

### 5.3.2. Creatinina sérica (SCr)

Para SCr en los cuadros 12, 13 y la figura 14 se puede observar la distribución de los datos obtenidos para cada una de las visitas realizadas. La línea punteada corresponde a la clasificación de creatinina alta a los valores SCr  $\geq 1,25$  mg/dL. Las muestras del proyecto Valle Central en la primera visita presentaron un comportamiento normal ( $p= 0,33$ , Shapiro Wilk Test), mientras que para el Pacífico ( $p= 0,038$ , Shapiro Wilk Test) no siguieron una distribución normal. Para las muestras de la visita dos Valle Central ( $p = 0,28$ , Shapiro Wilk Test) y Pacífico Norte ( $p = 0,01$ ) indicando distribución normal y no normal respectivamente.

**Cuadro 12** Distribución SCr del total de participantes (de ambos sitios) por número de visita.

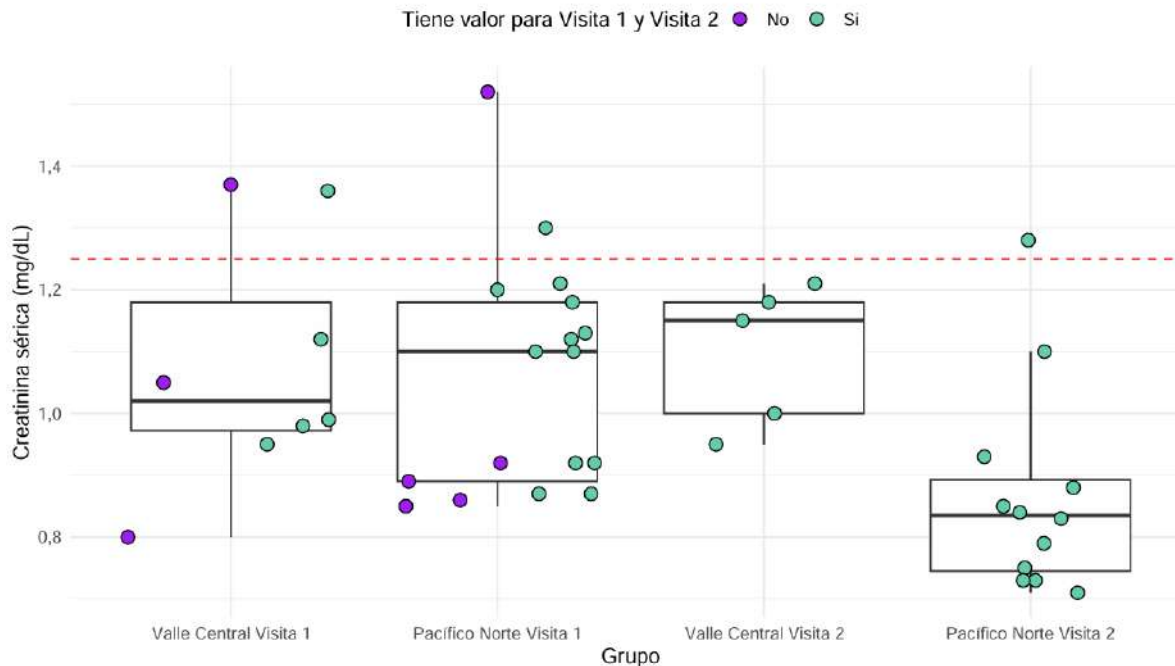
Medida	Visita 1 (n=25)	Visita 2 (n=17)
Media	1,06 mg/dL.	0,94 mg/dL.
Desviación estándar	0,19 mg/dL.	0,19 mg/dL.
Mediana	1,05 mg/dL.	0,88 mg/dL.
SCr $\geq 1,25$ mg/dL n (%)	16%	6%

**Cuadro 13** Distribución de los niveles de creatinina (mg/dL) y prevalencia de creatinina alta

Región	Fecha de visita	Q25	Q50	Media (SD)	Q75	Outliers* n (id)	Creatinina Alta** n (%)
Valle Central	27/11/2021	1	1,0	1,1(0,20)	1,2	0	2(25%)
	3/3/2022	1	1,1	1,1(0,12)	1,2	0	0
Pacífico Norte	11/11/2021	0,9	1,1	1,1(0,19)	1,2	0	2(12%)
	18/2/22	0,8	0,8	0,9(0,17)	0,9	1(CSG)	1(8%)

\*Valores por encima de  $Q3 + 1,5 \times IQR$  o por debajo de  $Q1 - 1,5 \times IQR$ . \*\* Creatinina  $\geq 1,25$  mg/dl.

De lo anterior, dos personas además de tener creatinina alta presentaron también presión alta (trabajadores KR7 y X7T), y ninguna persona con creatinina alta presentó diabetes.



**Figura 14.** Gráfico de caja para las mediciones de creatinina sérica para ambas regiones y visitas. La línea horizontal marca 1,25 mg/dL. Valores por encima de este número se consideraba alta para efectos de los análisis.

### Pruebas de significancia SCr

**Comparación entre regiones por visita:** Utilizando la prueba no paramétrica ( $p = 0,73$ , Wilcoxon Rank Sum), no se encontró una diferencia significativa en los niveles de creatinina entre ambos sitios en la primera visita. Para la segunda visita se encontró una diferencia significativa entre las distribuciones de ambas regiones, siendo más alto en el Valle Central ( $p = 0,018$ , Wilcoxon Rank sum).

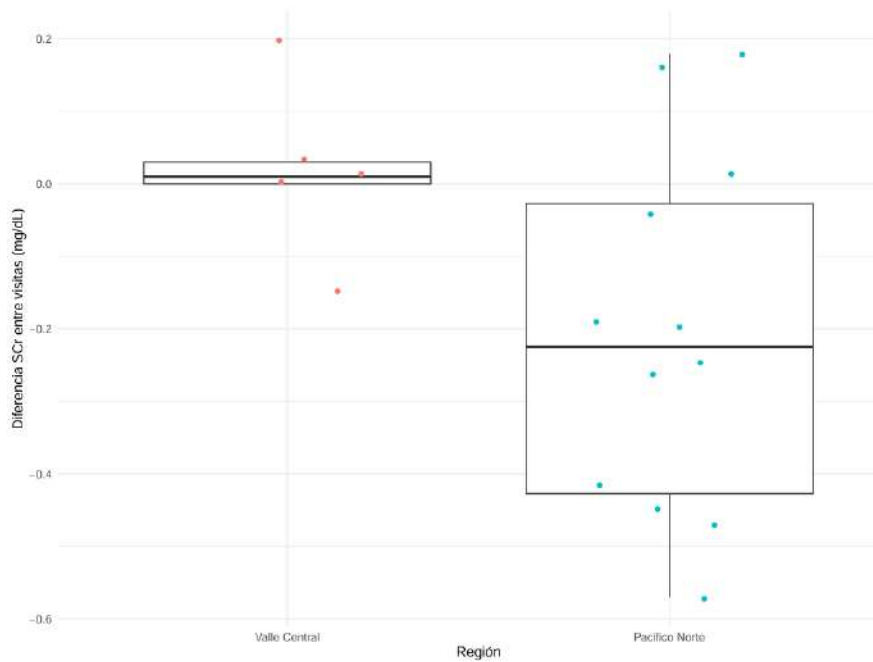
Durante la primera visita hubo una prevalencia de niveles altos de creatinina sérica ( $SCr \geq 1,25$  mg/dL) de 25% en el Valle Central y 11,8% en el Pacífico Norte. Y para la segunda visita la prevalencia disminuyó en el Pacífico Norte a 8,33% y el Valle Central a 0%. Sin embargo, la diferencia entre las ubicaciones geográficas no fue estadísticamente significativa para ninguna de las dos visitas ( $p = 0,57$  y  $p = 1$ , prueba de Fisher).

**Comparación entre trabajadores con una y dos mediciones de SCr:** Para ninguno de los dos sitios se encontró diferencias significativas en el nivel de SCr de la primera visita para los trabajadores que tuvieron solo una visita en comparación con los trabajadores que tuvieron dos visitas. Teniendo para el Valle Central ( $p = 1$ , Prueba de Wilcoxon rank sum) y para el Pacífico Norte ( $p = 0,186$ , Wilcoxon rank sum).

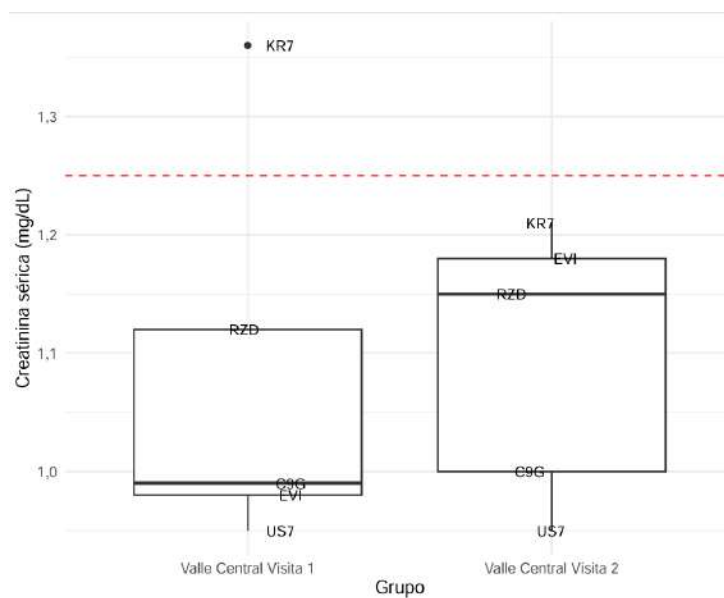
**Comparación regional entre ambas visitas:** Para la combinación de los datos de ambas visitas se obtiene (Prueba de Shapiro Wilk,  $p = 0,16$ ) para el Valle Central y (Prueba de Shapiro Wilk,  $p = 0,06$ ,) para el Pacífico Norte, lo anterior como pruebas de normalidad de la creatinina medida en ambas visitas sugiriendo que los datos siguen una distribución normal.

Para el Valle Central no hubo diferencia significativa en los niveles de SCr (Prueba de Wilcoxon rank-sum,  $p = 0,58$ ,) mientras que en el Pacífico Norte las dos mediciones fueron estadísticamente diferentes (Prueba de Wilcoxon rank-sum,  $p = 0,01$ ).

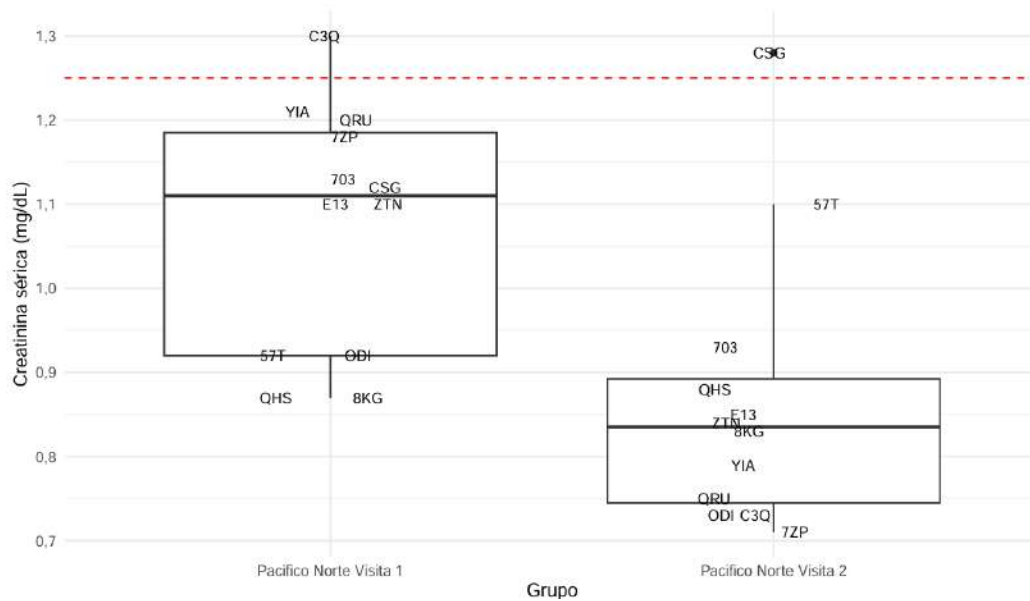
En la Figura 15 se puede observar la diferencia en los niveles de SCr para ambas regiones incluyendo todos los trabajadores del estudio.



**Figura 15** Distribución de la diferencia en los niveles de SCr (mg/dl) visita dos menos visita uno  
 En la Figura 16 se puede observar las distribuciones de la creatinina en sangre de los trabajadores del Valle Central presentes en ambas visitas y en la Figura 17 se pueden observar las del Pacífico Norte.



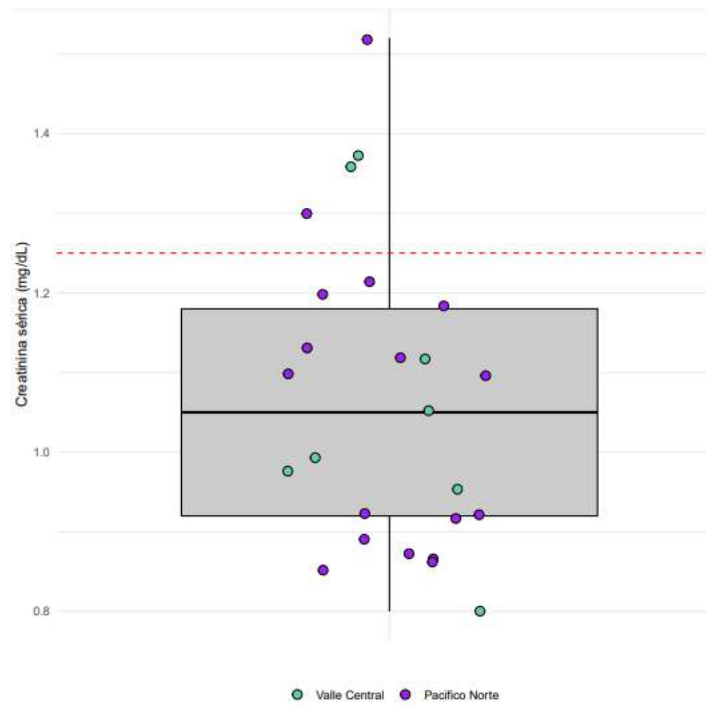
**Figura 16** Creatinina en sangre de los trabajadores del Valle Central presentes en ambas visitas



**Figura 17** Creatinina en sangre de los trabajadores del Pacífico Norte presentes en ambas visitas

### Regresión Bivariada – SCr

Para el análisis de regresión bivariada se utilizaron de forma agrupada todos los datos de los participantes de ambos proyectos correspondientes a la Visita 1, al ser la muestra de mayor tamaño con la que se cuenta ( $n = 25$ ). En la figura 18 se pueden observar la distribución de las mediciones de SCr realizada en noviembre del 2021. En el cuadro 14 se pueden observar los resultados de los análisis bivariados con SCr como variable dependiente continua con las respectivas variables independientes.



**Figura 18** Mediciones de SCr de visita 1 (n=25), noviembre 2021. La línea punteada horizontal corresponde a 1,25 mg/dL, considerado como el máximo valor normal para efectos del presente estudio.

**Cuadro 14** Resultados de los análisis bivariados con creatinina sérica como variable dependiente continua de la visita 1 (n = 25).

Variable dependiente	Variable independiente	Tipo de variable	Categorías*	P n=25
Creatinina sérica (continua)	Edad	Continua	-	0,52
	Años trabajo actual	Continua	-	0,59
	Años en otros trabajos similares	Continua	-	0,78
	Años experiencia	Continua	-	0,99
	IMC	Continua	-	0,07
	USG alta	Categórica	No Sí	0,14
	Lugar de trabajo	Categórica	Valle Central Pacífico Norte	0,80
	Fumado	Categórica	Nunca vs Pasado/Actual	0,40
	Consumo de alcohol	Categórica	≤1 vez por mes ≥2 veces por mes	0,94
	Presión alta**	Categórica	No Sí	0,51
Piedras en riñones**	Categórica	No Sí	0,77	
Trabajo anterior cortando caña**	Categórica	No Sí	0,51	

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

\*\*Autorreportado.

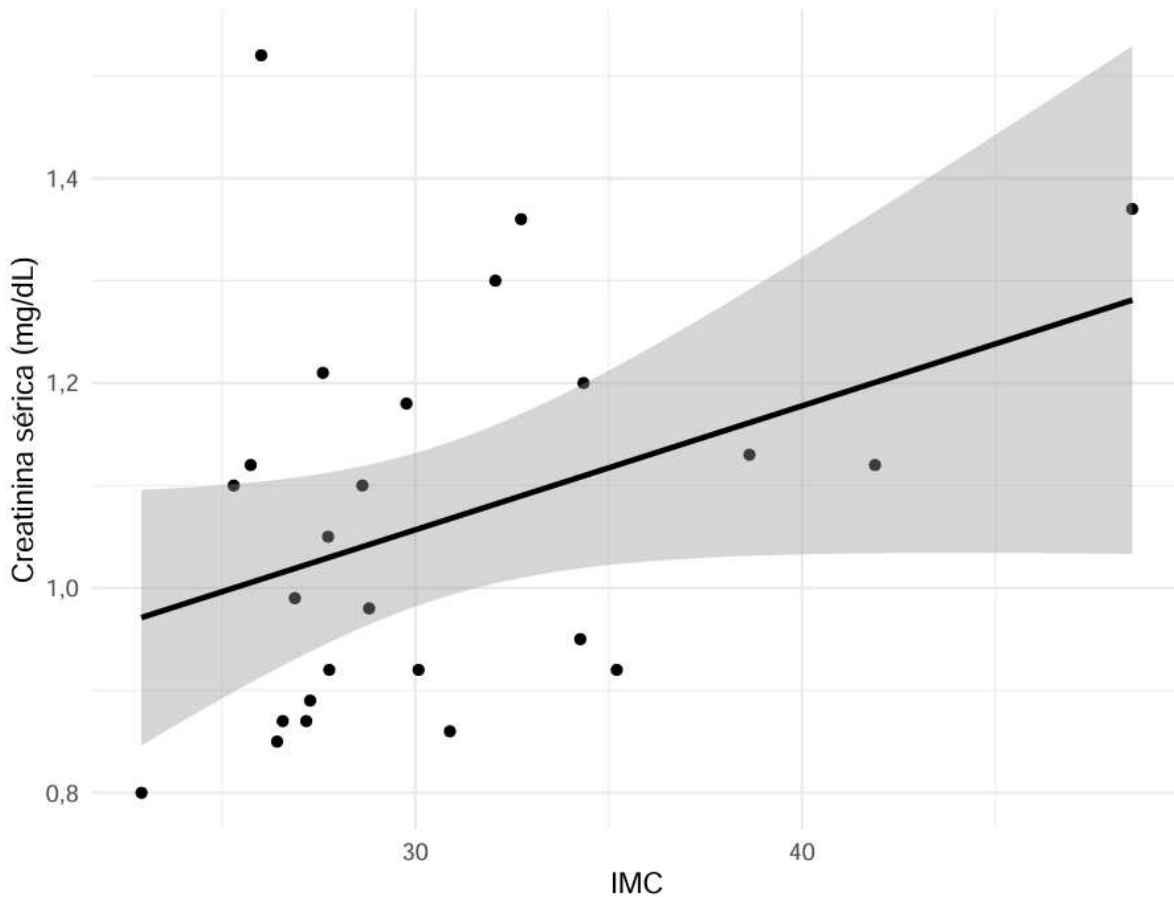
**Cuadro 15** Análisis bivariado con creatinina sérica Visita 1 como variable respuesta continua y exposición a estrés térmico el día de Visita 1 como variable explicativa

Variable dependiente	Variable independiente	Tipo de variable	Categorías*	P n = 32
Creatinina sérica (continua)	Carga metabólica	Continua	-	0,69
	Carga metabólica	Categórica	Baja	0,69
			Moderada	
			Alta	
	Expuesto a estrés térmico	Categórica	No Sí	0,44

---

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia

Según lo anterior, la única variable que se encuentra cerca de un valor significativo es el IMC ( $p = 0,07$ ) en la figura 19 se puede ver el efecto de la misma.



**Figura 19** Línea de regresión lineal del IMC, como variable explicativa del nivel de SCr para la visita 1 (n=25).

Categorizando los resultados de la SCr de la visita 1 en dos categorías,  $\geq 1,25$  mg/dL (Alta) y  $< 1,25$  mg/dL (Normal), se realizó un análisis de regresión logística observándose los resultados en el cuadro 16 cuyos valores de p encontrados sobrepasan a 0,05 por lo que indica que no se encontró ninguna asociación significativa entre los datos examinados para la primera visita.

**Cuadro 16** Resultados de los análisis bivariados (logísticos) con condición SCr alta (sí/no) como variable dependiente para la primera visita.

Variable dependiente	Variable independiente n=25	Tipo de variable	Categorías*	p
Creatinina sérica alta (Sí / No)	Edad	Continua	-	0,58
	Años trabajo actual	Continua	-	0,58
	Años en otros trabajos similares	Continua	-	0,24
	Años experiencia	Continua	-	0,92
	IMC	Continua	-	0,14
	USG alta	Categórica	No Sí	0,20
	Lugar de trabajo	Categórica	Valle Central Pacífico Norte	0,41
	Fumado	Categórica	Nunca	1,00
	Fumado	Categórica	Pasado Actual	1,00
	Consumo de alcohol	Categórica	≤1 vez por mes ≥2 veces por mes	0,74
	Presión alta**	Categórica	No Sí	0,79
	Piedras en riñones**	Categórica	No Sí	1,00
	Trabajo anterior cortando caña**	Categórica	No Sí	1,00

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

\*\*Autorreportado.

**Cuadro 17** Análisis bivariado con condición de SCr alta (sí/no) como variable dependiente y exposición a estrés térmico como variable explicativa de la visita 1.

Variable dependiente	Variable independiente	Tipo de variable	Categorías*	p n = 25
Creatinina sérica alta (Sí / No)	Carga metabólica	Continua	-	1
	Carga metabólica	Categórica	Baja	0,6
			Alta	
	Expuesto a estrés térmico	Categórica	No Sí	0,29

---

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

### **Modelo lineal simple - SCr**

El análisis de regresión lineal mixta con efectos aleatorios a partir del ID del individuo no es posible realizarse debido al tamaño de muestra (solo 5 personas del Valle Central y 12 personas del Pacífico Norte cuentan con muestras repetidas). Por tal razón, se optó por realizar un modelo lineal simple sin efectos aleatorios utilizando el valor de SCr de la visita 1 como variable dependiente.

Por tanto, el modelo lineal simple indica que el intercepto que representa el nivel medio de SCr logarítmica de la muestra tiene un valor estimado de -0,006, con un error estándar de 0,03. El valor para t de este intercepto es de -0,21, con un valor de p de 0,83. Demostrando con lo anterior que no existe diferencia estadísticamente significativa del nivel medio de SCr logarítmica respecto a 0. El error estándar residual es de 0,19 reflejando la variabilidad de las muestras alrededor de la media estimada. Se utiliza la transformación logarítmica para ayudar a normalizar los datos, estabilizar la varianza y con ello mejorar la interpretación.

### **5.3.3. Tasa estimada de filtración glomerular (TFGe)**

Para el análisis de TFGe se utilizarán las categorías de filtrado (Gonzalez y Nadal, 2017) encontradas en el cuadro 18.

**Cuadro 18** Categorías de filtrado glomerular

<b>IFG (ml/min/1.73 m2)</b>	<b>Categorización de la FG</b>
>90	Normal o alta
60-89	Leve disminución
45-59	Leve/moderada disminución
30-44	Moderada/Severa disminución
15-29	Severa disminución
<15	Falla renal

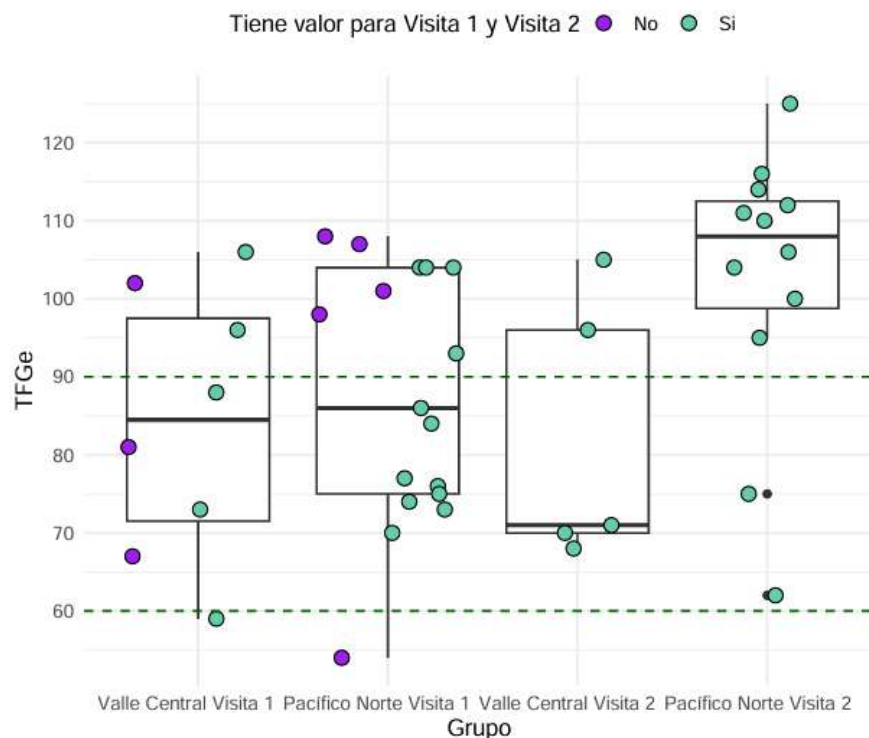
En el cuadro 19, 20 y la figura 20 se puede observar la distribución de TFGe para las muestras de las poblaciones del Valle Central y el Pacífico Norte en estudio. Para el proyecto del Valle Central en la primera y segunda visita, así como en la primera visita del Pacífico Norte, las medias de TFGe se encuentra por debajo del rango de categoría normal ( $\geq 90$  ml/min/1,73m<sup>2</sup>), o alta ( $< 90$  ml/min/1,73m<sup>2</sup>) ubicándose en su mayoría en el rango de leve disminución (60-89 ml/min/1,73m<sup>2</sup>).

**Cuadro 19** Distribución de la TFGe del total de participantes (de ambos sitios) por visita.

<b>Medida</b>	<b>Visita 1 (n=25)</b>	<b>Visita 2 (n=17)</b>
<b>Media</b>	86,4 ml/min/1,73m <sup>2</sup>	96,47 ml/min/1,73m <sup>2</sup>
<b>Desviación estándar</b>	16,14 ml/min/1,73m <sup>2</sup>	19,66 ml/min/1,73m <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>	86 ml/min/1,73m <sup>2</sup>	104 ml/min/1,73m <sup>2</sup>

**Cuadro 20** Distribución de los niveles TFGe para ambas regiones y proyectos

<b>Región</b>	<b>Visita</b>	<b>n</b>	<b>TFGe</b>					
			<b>(ml/min/1,73m<sup>2</sup>)</b>					
			<b>Min</b>	<b>Q25</b>	<b>Q50</b>	<b>Media</b>	<b>Q75</b>	<b>Max</b>
Valle Central	27/11/2021	8	59	71,5	84,5	84	97,5	106
	3/3/2022	5	68	70	71	82	96	105
Pacífico Norte	11/11/2021	17	54	75	86	87,5	104	108
	18/2/22	12	62	98,8	108	102,5	112,5	125



**Figura 20** Distribución de la TFGe para ambas regiones y visitas. Las líneas punteadas indican 90 mL/min/1,73m<sup>2</sup> correspondiente al límite menor de valores considerados normales y 60 mL/min/1,73m<sup>2</sup>, el límite mayor de ERC estadio 3.

Según las categorías de filtración glomerular estimado en el cuadro 21 se puede observar la clasificación para los datos obtenidos por proyecto y por visita según lo indicado por González y Nadal (2017).

**Cuadro 21** Clasificación de la tasa de filtración glomerular de los trabajadores por región y proyectos.

TFGe (ml/min/1.73 m <sup>2</sup> )	Pacifico Norte n (%)		Valle Central n (%)	
	Visita 1 (n=17)	Visita 2 (n=12)	Visita 1 (n=8)	Visita 2 (n=5)
Normal o alta (>90)	8 (47)	10 (83)	3 (38)	2 (40)
Leve disminución (60 – 89)	8 (47)	2 (17)	4 (50)	3 (60)
Leve/moderada disminución (45-59)	1 (6)	0	1 (13)	0
Moderada/severa disminución (30-44)	0	0	0	0
Severa disminución (15-29)	0	0	0	0

## **Pruebas de significancia- TFGe**

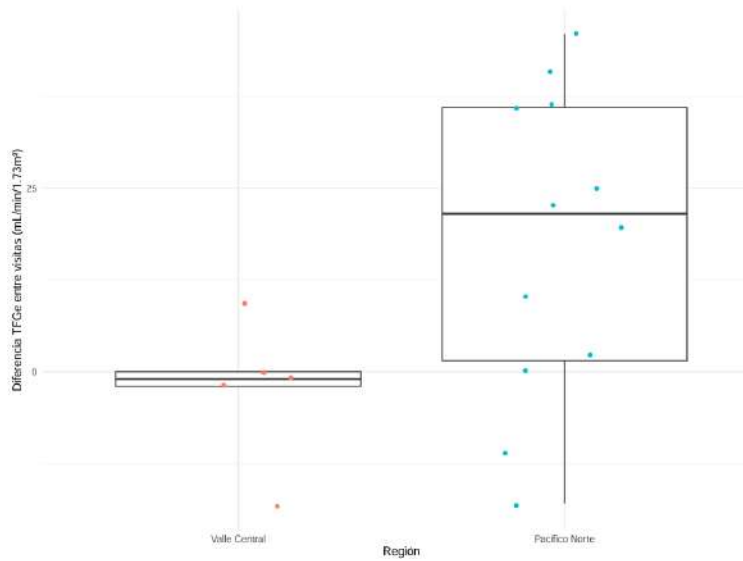
**Comparación entre regiones por visita:** Para la normalidad de las distribuciones se realizaron pruebas de Shapiro-Wilk para la primera visita en el Valle Central (Prueba de Shapiro-Wilk,  $p = 0,80$ ) y el Pacífico Norte (Prueba de Shapiro-Wilk,  $p = 0,12$ ), sugiriendo que los datos siguen una distribución normal en ambos grupos. Para la segunda visita, los resultados en el Valle Central (Prueba de Shapiro-Wilk,  $p = 0,08$ ) y el Pacífico Norte (Prueba de Shapiro-Wilk,  $p = 0,06$ ), indicando que, aunque los valores de  $p$  están cerca al valor  $0,05$ , la distribución no se desvía significativamente de la normalidad.

Utilizando pruebas de Welch (Two Sample t-test), no se encontraron diferencias significativas entre las medianas de los sitios ni en la primera visita ( $p = 0,63$ ), ni en la segunda visita ( $p = 0,058$ ) encontrándose de nuevo de forma cercana al valor del límite sugiriendo una tendencia hacia la significancia pero que no es suficiente para rechazar la hipótesis nula de medias iguales entre los grupos.

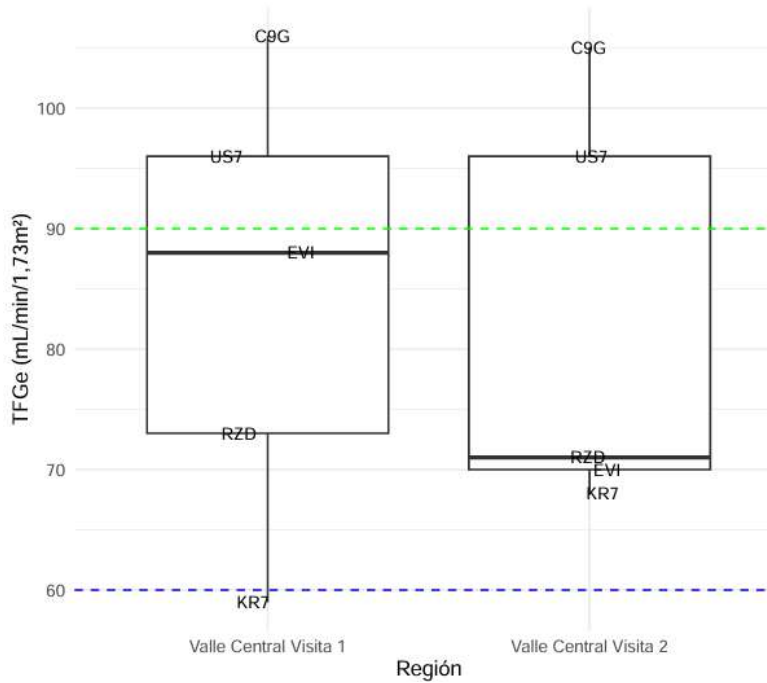
**Comparación entre visitas:** Pruebas de Shapiro-Wilk fueron utilizadas también para evaluar la distribución de normalidad entre visitas teniendo ( $p = 0,24$ ) para el Valle Central y ( $p = 0,14$ ) para el Pacífico Norte, indicando que los datos siguen una distribución normal.

No se encontraron diferencias significativas para la comparación de medianas entre visitas para el Valle Central (Prueba de Wilcoxon signed rank,  $p = 0,58$ ), sin embargo, en el Pacífico Norte (Prueba de Wilcoxon signed rank,  $p = 0,02$ ), sí se encontró una diferencia significativa en la distribución de TFGe entre las visitas.

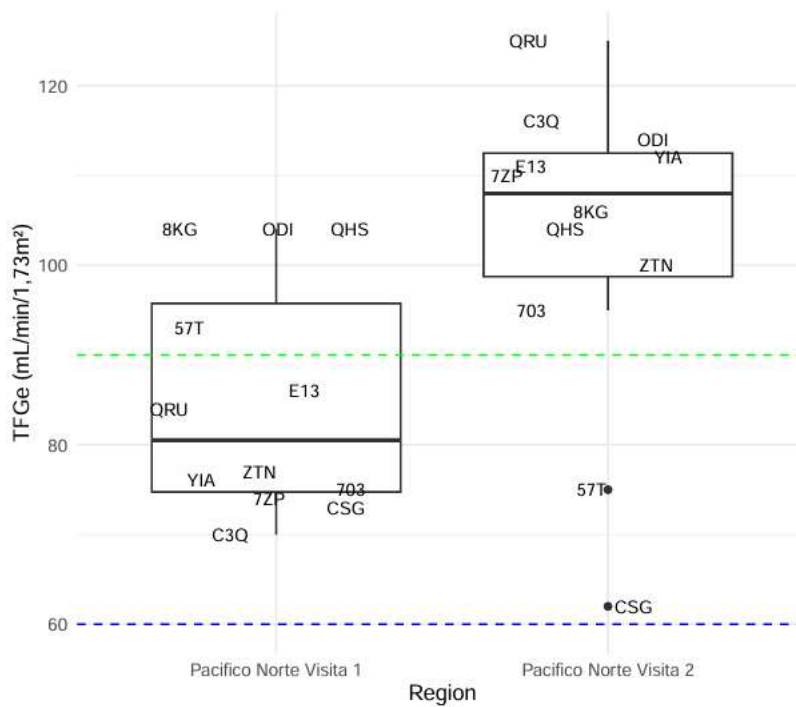
En la figura 21 se puede observar la distribución de las diferencias entre los niveles de TFGe entre ambas visitas realizadas. Las figuras 22 y 23 muestran las distribuciones de TFGe de los trabajadores por proyecto presentes en ambas visitas.



**Figura 21** Distribución de la diferencia en las mediciones de TFGe entre visitas (Visita 2 menos visita 1).



**Figura 22** TFGe de los trabajadores del proyecto Valle Central presentes en ambas visitas (n=5). Las líneas punteadas indican 90 mL/min/1,73m<sup>2</sup> correspondiente al límite menor de valores considerados normales y 60 mL/min/1,73m<sup>2</sup>, el límite mayor de ERC estadio 3.



**Figura 23** TFGe de los trabajadores del proyecto Pacifico Norte presentes en ambas visitas. Las líneas punteadas indican 90 mL/min/1,73m<sup>2</sup> correspondiente al límite menor de valores considerados normales y 60 mL/min/1,73m<sup>2</sup>, el límite mayor de ERC estadio 3.

### Análisis de regresión bivariada-TFGe

Para realizar el análisis de regresión bivariada con la tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) como variable dependiente, se utilizaron todos los datos correspondientes a la visita 1 (n=25). En el cuadro 22 se puede ver este análisis mostrando que no se encontraron variables con efecto significativo sobre la TFGe como variable continua. Cabe señalar que la densidad urinaria tiene un valor de p de 0,09, sin embargo, no existe asociación significativa entre USG y TFGe.

**Cuadro 22** Análisis bivariados con TFGe como variable dependiente. Visita 1 (n=25)

Variable dependiente	Variable independiente n=25	Tipo de variable	Categorías*	p
TFGe (continua)	Edad	Continua	-	0,34
	Años trabajo actual	Continua	-	0,14
	Años similares	Continua	-	0,68
	Años experiencia	Continua	-	0,60
	IMC	Continua	-	0,12
	USG alta	Categórica	Normal (<1,025) Alta (1>=1,025)	0,09
	Lugar de trabajo	Categórica	Valle Central Pacífico Norte	0,62
	Fumado	Categórica	Nunca vs Pasado/ Actual	0,66
	Consumo de alcohol	Categórica	≤1 vez por mes ≥2 veces por mes	0,78
	Presión alta	Categórica	No Sí	0,16
	Piedras en riñones	Categórica	No Sí	0,83
	Trabajo anterior cortando caña	Categórica	No Sí	0,64

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

**Cuadro 23** Análisis bivariado con TFGe continua como variable dependiente visita 1.

Variable dependiente	Variable independiente	Tipo de variable	Categorías*	p n = 25
TFGe continua	Carga metabólica	Continua	-	0,66
	Carga metabólica	Categórica	Baja	0,58
			Moderada	
			Alta	
	Expuesto a estrés térmico	Categórica	No Sí	0,36

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia

Categorizando los resultados de TFGe de la visita 1 en dos categorías normal ( $\geq 90$  ml/min/1,73m<sup>2</sup>) y no normal ( $< 90$  ml/min/1,73m<sup>2</sup>), se realizó un análisis de regresión logística observándose los

resultados en el cuadro 24 cuyos valores de p encontrados sobrepasan a 0,05, demostrando que no se encuentra ninguna asociación significativa entre los datos examinados para la primera visita.

**Cuadro 24** Resultados de los análisis bivariados (logísticos) con condición de TFGe (Normal/No normal) como variable dependiente visita 1.

Variable dependiente	Variable independiente n=25	Tipo de variable	Categorías*	p
TFGe Normal (Sí / No)	Edad	Continua	-	0,68
	Años trabajo actual	Continua	-	0,11
	Años similares	Continua	-	0,33
	Años experiencia	Continua	-	0,52
	IMC	Continua	-	0,18
	USG alta	Categórica	No Sí	0,69
	Lugar de trabajo	Categórica	Valle Central Pacífico Norte	1,00
	Fumado	Categórica	Nunca	1,00
	Fumado	Categórica	Pasado Actual	1,00
	Consumo de alcohol	Categórica	≤1 vez por mes ≥2 veces por mes	1,00
	Presión alta	Categórica	No Sí	0,23
	Piedras en riñones	Categórica	No Sí	1,00
	Trabajo anterior cortando caña	Categórica	No Sí	1,00

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

**Cuadro 25** Análisis bivariado con condición de TFGe (Normal/No normal) como variable dependiente y exposición a estrés térmico como variable explicativa visita 1.

Variable dependiente	Variable independiente n=25	Tipo de variable	Categorías*	p
TFGe Normal (Sí / No)	Carga metabólica	Continua	-	0,69
	Carga metabólica	Categórica	Baja Moderada	0,28

		Alta	
Expuesto a estrés término	Categoría	No	0,69
		Sí	

\*La primera categoría de cada variable corresponde a la categoría de referencia.

#### 5.4. Síntomas

En el cuadro 26 se puede observar la frecuencia de los síntomas reportados por los trabajadores del estudio en los últimos 8 días previos a las visitas de campo. Para la primera visita los síntomas asociados a la exposición al calor y deshidratación con mayor medida ( $\geq 25\%$ ) del Valle Central acomodados de mayor a menor prevalencia correspondieron a: boca seca, calambres y mareos. Y para el Pacífico Norte no hubo casos por encima de 25%, sin embargo, el síntoma mayor presentado fue el de boca seca (24%).

Para la visita 2 los síntomas asociados a la exposición al calor y deshidratación con mayor medida ( $\geq 25\%$ ) fue el de hinchazón de manos o pies para el Valle Central. Para el Pacífico Norte fue el dolor de cabeza.

Por otro lado, se incluyó la consulta de síntomas no asociados a la exposición al calor evidenciándose mayor prevalencia ( $\geq 25\%$ ) para los síntomas de dolor de espalda alta y baja para ambas regiones en la mayoría de las visitas (solo Valle Central visita 2 no presentó dolor de espalda alta).

Los resultados de las pruebas Fisher realizadas para la prevalencia de los síntomas, no sugiere diferencias significativas entre los síntomas presentados y los grupos comparados ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 26** Reporte de síntomas durante la semana previa a las visitas en ambos proyectos

Síntoma	Valle Central n (%)		Pacífico Norte n (%)	
	Visita 1 (n=8)	Visita 2 (n=6)	Visita 1 (n=17)	Visita 2 (n=12)
<b>Síntomas asociados a la exposición a calor y la deshidratación</b>				
Dificultad para respirar	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (17)
Calambres	2 (25)	0 (0)	3 (18)	2 (17)
Fiebre	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)
Dolor de cabeza	1 (13)	0 (0)	2 (12)	4 (33)
Mareo	2 (25)	1 (17)	0 (0)	1 (8)
Hinchazón de manos o pies	1 (13)	2 (33)	2 (12)	1 (8)
Taquicardia	0 (0)	1 (17)	1 (6)	2 (17)
Boca Seca	4 (50)	1 (17)	4 (24)	2 (17)
Ardor al orinar	1 (13)	0 (0)	1 (6)	1 (8)
Nauseas	1 (13)	0 (0)	0 (0)	2 (17)
Vómito	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>Síntomas no asociados a la exposición a calor</b>				
Diarrea	1 (13)	0 (0)	1 (6)	1 (8)
Dolor en la espalda baja	3 (38)	2 (33)	7 (41)	6 (50)
Dolor en la espalda alta	2 (25)	0 (0)	4 (24)	4 (33)
Sangrado por la nariz	0 (0)	1 (17)	0 (0)	0 (0)
Dificultad para abotonar camisa	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

### 5.5. Conocimiento y percepción del riesgo

En el cuadro 27 se presentan los resultados obtenidos a las distintas categorías del riesgo indicados por los trabajadores para ambas muestras de las regiones en estudio. Dichos resultados fueron representados en una escala del 1 al 7, (1 menor y 7 mayor valoración). Por otro lado, para el atributo de la magnitud del riesgo la escala fue del 0 al 100, basándose en este mismo principio.

**Cuadro 27** Resultados del cuestionario de percepción del riesgo ambos proyectos.

Atributo	Valle Central (n = 8)				Pacífico Norte (n =17)			
	p25	Mediana	p75	Media	p25	Mediana	p75	Media
Conocimiento propio	4,8	5,5	6,3	5,5	4	5	6	4,8
Conocimiento de jefaturas	1,8	2,5	4	3	3	4	7	4,4
Temor al daño	5	5	5,3	5,4	3	7	7	5,2
Vulnerabilidad personal	5	5	6	5,3	4	6	7	5,4
Gravedad del daño	4	5	5,5	5,1	5	6	7	5,6

Capacidad de prevenir	3,8	4,5	5,3	4,5	4	6	6	5,0
Capacidad de controlar	4,8	5	6	5,1	4	4	7	5,0
Potencial catastrófico	4,8	5,5	7	5,5	5	6	7	5,7
Demora del daño	3,8	5,5	6,3	5,1	4	6	7	5,0
Riesgo de daño muy grave	4,8	5	5,5	5,3	5	7	7	5,8
Magnitud del riesgo	50	55	70	63,8	60	80	90	73,5
Valoración nivel de calor	4	4,5	6	5	4	6	7	5,2
Capacitación recibida	1	1	1	1,6	1	1	1	1,3

En la figura 24 se presenta gráficamente la frecuencia que obtuvo cada atributo analizado cada punto representa el puntaje asignado por un trabajador individual verde Valle Central y morado Pacífico Norte. Los valores más altos representan una mayor percepción del riesgo.



**Figura 24** Puntajes de percepción del riesgo para cada atributo según ubicación geográfica. Los puntos representan el número de personas que seleccionaron en número en escala.

En los cuadros 28 y 29 se pueden observar las matrices de correlación de Spearman para los resultados obtenidos y su valor p.

**Cuadro 28** Matriz de correlación de Spearman para las puntuaciones de percepción del riesgo, Valle Central.

	Conocimiento jefaturas	Temor al daño	Vulnerabilidad personal	Gravedad del daño	Capacidad prevenir	Capacidad controlar	Potencial catastrófico	Demora del daño
Conocimiento propio	-0,07	0,77	0,29	0,21	-0,40	-0,43	0,30	0,37
Conocimiento jefaturas		-0,05	-0,54	-0,37	0,42	-0,32	0,00	-0,04
Temor al daño			0,26	0,42	-0,48	-0,56	0,64	-0,10
Vulnerabilidad personal				0,57	0,16	0,21	0,38	0,12
Gravedad del daño					-0,21	0,47	0,87	-0,17
Capacidad prevenir						0,25	-0,23	-0,20
Capacidad controlar							0,08	-0,03
Potencial catastrófico								-0,27

Rojo: p = 0.06. Naranja: p < 0.05. Verde: p < 0.01. Azul p < 0.001.

**Cuadro 29** Matriz de correlación de Spearman para las puntuaciones de percepción del riesgo. Pacifico Norte.

	Conocimiento jefaturas	Temor al daño	Vulnerabilidad personal	Gravedad del daño	Capacidad prevenir	Capacidad controlar	Potencial catastrófico	Demora del daño
Conocimiento propio	0,39	0,46	0,17	0,34	0,42	0,59	0,30	0,20
Conocimiento jefaturas		0,67	0,38	0,11	0,45	0,31	0,43	0,51
Temor al daño			0,54	0,40	0,54	0,57	0,61	0,41
Vulnerabilidad personal				0,75	0,38	0,31	0,68	-0,02
Gravedad del daño					0,13	0,21	0,48	0,00
Capacidad prevenir						0,40	0,46	-0,04
Capacidad controlar							0,31	0,23
Potencial catastrófico								0,21

Rojo: p = 0.06. Naranja: p < 0.05. Verde: p < 0.01. Azul p < 0.001.

Para el caso del Valle Central, los puntajes obtenidos de la matriz de Spearman se evidencia una correlación muy significativa entre la creencia de que el calor puede dañar a un gran número de

personas a la vez (potencial catastrófico) con la gravedad del daño que puede causar esta exposición al calor. Por otro lado, hay una correlación significativa entre el miedo a sufrir daños y la medida que conocen sobre los riesgos asociados a la exposición al calor.

Para el caso del Pacífico Norte, se obtiene una correlación significativa entre la gravedad del daño que puede generar estar expuesto al calor y la posibilidad de experimentar un daño (vulnerabilidad personal) como resultado de la exposición al calor. Adicionalmente, se presentaron correlaciones significativas entre la creencia de que el calor puede dañar a un gran número de personas a la vez (potencial catastrófico) y el temor al daño y a la vulnerabilidad personal, así como, entre el miedo a sufrir daños y el conocimiento que poseen las jefaturas respecto a la exposición al calor. Y finalmente se tienen entre otras correlaciones significativas las del miedo a sufrir daños y la vulnerabilidad personal, la capacidad de prevenir y la capacidad de controlar. La del conocimiento por parte de las jefaturas y la demora del daño ocasionado, así como, la del conocimiento propio y la capacidad para controlar los efectos de la exposición al calor.

En el cuadro 29 se pueden observar los valores p obtenidos al comparar entre región geográfica mediante la prueba de Wilcoxon rank-sum los puntajes asignados a cada atributo. Según los resultados ninguno de los atributos analizados tuvo una diferencia significativa entre ellos ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 30** Comparación de la percepción del riesgo entre ambos proyectos. Wilcoxon rank-sum

Atributo	p
Conocimiento propio	0,39
Conocimiento jefaturas	0,11
Temor al daño	0,76
Vulnerabilidad personal	0,47
Gravedad del daño	0,37
Capacidad prevenir	0,35
Capacidad controlar	0,91
Potencial catastrófico	0,67
Demora del daño	0,83

Riesgo de daño muy grave	0,25
Magnitud del riesgo	0,41
Valoración nivel de calor	0,34
Capacitación recibida	0,92

En el cuadro 31 se puede observar las respuestas obtenidas de las demás preguntas del cuestionario de conocimiento y percepción sobre el riesgo de exposición al calor.

**Cuadro 31** Análisis descriptivo conocimiento y percepción sobre el riesgo de exposición al calor, por sitio de investigación.

Variables	Valle Central (n=8)		Pacífico Norte (n=17)	
	n	%	n	%
<b>Color que debe tener la orina</b>				
Amarillo	1	12,5	4	23,5
Casi Transparente	7	87,5	13	76,5
<b>Conoce término AINES</b>				
Sí	3	37,50	1	5,9
No	5	62,50	16	94,1
<b>Se ha realizado prueba SCr</b>				
Sí	1	12,5	4	23,5
No	4	50	10	58,8
No Sabe	3	3,5	3	17,7
<b>Conoce prueba de SCr</b>				
Sí	0	0	3	17,7
No	8	100	14	82,4
<b>Impacto que el calor tiene en su trabajo</b>				
No Impacto	3	3,5	8	47,1
Poco Impacto	0	0	4	23,5
Algo Impacto	2	25	5	29,4
Fuerte Impacto	2	25	0	0
Muy Fuerte Impacto	1	12,5	0	0
<b>Conocimiento del Decreto</b>				
Sí	1	12,5	1	5,9
No	7	87,5	16	94,2

No se encontraron diferencias significativas entre regiones estudiadas para las variables analizadas para el conocimiento y percepción del riesgo de exposición al calor (Pruebas de Fisher,  $p > 0,05$ ).

## **6. DISCUSIÓN**

Los resultados de esta investigación exploratoria representan uno de los primeros aportes sobre la exposición al calor y sus posibles efectos en la salud de los trabajadores de mantenimiento y construcción de vías en las regiones del Valle Central y Pacífico Norte de Costa Rica. Analizando el posible estrés térmico mediante la carga metabólica en combinación con el índice TGBH como exposición y la creatinina sérica como marcador de efecto, se ha producido datos que pueden ser comparados con otras investigaciones que destacan la vulnerabilidad de los trabajadores al aire libre en algunas zonas del país.

La caracterización sociodemográfica de las poblaciones del estudio demuestra una distribución de edad que tiende hacia grupos etarios de mayor edad. Para el Valle Central con una mediana de 60 años y una mediana de 51 años en el Pacífico Norte. Esta edad avanzada puede aumentar la vulnerabilidad a los efectos negativos de la exposición al calor, ya que la capacidad del cuerpo para regular la temperatura disminuye con la edad (Kenney et al., 2012). Las personas mayores también tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como la hipertensión o deficiencias renales, que pueden exacerbarse con la exposición al calor (Kenney et al., 2014). De igual manera la edad avanzada de estas dos poblaciones es una limitante importante de este estudio ya que dificulta la interpretación de resultados. Esto se debe a que reducciones en la tasa de filtración glomerular puede ser provocados por la edad o las enfermedades crónicas, tal como lo indica Inker et al. (2012)

La prevalencia de enfermedades crónicas como la hipertensión fue considerable en ambas regiones, con un 50% de los trabajadores del Valle Central y un 41% en el Pacífico Norte reportando haber sido diagnosticados con esta enfermedad. La hipertensión es un factor de riesgo conocido para la

enfermedad renal crónica (Jafar, 2001; Levey y Coresh, 2012). Estos resultados refuerzan la necesidad de monitorear de cerca la salud de esta población. La alta prevalencia de hipertensión en combinación con la exposición al calor puede aumentar el riesgo de daño renal agudo, así como han sido documentados en otros estudios de trabajadores al aire libre y en climas cálidos (Wesseling et al., 2020).

Adicionalmente, el 25% de los trabajadores del Valle Central reportó haber tenido problemas de próstata, lo cual, es un tema importante que puede ocasionar síntomas urinarios notables como la hematuria o presencia de sangre en la orina (Barry et al., 2017). Esta aparición de glóbulos rojos en la orina puede ser una causa de elevación de la densidad urinaria que puede también haber incidido en los resultados de este proyecto (Armstrong, 2007).

Por otro lado, ambos grupos mostraron niveles de escolaridad bajos, con una mediana de 7,5 años en el Valle Central y 8 años en el Pacífico Norte. La baja escolaridad es una de las características comunes de las ocupaciones en la industria de la construcción donde los trabajadores tienen menos oportunidades de acceder a trabajos físicamente menos demandantes (BLS, 2021; ILO, 2015). Además, esta característica pudo también haber influido en los resultados sobre el conocimiento y percepción del riesgo de exposición al calor aunado a la poca capacitación que brinda sobre la temática la parte empleadora (Kjellstrom et al., 2017; Vanos et al., 2019).

Se evidenció mayor prevalencia de fumadores en el pasado en el Valle Central (63%) en comparación con el Pacífico Norte (41%) y actualmente ninguno de los trabajadores del Valle Central reporta ser fumador activo. Aunque no se observó una diferencia significativa en los biomarcadores de función renal entre las dos regiones, es importante reconocer que el tabaquismo ha sido asociado con un mayor riesgo de enfermedad renal (Hall et al., 2014; Orth et al., 1998). Para el consumo de alcohol, la mayoría de los trabajadores reportaron un consumo moderado ( $\leq 1$  vez al mes). No encontrándose algún impacto significativo alguno.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en la antigüedad en el trabajo actual, sí se evidenció que un mayor número de trabajadores del Pacífico Norte (71%) había trabajado anteriormente en la agricultura, encontrándose una similitud con el trabajo bajo condiciones de calor (Kjellstrom, 2016; Wesseling et al., 2020). La experiencia previa en trabajos expuestos a calor podría influir en la percepción del riesgo y en adopción de medidas preventivas (Stoecklin-Marois et al., 2013b; Venugopal et al., 2015b). Sin embargo, los resultados del cuestionario de conocimiento y percepción no reflejaron una diferencia significativa en términos de conocer sobre el riesgo de estar expuestos a calor.

Con respecto a los resultados obtenidos de la frecuencia cardíaca y la carga metabólica, se observó para la visita 1 que en el Pacífico Norte los peones tuvieron resultados más elevados que las personas de otros puestos. Esto es coherente con la intensidad física de sus tareas, indicativo de esfuerzo cardiovascular (Åstrand, 2003). Este esfuerzo combinado con estrés térmico, representa un riesgo para la salud, especialmente en espacios donde los descansos e hidratación no son bien monitoreados (Armstrong, 2007; Kenny et al., 2010). Estudios previos sugieren que la combinación de trabajo físico extenuante y calor ambiental elevado es el principal factor de riesgo asociado con la ERCnt en Centroamérica (Wesseling et al., 2020).

En contraste, en el Valle Central las mediciones de carga metabólica más elevadas las obtuvieron las personas que se dedicaban a manejar maquinaria. Variación que podría estar relacionada a factores individuales, posturas mantenidas o exposición a calor dentro de las cabinas, ya que muchos de ellos no contaban con aire acondicionado tanto en el Valle Central como en el Pacífico Norte. Lo anterior sugiere que no todos los operadores están exentos de sobrecarga cardiovascular (Kenny et al., 2010). Por otro lado, analizando la totalidad de la población por región para la visita 1 la mayoría de los trabajadores se encontraron en el rango de carga moderada (Meq entre 235W y 360W), según la norma (AENOR, 2017).

Los instructores, quienes tienen un rol de supervisión y administrativo, registraron cargas metabólicas con tendencia a ser un poco más bajas en general, lo cual es esperable dado que su actividad física durante la jornada laboral es menor (Åstrand et al., 2003). Estos trabajadores están menos expuestos a cargas físicas, sin embargo, algunos de ellos sí mostraron resultados de cargas metabólicas en la categoría alta por lo que, resulta igualmente importante no subestimar la exposición al calor ya que las condiciones ambientales también les pueden afectar, particularmente en el Pacífico Norte (Kenny et al., 2010; Wesseling et al., 2020) y en especial si no hay medidas de protección adecuadas contra el calor como fue el caso en este estudio, como lo establece la norma ISO 7243 (International Organization for Standardization, 2017). Lo anterior se agrava, al reconocer el desconocimiento de las personas trabajadoras a la normativa nacional y su potencial factor diferenciador si se ejecutase de manera óptima (Stoecklin-Marois et al., 2013b; Wesseling et al., 2020).

Con respecto a las mediciones de TGBH, se evidenció que las mediciones fueron más elevadas para el Pacífico Norte, lo cual es esperable de esta región cuyas condiciones climáticas son más cálidas y secas. Las mediciones superaron los valores límites recomendados para las cargas metabólicas moderadas y altas (AENOR, 2017). Estos datos dejaron en evidencia que para la visita 1 el 82,3% de los trabajadores estuvieron expuestos a estrés térmico en el Pacífico Norte comparado con un 0% en el Valle Central, especialmente los trabajadores de la categoría de operador de maquinaria (un 77% de esta población), seguido del 100% peones y del 100% de los inspectores.

Aunque en otros estudios han comprobado el vínculo entre labores manuales y la superación de los límites de exposición recomendados (Lundgren et al., 2014a; Venugopal et al., 2015b), este es uno de muy pocos estudios sobre labores expuestas a calor en Costa Rica (Crowe et al., 2013; Crowe, Rojas-Garbanzo, et al., 2020; Masis, 2023). Cabe resaltar que el día del muestreo para el Valle Central, fue en un área un poco más cálida (Acosta) y que otras zonas donde esta cuadrilla labora podrían representar mayor riesgo.

La densidad urinaria tiene limitaciones como biomarcador de deshidratación (Kavouras, 2002), sin embargo, cobra sentido en condiciones de campo o ambulatorias y ha sido utilizado con éxito en otros estudios como medida rápida, económica y no invasiva útil para conocer el estado general de una población (Crowe, Rojas-Garbanzo, et al., 2020). En este estudio se evidenció mayor prevalencia de deshidratación ( $\geq 1,025$ ) en el Pacífico Norte (64,7% y 75%) que en el Valle Central (37,5% y 40%) respectivamente en ambas visitas. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre ambas regiones, el dato es de destacar y evidencia la necesidad de seguir este tipo de monitoreo en ambas poblaciones, pero con mayor urgencia en el Pacífico Norte debido a las condiciones de exposición térmica y laboral.

Por otro lado, al dividirse los participantes por puesto de trabajo de peón y no peón, se encontró que en el Valle Central los peones se encuentran más hidratados que los no peones en ambas visitas. Esto ha sido evidenciado también en otros estudios a nivel nacional (Crowe, Rojas-Garbanzo, et al., 2020) y que podría deberse a que en las mañanas que fue cuando fue realizado el muestreo ellos se preparan para estar más hidratados para poder realizar su trabajo. En el Pacífico Norte todos los peones se encontraron deshidratados para la primera visita y para la segunda visita todos se encontraban hidratados. Lo cual, se puede deber al efecto observador, en el cual ellos se prepararon y tomaron más agua para la segunda visita.

Para la creatinina sérica, un 25% de los trabajadores presentaron creatinina elevada ( $\geq 1,25$  mg/dL), mientras que el Pacífico Norte solo el 12% para la primera visita. Un valor de 0% en el Valle Central y 8% en el Pacífico Norte de creatinina elevada en la segunda visita. No se encontraron diferencias significativas, pero se refuerza que los trabajadores del Pacífico Norte podrían estar más expuestos a factores de estrés térmico que podrían llegar a impactar su función renal. Estos hallazgos resultan importantes dado a la asociación encontrada en otros estudios entre exposición a calor y el riesgo a padecer la ERCnt en trabajadores agrícolas en toda Centroamérica (Crowe, Rojas-Garbanzo, et al., 2020; Dally et al., 2020; Sorensen et al., 2019; Wesseling et al., 2020).

Según las categorías de filtrado glomerular (Gonzalez & Nadal, 2017), los niveles de TFGe, para la primera visita se observó que para el Valle Central (50%) y Pacífico Norte (47%) estaban en el rango de leve disminución (60-89 ml/min/1,73 m). Para la segunda se observó para el Valle Central (60%) y Pacífico Norte (17%) estaban en el rango de leve disminución (60-89 ml/min/1,73 m). Encontrándose una mejora en el Pacífico Norte, lo cual se podría relacionar con la adaptación a mejoras en las prácticas de hidratación de los trabajadores durante la segunda visita ya que estaban conscientes del propósito del estudio y porque parte de la primera visita incluía comunicar la información sobre la importancia de una adecuada hidratación.

Aunque en los análisis de regresión bivariada no se encontraron asociaciones entre las variables sociodemográficas y la TFGe, la densidad urinaria presentó un valor de p cercano a ser significativo ( $p=0,09$ ), indicando la importancia de incluir la hidratación como variable en futuras investigaciones. Se encontró una diferencia significativa en la distribución de TFGe entre visitas (Prueba de Wilcoxon signed rank,  $p=0,02$ ). Esta diferencia llama la atención ya que podría estar asociado a diferencias de las analíticas utilizadas por el laboratorio, o bien, por diferencias en los comportamientos de las personas trabajadoras después de haber recibido información educativa del equipo investigador.

Para los síntomas reportados durante los últimos 8 días previos a la visita de campo se observó que durante la primera visita el síntoma más reportado en el Valle Central fue boca seca (50%), mientras que en el Pacífico Norte ninguno de los síntomas alcanzó el 25%. Para la segunda visita el síntoma predominante en el Valle Central fue la hinchazón de manos y pies (33%), mientras que en el Pacífico Norte fue el dolor de cabeza (33%). Sin embargo, ninguna de las diferencias encontradas fue significativa.

El uso de autorreporte de síntomas ha sido exitoso en algunas investigaciones (Crowe, Rojas-Garbanzo, et al., 2020; Masis, 2023), pero también tiene limitaciones importantes, particularmente, en este caso debido a su aplicación durante la pandemia de COVID-19, que fue un periodo en el cual

los centros de trabajo indicaron a sus empleados que no debían presentarse a trabajar en caso de tener síntomas de resfrío.

Sobre el apartado de conocimiento y percepción donde se analizó el grado de conocimiento que tienen los trabajadores acerca de los riesgos asociados a la exposición al calor y cómo perciben su vulnerabilidad ante esos riesgos se encontró que para el temor al daño y vulnerabilidad personal se obtuvo una mediana de 5 para el Valle Central y una de 7 para el Pacífico Norte. Encontrándose también esta percepción adecuada con los datos de síntomas y biomarcadores que indican mayor prevalencia de deshidratación y estrés térmico en esta región. Estos resultados son esperables dado a la mayor exposición a calor en el Pacífico Norte.

Por otro lado, en las observaciones de campo y notas de bitácoras, se identificaron áreas con oportunidades de mejora en temas de seguridad y prevención, y que de acuerdo con la legislación existente a nivel nacional deberían ya de estar implementadas (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [MTSS], 2015). Se evidenció la falta de disponibilidad de equipo de protección personal, acceso a recursos básicos como lo son estaciones de agua potable, servicios sanitarios, y áreas de sombra o descanso definidas. Se notó que en pocas ocasiones los trabajadores tomaban agua y no disponían de estaciones para llenar sus botellas, lo cual es fundamental para minimizar riesgos de estrés térmico y deshidratación (Kjellstrom, 2016; Schulte et al., 2016; Venugopal et al., 2015b).

En el apartado del cuestionario de conocimiento y percepción del riesgo, sobre las estrategias de prevención y control proporcionadas por la entidad empleadora, los trabajadores evaluaron tanto la capacidad de prevenir como la capacidad de controlar el riesgo con una mediana de 5 en el Valle Central y 4 en el Pacífico Norte de una escala del 1 al 10. Estos resultados reflejan una percepción de los trabajadores sobre la necesidad de fortalecer las políticas de seguridad y mejorar las capacitaciones sobre cómo prevenir y mitigar los efectos de la exposición al calor en el lugar de trabajo.

Lo anterior deja en evidencia las falencias en la implementación de medidas de salud ocupacional en el contexto público, encontrándose la oportunidad de mejora en la provisión de los recursos necesarios para la protección de los trabajadores de mantenimiento y/o construcción de vías. A pesar de la existencia de la legislación nacional en esta temática es fundamental reforzar las prácticas de prevención y protección para garantizar el bienestar y la seguridad de los empleados en condiciones de trabajo al aire libre.

## **7. LIMITACIONES Y ALCANCES**

El estudio y sus resultados son de naturaleza exploratoria y de carácter piloto. Teniendo un diseño transversal, de muestreo no probabilístico, que se basó en la escogencia de un lugar de trabajo que tuviese proyectos funcionando en dos áreas geográfico-climáticas en el Valle Central y Pacífico Norte respectivamente. Contando también con las limitaciones inherentes al estudio transversal como lo es el impedimento de establecer una relación de causalidad entre variables de exposición y variables de efecto.

Por otro lado, la selección de los trabajadores del estudio fue de manera voluntaria respetando el principio ético universal de la autonomía y no de forma aleatoria. Otra dificultad presentada es que debido a la gran distancia de desplazamiento que tenían que realizar de la institución a sus lugares de trabajo en la vía algunas personas no pudieron seguir en el estudio. Al igual que el momento in situ fue difícil dar seguimiento a cada uno de los trabajadores porque abarcaban trechos de vía muy largos.

Un aspecto crítico de la investigación fue el tamaño reducido de la muestra y la pérdida de seguimiento de algunos participantes mencionada que limitó la posibilidad de realizar análisis de regresión múltiple para el análisis de distintos factores de riesgo, por ello se recurrió exclusivamente a modelos de regresión simple. Además, la diferencia en la composición de la muestra entre la primera y la segunda visita o medición podría haber introducido un sesgo de selección, dado a que los

participantes que completaron ambas mediciones podrían no ser representativos del grupo inicial. Aunque es imposible saber con certeza el efecto de la ausencia de la participación de las personas antes de la visita 2 (vacaciones n=2, incapacidad n=1, muerte n=1, otra estación de trabajo n=4), este posible sesgo dificulta asegurar la homogeneidad entre los grupos, lo que limita la generalización de los resultados obtenidos.

Otra de las limitaciones más importantes en especial para el tema del reporte de síntomas de exposición al calor se debe a que la investigación fue realizada en el marco de la pandemia por el COVID-19, que podría haber afectado y cohibido las respuestas de los participantes al ser los síntomas con la enfermedad del COVID-19 parecidos a síntomas de la exposición al calor.

A manera de alcance la presente investigación proporcionó una perspectiva y acercamiento a las condiciones de exposición al calor a los que se encuentran los trabajadores de mantenimiento y construcción de vías en una muestra de población en Costa Rica para dos regiones geográfico-climáticas en el Valle Central y Pacífico Norte respectivamente, siendo los primeros datos sobre esta población en el país. Aunque fue una investigación exploratoria de tipo piloto, este estudio permitió generar metodologías aplicables para estudiar el calor y la función renal en poblaciones laborales no agrícolas. De esta forma, sirve como base para determinar la importancia de seguir realizando investigaciones futuras de esta y otras ocupaciones en relación con la exposición al calor.

## **8. CONCLUSIONES**

### **Caracterización de la exposición a calor**

Este estudio evidencia que los trabajadores de mantenimiento y construcción de vías del Pacífico Norte se encuentran expuestos a una prevalencia significativamente mayor a condiciones de estrés térmico en comparación con el Valle Central. Los resultados confirman que las condiciones climáticas cálidas y secas del Pacífico Norte contribuyen a que se presente un mayor riesgo de estrés térmico en esta región. Por el contrario, en el Valle Central, ningún trabajador fue clasificado como

expuesto a estrés térmico según los valores límite de referencia establecidos por la norma UNE-EN ISO 7243:2017. No obstante, cabe recalcar que en el Valle Central para el mes de marzo algunas de las mediciones de TGBH realizadas sí sobrepasaron los límites para trabajo alto y moderado.

### **Efectos de la exposición a calor**

La carga metabólica asociada a las tareas laborales fue clasificada en su mayoría como de moderada a alta intensidad en ambas regiones, aunque no se encontraron diferencias significativas entre las dos regiones en las visitas realizadas. Este nivel de carga metabólica, combinado con las condiciones climáticas del Pacífico Norte, aumenta el riesgo de efectos negativos en la salud de los trabajadores.

En cuanto a la función renal, se detectaron niveles elevados de SCr ( $SCr \geq 1,25$  mg/dL) en el 25% de los trabajadores del Valle Central y el 11,8% en el Pacífico Norte en la primera visita y disminuyeron a 0% y 8,33%. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. En cuanto a la TFGe ambos proyectos presentaron mayoritariamente valores en el rango de leve disminución (60-89 ml/min/1,73m<sup>2</sup>), con una ligera tendencia hacia valores normales en el Pacífico Norte.

En cuanto a los síntomas asociados a la exposición al calor, en el Pacífico Norte se reportaron casos de deshidratación además de la prevalencia alta de boca seca (24%), mientras que en el Valle Central también tuvo mayor prevalencia este síntoma para la primera visita lo cual puede estar relacionado con la cantidad de agua que consumen. Para la segunda visita destaca el dolor de cabeza en ambas regiones el cual es un síntoma asociado a la exposición con calor.

### **Percepción y conocimiento sobre el riesgo de exposición al calor**

A pesar de la existencia de un reglamento nacional para la prevención de estrés térmico (N° 39147-S-TSS), se identificó un bajo nivel de conocimiento sobre su aplicación práctica en ambas regiones, así como, sobre los riesgos de trabajar expuestos a calor, reflejando una oportunidad para fortalecer la capacitación e implementación de medidas de mitigación.

Los resultados de este estudio destacan la existencia de un riesgo significativo a la salud ocupacional en los trabajadores del Pacífico Norte principalmente, derivado de condiciones térmicas adversas y alta carga metabólica. Se hace imprescindible reforzar las medidas de protección laboral, especialmente en contextos de cambio climático que podrían exacerbar estos riesgos.

## **9. RECOMENDACIONES**

**Programas de capacitación:** Es fundamental el desarrollo e implementación de programas de capacitación continua que aborden la identificación, prevención y mitigación de riesgos térmicos. Estos programas deben de asegurar que los trabajadores entiendan los riesgos del trabajar expuestos a calor en su salud y que tengan las herramientas necesarias para enfrentarlos.

**Mejoras en recursos para el trabajo en calor:** Es urgente realizar las mejoras en recursos básicos para trabajar en calor. La instalación de estaciones de hidratación, áreas de sombra y servicios sanitarios adecuados es crucial para cumplir con las regulaciones nacionales de salud ocupacional y proporcionar a los trabajadores entornos seguros. Estas mejoras deben priorizarse y ser realizadas en ambas regiones geográficas.

**Refuerzo de políticas de Salud Ocupacional:** La persona empleadora en este caso, una entidad pública debe fortalecer la implementación de políticas de prevención del estrés térmico con un enfoque en monitorear la hidratación y establecer descansos regulares para reducir los riesgos asociados con el trabajo bajo exposición al calor. Por otro lado, deben tener personas capacitadas y profesionales realizando el seguimiento y monitoreo de estas políticas.

**Monitoreo y evaluación continua y biomarcadores:** Se deben seguir evaluando la densidad urinaria y los niveles de creatinina sérica como indicadores de función renal en esta población, siguiendo también lo ya establecido en el Reglamento Nacional y de esta manera contribuir a detectar de manera temprana posibles daños renales y otras complicaciones de salud relacionadas a la exposición al calor.

**Investigaciones futuras:** Bajo los hallazgos de esta investigación es recomendable continuar realizando estudios sobre los riesgos de trabajar expuestos a calor y con ello seguir de manera adaptativa la evolución de salud renal y el estado de hidratación de estos trabajadores a lo largo del tiempo.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Abrar, A., Cheema, K. J., Saif, S., & Mahmood, A. (2017). Health status assessment of workers during construction phase of highway rehabilitation projects around lahore, Pakistan; Health status assessment of workers during construction phase of highway rehabilitation projects around lahore, Pakistan. *J Occup Health*, 59, 74-80.  
<https://doi.org/10.1539/joh.16-0123-FS>
- Acharya, P., Boggess, B., & Zhang, K. (2018). Assessing heat stress and health among construction workers in a changing climate: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph15020247>
- Adams, W. M., & Jardine, J. F. (2020). *Exertional Heat Illness. A Clinical and Evidence-Based Guide*. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-27805-2\\_1](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-27805-2_1)
- AENOR. (2017). *Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo humedo y de globo) (ISO 7243:2017))*.
- AENOR. (2021). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO8996: 2021)*.
- Agil, A., Stevenson, O., & Watts, N. (2015). *Briefing for national policymakers*.  
[www.thelancet.com/commissions/climate-change](http://www.thelancet.com/commissions/climate-change)
- Agostini, M., Ferro, G., Olsson, A., Burstyn, I., De Vocht, F., Hansen, J., Funch Lassen, C., Johansen, C., Kjaerheim, K., Langard, S., Stucker, I., Ahrens, W., Behrens, T., Lindbohm, M. L., Heikkilä, P., Heederik, D., Portengen, L., Shaham, J., Boffetta, P., & Kromhout, H. (2010). Exposure assessment for a nested case-control study of lung

- cancer among European asphalt workers. *Annals of Occupational Hygiene*, 54(7).  
<https://doi.org/10.1093/annhyg/meq059>
- Ahmed, H. O., Bindekhain, J. A., Alshuweih, M. I., Yunis, M. A., & Matar, N. R. (2020). Assessment of thermal exposure level among construction workers in UAE using WBGT, HSI and TWL indices. *Industrial Health*, 58(2).  
<https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0259>
- Arbury, S., Jacklitsch, B., Farquah, O., Hodgson, M., Lamson, G., Martin, H., & Profitt, A. (2014). Heat illness and death among workers - United States, 2012-2013. *MMWR*, 63.  
<https://www.osha.gov/SLTC/>
- Armstrong, L. E. (2007). Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719661>
- Åstrand, P.-O. (2003). Textbook of work physiology : physiological bases of exercise / Per-Olof Åstrand ... [et al.]. *Published in 2003 in Champaign Ill) by Human kinetics*.
- Åstrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). Textbook of Work Physiology : Physiological Bases of Exercise. 4th Edition. Human Kinetics, Champaign, IL. *Published in 2003 in Champaign Ill) by Human kinetics*.
- Barry, M. J., Fowler, F. J., O'leary, M. P., Bruskewitz, R. C., Holtgrewe, H. L., Mebust, W. K., & Cockett, A. T. K. (2017). The American Urological Association Symptom Index for Benign Prostatic Hyperplasia. *Journal of Urology*, 197(2).  
<https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.10.071>
- Binkley, H. M., Beckett, J., Casa, D. J., Kleiner, D. M., & Plummer, P. E. (2002). National Athletic Trainers' Association position statement: Exertional heat illnesses. En *Journal of Athletic Training* (Vol. 37, Número 3). <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50-9-07>
- Boonruksa, P., Maturachon, T., Kongtip, P., & Woskie, S. (2020). Heat stress, physiological response, and heat related symptoms among Thai sugarcane workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17176363>

- Brake, D. J., & Bates, G. P. (2003). *Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts*. [www.occenvmed.com](http://www.occenvmed.com)
- Brown, A. E., & Ingianni, E. (2013). *Comparing Symptoms of Heat Stress and Pesticide Poisoning*. [http://pesticide.umd.edu/uploads/1/3/5/6/13565116/pil26\\_heatstress\\_1998-2013.pdf](http://pesticide.umd.edu/uploads/1/3/5/6/13565116/pil26_heatstress_1998-2013.pdf)
- Bureau of Labor Statistics. (2021). *Employment Projections: Education and Training Assignments by Detailed Occupation*. U.S. Department of Labor.
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland. (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Ganio, M. S., & Yeargin, S. W. (2005). Exertional heat stroke in competitive athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 4(6). <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306292.64954.da>
- Chapman, C. L., Johnson, B. D., Parker, M. D., Hostler, D., Pryor, R. R., & Schlader, Z. (2021). Kidney physiology and pathophysiology during heat stress and the modification by exercise, dehydration, heat acclimation and aging. En *Temperature* (Vol. 8, Número 2). <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1826841>
- Chauhan, S. K., Sharma, S., Shukla, A., & Gangopadhyay, S. (2010). *Recent trends of the emission characteristics from the road construction industry*. <https://doi.org/10.1007/s11356-010-0327-x>
- Cheung, S. S., Lee, J. K. W., & Oksa, J. (2016). Thermal stress, human performance, and physical employment standards. En *Applied physiology, nutrition, and metabolism* (Vol. 41, Número 6, pp. S148-S164). <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0518>

- Choi, S. D., Hudson, L., Kangas, P., Jungen, B., Maple, J., & Bowen, C. (2007). Occupational ergonomic issues in highway construction surveyed in Wisconsin, United States. *Industrial Health*, 45(3). <https://doi.org/10.2486/indhealth.45.487>
- Coffel, E. D., Horton, R. M., & De Sherbinin, A. (2018). Temperature and humidity based projections of a rapid rise in global heat stress exposure during the 21st century. En *Environmental Research Letters* (Vol. 13, Número 1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa00e>
- Correa-Rotter, R., Wesseling, C., & Johnson, R. J. (2014). CKD of unknown origin in Central America: The case for a mesoamerican nephropathy. En *American Journal of Kidney Diseases* (Vol. 63, Número 3). <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.10.062>
- Crowe, J., Joubert, B., & Brooks, D. (2020). *Report From the Third International Workshop on Chronic Kidney Diseases of Uncertain/Non-Traditional Etiology in Mesoamerica and Other Regions*. NIEHS. [https://www.saltra.una.ac.cr/images/SALTRA/Documentacion/SerieSaludTrabajo/Documentos/36-CKDu-Report\\_FINAL\\_508.pdf](https://www.saltra.una.ac.cr/images/SALTRA/Documentacion/SerieSaludTrabajo/Documentos/36-CKDu-Report_FINAL_508.pdf)
- Crowe, J., Nilsson, M., Kjellstrom, T., & Wesseling, C. (2015). Heat-Related symptoms in sugarcane harvesters. *American Journal of Industrial Medicine*, 58(5). <https://doi.org/10.1002/ajim.22450>
- Crowe, J., Rojas-Garbanzo, M., Rojas-Valverde, D., Gutierrez-Vargas, R., Ugalde-Ramírez, J., & van Wendel de Joode, B. (2020). Heat exposure and kidney health of Costa Rican rice workers. *ISEE Conference Abstracts*, 2020(1). <https://doi.org/10.1289/isee.2020.virtual.o-os-549>
- Crowe, J., Rojas-Valverde, D., Rojas-Garbanzo, M., Gutiérrez-Vargas, R., Ugalde-Ramírez, J. A., Ledezma-Rojas, J. P., Cabrera-Alpizar, W., Salazar-Salazar, M., Mauricio-La Torre, R., Valera-Amador, L., & de Joode, B. van W. (2022a). Kidney Function in Rice Workers Exposed to Heat and Dehydration in Costa Rica. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph19094962>
- Crowe, J., Rojas-Valverde, D., Rojas-Garbanzo, M., Gutiérrez-Vargas, R., Ugalde-Ramírez, J. A., Ledezma-Rojas, J. P., Cabrera-Alpizar, W., Salazar-Salazar, M., Mauricio-La Torre,

- R., Valera-Amador, L., & de Joode, B. van W. (2022b). Kidney Function in Rice Workers Exposed to Heat and Dehydration in Costa Rica. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph19094962>
- Crowe, J., Wesseling, C., Solano, B. R., Umaña, M. P., Ramírez, A. R., Kjellstrom, T., Morales, D., & Nilsson, M. (2013). Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica. *American Journal of Industrial Medicine*, 56(10). <https://doi.org/10.1002/ajim.22204>
- Dally, M., Butler-Dawson, J., Johnson, R. J., Krisher, L., Jaramillo, D., Newman, K. L., & Newman, L. S. (2020). Creatinine Fluctuations Forecast Cross-Harvest Kidney Function Decline Among Sugarcane Workers in Guatemala. *Kidney International Reports*, 5(9), 1558-1566. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2020.06.032>
- Fatima, S. H., Rothmore, P., Giles, L. C., Varghese, B. M., & Bi, P. (2021). Extreme heat and occupational injuries in different climate zones: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. En *Environment International* (Vol. 148).  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106384>
- García, A. M., González Galarzo, M. C., Alba, M. A., Gordo, J., Briceño, F., Gadea, R., López, M., & Benavides, F. (2011). A job-exposure matrix for Spanish workers. *Seguridad y Medio Ambiente*, 123(31).
- Garzon-Villalba, X. P., Mbah, A., Wu, Y., Hiles, M., Moore, H., Schwartz, S. W., & Bernard, T. E. (2016). Exertional heat illness and acute injury related to ambient wet bulb globe temperature. *American Journal of Industrial Medicine*, 59(12).  
<https://doi.org/10.1002/ajim.22650>
- Geneva, I. I., Cuzzo, B., Fazili, T., & Javaid, W. (2019). Normal body temperature: A systematic review. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(4).  
<https://doi.org/10.1093/ofid/ofz032>
- Golbabaie, F., Monazzam, Mohammad, R., Aval, Mohsen, Y., Allahyari, T., Taban, E., & Shendi, Maryam, Rostami, A. (2016). Investigation of heat stress and heat strain in outdoor workers: a case study in Iran. *Journal of Paramedical Sciences*, 7(4), 30-38.  
<https://doi.org/10.22037/jps.v7i4.14494>

- Gonzalez, G., & Nadal, M. (2017). La enfermedad renal crónica: Aspectos clínicos y su abordaje diagnóstico y terapéutico. *Revista electrónica de Biomedicina*.  
<https://biomed.uninet.edu/2017/n1/gonzalez.html>
- Gubernot, D. M., Anderson, G. B., & Hunting, K. L. (2015). Characterizing occupational heat-related mortality in the United States, 2000-2010: An analysis using the census of fatal occupational injuries database. *American Journal of Industrial Medicine*, 58(2).  
<https://doi.org/10.1002/ajim.22381>
- Hall, M. E., do Carmo, J. M., da Silva, A. A., Juncos, L. A., Wang, Z., & Hall, J. E. (2014). Obesity, hypertension, and chronic kidney disease. En *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease* (Vol. 7). <https://doi.org/10.2147/IJNRD.S39739>
- IMN. (2023). *Clima de Costa Rica y Variabilidad Climática*. Clima en Costa Rica Date Accessed July, 2023.
- Inker, L. A. (2018). A Roadmap for Estimated Glomerular Filtration Rate: Where Have We Been, Where Are We Now, and Where Do We Need to Go? En *Advances in Chronic Kidney Disease* (Vol. 25, Número 1, pp. 4-6). W.B. Saunders.  
<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.10.009>
- Inker, L. A., Eneanya, N. D., Coresh, J., Tighiouart, H., Wang, D., Sang, Y., Crews, D. C., Doria, A., Estrella, M. M., Froissart, M., Grams, M. E., Greene, T., Grubb, A., Gudnason, V., Gutiérrez, O. M., Kalil, R., Karger, A. B., Mauer, M., Navis, G., ... Levey, A. S. (2021). New Creatinine- and Cystatin C–Based Equations to Estimate GFR without Race. *New England Journal of Medicine*, 385(19).  
<https://doi.org/10.1056/nejmoa2102953>
- Inker, L. A., Schmid, C. H., Tighiouart, H., Eckfeldt, J. H., Feldman, H. I., Greene, T., Kusek, J. W., Manzi, J., Van Lente, F., Zhang, Y. L., Coresh, J., & Levey, A. S. (2012). Estimating Glomerular Filtration Rate from Serum Creatinine and Cystatin C. *New England Journal of Medicine*, 367(1). <https://doi.org/10.1056/nejmoa1114248>
- International Labour Organization. (2015). *Working conditions in the construction sector*. ILO Publications.

- International Organization for Standardization. (2017). *Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature)*.
- International Organization for Standardization. (2023). *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*.
- ISO. (2021). *ISO 8996:2021 Ergonomics of the thermal environment Determination of metabolic rate*.
- Jafar, T. H. (2001). Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitors and Progression of Nondiabetic Renal Disease. *Annals of Internal Medicine*, 135(2), 73.  
<https://doi.org/10.7326/0003-4819-135-2-200107170-00007>
- Kavouras, S. A. (2002, septiembre). Assessing Hydration Status. . *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 519-524.
- Kelly, G. (2006). Body temperature variability (part 1): A review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging. En *Alternative Medicine Review* (Vol. 11, Número 4).
- Kenney, W. L., Craighead, D. H., & Alexander, L. M. (2014). Heat waves aging and human cardiovascular health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(10), 1891-1899.  
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000325>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2012). *Physiology of Sport and Exercise Fifth Edition. Human Kinetics*.
- Kenny, G. P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R. J., & Jay, O. (2010). Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. En *CMAJ. Canadian Medical Association Journal* (Vol. 182, Número 10). <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>
- Kjellstrom, T. (2016). Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related Economic Losses. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 28(2\_suppl).  
<https://doi.org/10.1177/1010539514568711>

- Kjellstrom, T., Lemke, B., & Otto, M. (2017). Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change. *WHO South-East Asia journal of public health*, 6(2). <https://doi.org/10.4103/2224-3151.213786>
- Lee, H., Kwon, H. G., Ahn, S., Yang, H., & Yi, C. (2023). Estimation of Perceived Temperature of Road Workers Using Radiation and Meteorological Observation Data. *Remote Sensing*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/rs15041065>
- Levey, A. S., & Coresh, J. (2012). Chronic kidney disease. *The Lancet*, 379(9811), 165-180. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60178-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60178-5)
- Lim, C. L., Byrne, C., & Lee, J. K. W. (2008). Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. En *Annals of the Academy of Medicine Singapore* (Vol. 37, Número 4). <https://doi.org/10.47102/annals-acadmedsg.v37n4p347>
- Lucas, R. A. I., Epstein, Y., & Kjellstrom, T. (2014). Excessive occupational heat exposure: A significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. En *Extreme Physiology and Medicine* (Vol. 3, Número 1). <https://doi.org/10.1186/2046-7648-3-14>
- Lundgren, K., Kuklane, K., & Venugopal, V. (2014a). Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): A case study from workplaces in Chennai, India. *Global Health Action*, 7(1). <https://doi.org/10.3402/gha.v7.25283>
- Lundgren, K., Kuklane, K., & Venugopal, V. (2014b). Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): A case study from workplaces in Chennai, India. *Global Health Action*, 7(1). <https://doi.org/10.3402/gha.v7.25283>
- Malchaire, J., d'Ambrosio Alfano, F. R., & Palella, B. I. (2017). Evaluation of the metabolic rate based on the recording of the heart rate. En *Industrial Health* (Vol. 55, Número 3). <https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0177>

- Masis, K. (2023). *Carga térmica, salud y percepción del riesgo en trabajadores de la construcción: un estudio de caso en una empresa con operaciones en el Valle Central y el Pacífico Norte de Costa Rica.*
- Mata, C. (2007). *Valoración de exposición a riesgos ergonómicos en labores de construcción y mantenimiento de carreteras.*
- McEntire, S. J., Suyama, J., & Hostler, D. (2013). Mitigation and prevention of exertional heat stress in firefighters: A review of cooling strategies for structural firefighting and hazardous materials responders. En *Prehospital Emergency Care* (Vol. 17, Número 2). <https://doi.org/10.3109/10903127.2012.749965>
- Ministerio de Salud [MS]. (2016). *Decreto N° 39709-S: Zonas endémicas para la vigilancia epidemiológica de la enfermedad renal crónica.*  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81797&nValor3=104460&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81797&nValor3=104460&strTipM=TC)
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [MTSS]. (2015). *Decreto No. 39147-S-TSS: Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor.*  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80136&nValor3=101595&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80136&nValor3=101595&strTipM=TC)
- Mirabelli, M. C., Quandt, S. A., Crain, R., Grzywacz, J. G., Robinson, E. N., Vallejos, Q. M., & Arcury, T. A. (2010). Symptoms of heat illness among Latino farm workers in North Carolina. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5).  
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.07.008>
- Moyce, S., Mitchell, D., Armitage, T., Tancredi, D., Joseph, J., & Schenker, M. (2017). Heat strain, volume depletion and kidney function in California agricultural workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 74(6). <https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103848>
- O'Connor, F. G., Heled, Y., & Deuster, P. A. (2018). Exertional Heat Stroke, the Return to Play Decision, and the Role of Heat Tolerance Testing: A Clinician's Dilemma. *Current Sports Medicine Reports*, 17(7). <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000502>

- OIT. (2004). *Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones*.  
<https://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/isco88/9312.htm>
- OPS-OMS. (2017a). *Epidemia de enfermedad renal crónica en comunidades agrícolas de Centroamérica. Definición de casos, base metodológica y enfoques para la vigilancia de salud pública*.  
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/34157%0Ahttp://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/34157>
- OPS-OMS. (2017b). *Epidemia de enfermedad renal crónica en comunidades agrícolas de Centroamérica. Definición de casos, base metodológica y enfoques para la vigilancia de salud pública*.
- Orth, S. R., Stockmann, A., Conradt, C., Ritz, E., Ferro, M., Kreusser, W., Rambausek, M., Kreusser, G., Piccoli, M., Roccatello, D., Schafer, K., Sieberth, H. G., Wanner, C., Watschinger, B., & Zucchelli, P. (1998). Smoking as a risk factor for end-stage renal failure in men with primary renal disease. *Kidney International*, 54(3).  
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.1998.00067.x>
- Parsons, K. (2014). Human Thermal Environments : The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance. En *Boca Raton, Florida* (Third edit, Vol. 25, Número 6). CRC Press.
- Petropoulos, Z. E., Keogh, S. A., Jarquín, E., López-Pilarte, D., Amador Velázquez, J. J., García-Trabanino, R., Amador Sánchez, M. R., Guevara, R., Gruener, A., Allen, D. R., Leibler, J. H., Delgado, I. S., McClean, M. D., Friedman, D. J., Brooks, D. R., & Scammell, M. K. (2023). Heat stress and heat strain among outdoor workers in El Salvador and Nicaragua. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*.  
<https://doi.org/10.1038/s41370-023-00537-x>
- Portell, M., & Solé Gómez, M. D. (2001). NTP 578: Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*.
- Safdar, N., Abbo, L. M., Knobloch, M. J., & Seo, S. K. (2016). Research Methods in Healthcare Epidemiology: Survey and Qualitative Research. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 37(11). <https://doi.org/10.1017/ice.2016.171>

- Schulte, P. A., Bhattacharya, A., Butler, C. R., Chun, H. K., Jacklitsch, B., Jacobs, T., Kiefer, M., Lincoln, J., Pendergrass, S., Shire, J., Watson, J., & Wagner, G. R. (2016). Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 13(11).  
<https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388>
- Seegmiller, J. C., Eckfeldt, J. H., & Lieske, J. C. (2018). Challenges in Measuring Glomerular Filtration Rate: A Clinical Laboratory Perspective. En *Advances in Chronic Kidney Disease* (Vol. 25, Número 1, pp. 84-92). W.B. Saunders.  
<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.10.006>
- Solano, J., & Villalobos, R. (s. f.). *REGIONES Y SUBREGIONES CLIMATICAS DE COSTA RICA*. Recuperado 29 de julio de 2024, de  
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Regionalizaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Costa+Rica>
- Sorensen, C. J., Butler-Dawson, J., Dally, M., Krisher, L., Griffin, B. R., Johnson, R. J., Lemery, J., Asensio, C., Tenney, L., & Newman, L. S. (2019). Risk Factors and Mechanisms Underlying Cross-Shift Decline in Kidney Function in Guatemalan Sugarcane Workers. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 61(3), 239-250. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001529>
- Stoecklin-Marois, M., Hennessy-Burt, T., Mitchell, D., & Schenker, M. (2013a). Heat-related illness knowledge and practices among California hired farm workers in the MICASA study. *Industrial Health*, 51(1). <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0128>
- Stoecklin-Marois, M., Hennessy-Burt, T., Mitchell, D., & Schenker, M. (2013b). Heat-related illness knowledge and practices among California hired farm workers in the MICASA study. *Industrial Health*, 51(1). <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0128>
- Tiwary, G., & Gangopadhyay, P. K. (2011). A review on the occupational health and social security of unorganized workers in the construction industry. En *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine* (Vol. 15, Número 1).  
<https://doi.org/10.4103/0019-5278.83003>

- Vanos, J., Vecellio, D. J., & Kjellstrom, T. (2019). Workplace heat exposure, health protection, and economic impacts: A case study in Canada. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(12), 1024-1037. <https://doi.org/10.1002/ajim.22966>
- Venugopal, V., Chinnadurai, J. S., Lucas, R. A. I., & Kjellstrom, T. (2015a). Occupational heat stress profiles in selected workplaces in India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph13010089>
- Venugopal, V., Chinnadurai, J. S., Lucas, R. A. I., & Kjellstrom, T. (2015b). Occupational heat stress profiles in selected workplaces in India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph13010089>
- Venugopal, V., Latha, P. K., Shanmugam, R., Krishnamoorthy, M., & Johnson, P. (2020). Occupational heat stress induced health impacts: A cross-sectional study from South Indian working population. *Advances in Climate Change Research*, 11(1), 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2020.05.009>
- Villarini, M., Guerrero, E., Vannini, S., Dominici, L., Gianfredi, V., Fatigoni, C., Acito, M., & Moretti, M. (2021). Cytogenetic biomonitoring of road tunnel construction workers: buccal micronucleus cytome assay. *Annali di igiene : medicina preventiva e di comunita*, 33(4). <https://doi.org/10.7416/ai.2020.2397>
- Wang, J., Jiang, C., Yang, G., Bai, G., & Yu, S. (2023). Study on thermal health and its safety management mode for the working environment. En *Frontiers in Public Health* (Vol. 11). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1227630>
- Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cox, P. M., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., ... Costello, A. (2018). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. En *The Lancet* (Vol. 391, Número 10120). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32464-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9)
- Wegman, D., Crowe, J., Hogstedt, C., Jakobsson, K., & Wesseling, C. (2015). *Report from the Second International Research Workshop on MeN* (Número July 2017).

- Wesseling, C., Aragón, A., González, M., Weiss, I., Glaser, J., Rivard, C. J., Roncal-Jiménez, C., Correa-Rotter, R., & Johnson, R. J. (2016). Heat stress, hydration and uric acid: A cross-sectional study in workers of three occupations in a hotspot of Mesoamerican nephropathy in Nicaragua. *BMJ Open*, *6*(12). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011034>
- Wesseling, C., Glaser, J., Rodríguez-Guzmán, J., Weiss, I., Lucas, R., Peraza, S., da Silva, A. S., Hansson, E., Johnson, R. J., Hogstedt, C., Wegman, D. H., & Jakobsson, K. (2020). Chronic kidney disease of non-traditional origin in Mesoamerica: A disease primarily driven by occupational heat stress. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, *44*. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.15>
- Wesseling, C., Van Wendel De Joode, B., Crowe, J., Rittner, R., Sanati, N. A., Hogstedt, C., & Jakobsson, K. (2015). Mesoamerican nephropathy: Geographical distribution and time trends of chronic kidney disease mortality between 1970 and 2012 in Costa Rica. En *Occupational and Environmental Medicine* (Vol. 72, Número 10). <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102799>
- Wong, R., Cervantes, M., & Abarca, L. (2014). *Factores asociados a Enfermedad Renal Crónica, Región Chorotega. Informe Final de Resultados.*

## 11. APÉNDICES

Apéndice 1. Cuadros de las características e información sociodemográficas y ocupacionales extras de la investigación.

En el cuadro A1.1 se puede observar la información del Valle Central con los participantes extra incluidos después del periodo de reclutamiento.

Cuadro A1.1 Información sociodemográfica de los trabajadores del Valle Central más las 4 personas extras incluidas en el estudio.

Variables	Valle Central (n=12)	
	mediana (min-max; SD)	
<b>Edad</b>	56,50 (28-65; 12,43)	
<b>Escolaridad (años)</b>	8 (6-16; 2,91)	
	n	%
<b>País de nacimiento</b>		
Costa Rica	12	100
Nicaragua	0	0
<b>Estado civil - estado conyugal</b>		
Casado/ Unión Libre	6	75
Soltero	3	38
Divorciado/Separado	2	25
Viudo	1	13
<b>Fumado</b>		0
Actual (Presente + Ambos)	0	0
Pasado	8	100
Nunca	4	50
<b>Frecuencia de consumo de alcohol</b>		0
≤1 vez al mes	8	100
≥2 veces por mes	4	50
<b>Enfermedades autoreportadas como diagnosticadas por un médico</b>		0
Presión alta	6	75
Medicación actual	6	75
Diabetes	1	13
Medicación actual	1	13
Infección tracto urinario (alguna vez)	0	0
Medicación (alguna vez)	0	0
ERCnt	0	0
Piedras en los riñones (alguna vez)	0	0
Medicación actual (alguna vez)	0	0

Otro problema de riñón (alguna vez)	1	13
Medicación actual	0	0
Otro problema de salud	3	38
Medicación actual	2	25

Cuadro A1.2 Información sociodemográfica de los participantes con dos visitas. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco.

Variables	Valle Central (n=5)		Pacífico Norte (n=12)		P n=17
	media-mediana (min-max; SD)		media-mediana (min-max; SD)		
<b>Edad</b>	53,6 - 61 (28-65; 14,96)		50,25 - 51,5 (29-64; 10,33)		0,28
<b>Escolaridad (años)</b>	9,6 - 8 (7-16; 3,65)		8,92 - 8 (6-15; 3,09)		0,76
	n	%	n	%	Prueba Fisher
<b>País de nacimiento</b>					
Costa Rica	5	100	12	100	1
<b>Estado civil - estado conyugal</b>					
Casado/ Unión Libre	4	80	12	100	0,294
Soltero	1	20	0	0	
Viudo	0	0	0	0	
<b>Fumado</b>					
Actual	0	0	2	17	1
Pasado	3	60	6	50	
Nunca	2	40	4	33	
<b>Frecuencia de consumo de alcohol</b>					
≤1 vez al mes	3	60	9	75	0,60
≥2 veces por mes	2	40	3	25	
<b>Enfermedades auto reportadas como diagnosticadas por un médico</b>					
Presión alta	2	40	6	50	1
Medicación actual	2	40	5	42	1
Diabetes	0	0	4	33	0,26
Medicación actual	0	0	4	33	1
Infección tracto urinario (alguna vez)	0	0	1	8	1
Medicación (alguna vez)	0	0	0	0	NA
ERCnt	0	0	0	0	NA
Piedras en los riñones (alguna vez)	0	0	2	17	1
Medicación actual (alguna vez)	0	0	0	0	NA
Otro problema de riñón (alguna vez) <sub>1</sub>	0	0	2	17	1
Medicación actual	0	0	1	8	1
Otros problemas de salud <sub>2</sub>	1	20	5	42	0,6
Medicación actual	1	20	2	17	1

<sub>1</sub> Entre los otros problemas de riñón mencionados están: control para ver si desarrolla Enfermedad Renal Crónica y retención de líquidos.

2 Entre los otros problemas de salud mencionados están: operado de vesícula, pre diabetes, colon irritado, triglicéridos, operado de apéndice, depresión, obesidad, gastritis, problemas con próstata y cataratas.

Cuadro A1.3 Información de las características ocupacionales de los participantes con dos visitas. Variables con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las dos poblaciones están marcadas con asterisco.

Variables	Valle Central (n=5)		Pacífico Norte (n=12)		p n=17
	media-mediana (min-max; SD)		media-mediana (min-max; SD)		
<b>Años en trabajo actual</b>	18,8 - 11(1-40; 17,53)		15,33 - 13,5(5-33; 8)		0,95
<b>Años en trabajos similares al actual</b>	15,67 - 20(4-23; 10,21)		8,44 - 5,5(3-23; 7,04)		0,30
	n	%	n	%	Prueba Fisher
<b>Rol durante el estudio</b>					
Peón	2	40	1	8	0,19
Operador de maquinaria	2	40	9	75	0,28
Inspector	1	20	2	17	1
<b>Trabajos anteriores</b>					
Constructor	1	20	7	58	0,29
Pescador	0	0	3	25	0,51
Conductor de autobús	0	0	2	17	1
Mantenimiento de áreas verdes	1	20	5	42	0,60
Recolección de residuos sólidos	0	0	1	8	1
Aplicación de agroquímicos*	0	0	7	58	0,044
<b>Agricultura (peón y/o productor)</b>					
Peón Agrícola*	0	0	9	75	0,009
Productor agrícola (finca propia)	0	0	5	42	0,24
<b>Cultivos con los que se ha trabajado</b>					
Cortador de caña	0	0	2	17	1
Caña (otro puesto)	0	0	2	17	1
Piña	0	0	0	0	NA
Banano	0	0	1	8	1
Melón	0	0	3	25	1
Café	0	0	0	0	NA
Algodón	0	0	4	33	1
<b>Otros cultivos</b>					
Frijol	0	0	2	17	1
Maíz	0	0	3	25	0,5
Arroz	0	0	6	50	0,102
Cuadrado	0	0	0	0	NA
Pipián	0	0	0	0	NA
Sorgo	0	0	1	8	1

Hortalizas	0	0	0	0	NA
Chile dulce	0	0	2	17	1
Tomate	0	0	1	8	1
<b>Trabajó en algún cultivo*</b>	0	0	10	83	0,003
<b>Aplicó plaguicidas alguna vez</b>					
En casa	0	0	3	25	1
En finca propia	0	0	3	25	1
En otras fincas	1	20	5	42	1

---

Apéndice 2. Información de los participantes del proyecto Valle Central

Cuadro A2. Código de los participantes del proyecto Valle Central que aportaron datos en las distintas mediciones según visita.

Reclutamiento			Visita 1				Visita 2			
ID	Cuestionario de Antecedentes	Cuestionario de conocimiento	Muestra de Sangre	Muestra de orina	Garmin (frecuencia)	Cuestionario de síntomas	Muestra de Sangre	Muestra de orina	Garmin (frecuencia)	Cuestionario de síntomas
EVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RZD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MZQ	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
B4N	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
KR7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X7T	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
C9G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
US7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

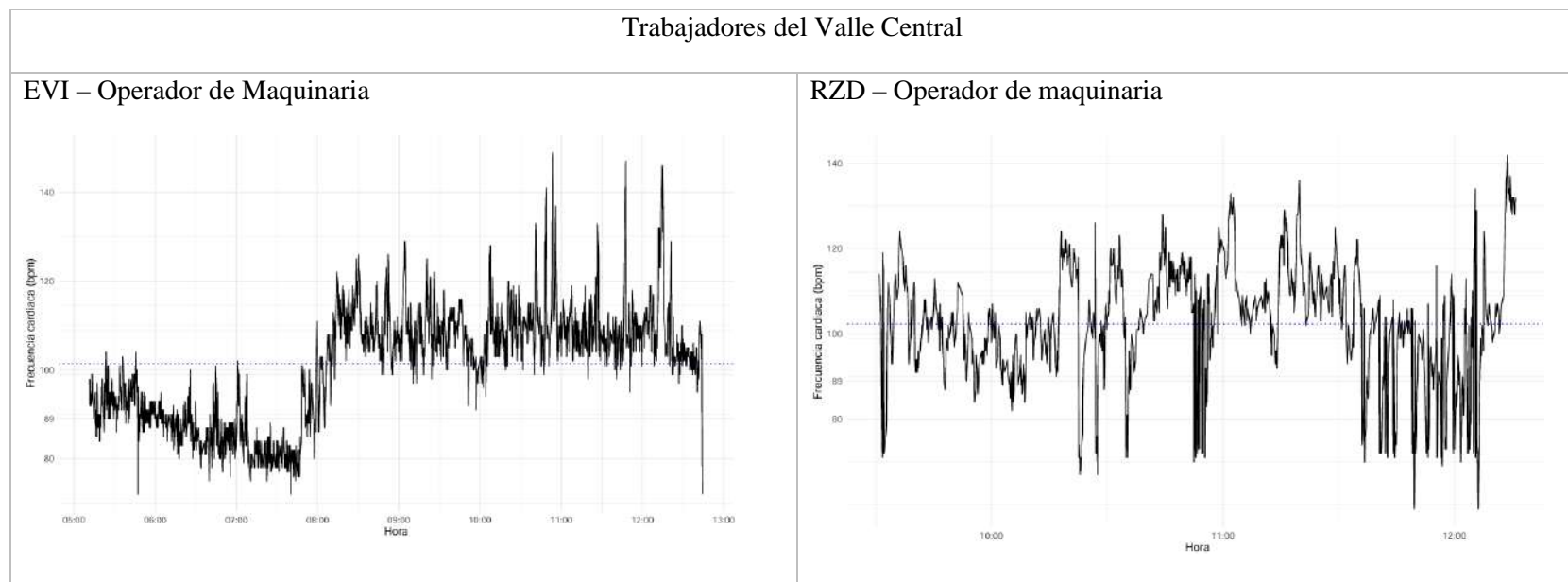
Apéndice 3. Información de los participantes del proyecto Pacífico Norte

Cuadro A3. Código de los participantes del proyecto Pacífico Norte que aportaron datos en las distintas mediciones según visita.

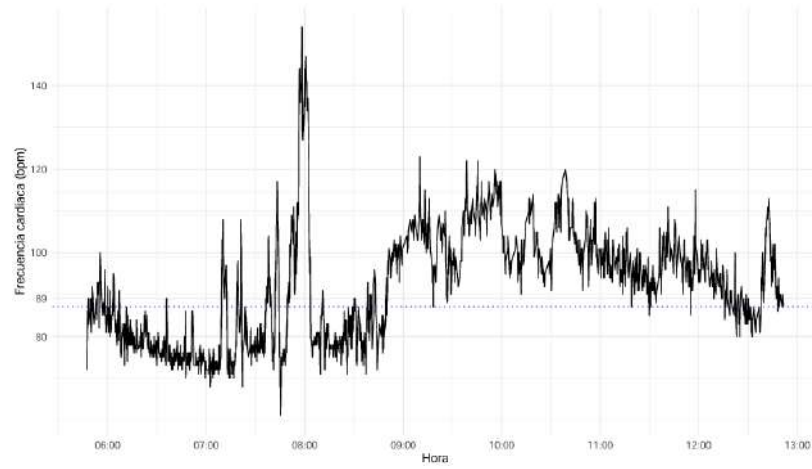
	Reclutamiento		Visita 1				Visita 2			
ID	Cuestionario de Antecedentes	Cuestionario de conocimiento	Muestra de Sangre	Muestra de orina	Garmin (frecuencia)	Cuestionario de síntomas	Muestra de Sangre	Muestra de orina	Garmin (frecuencia)	Cuestionario de síntomas
GH7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
603	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
CSG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57T	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
8KG	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
ZTN	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
C3Q	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
LF1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
YIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
QHS	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
703	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
QRU	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

E13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
ODI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
7ZP	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
D4B	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
46Y	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>12</b>

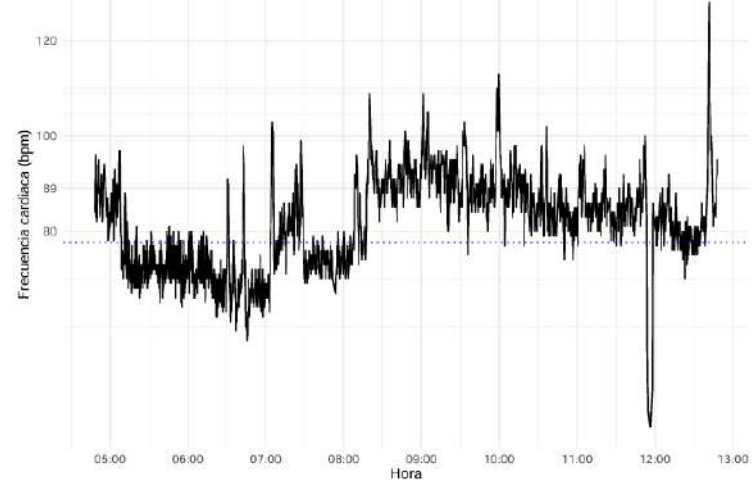
Apéndice 4. Gráficos de frecuencia cardiaca de todos los participantes del estudio.



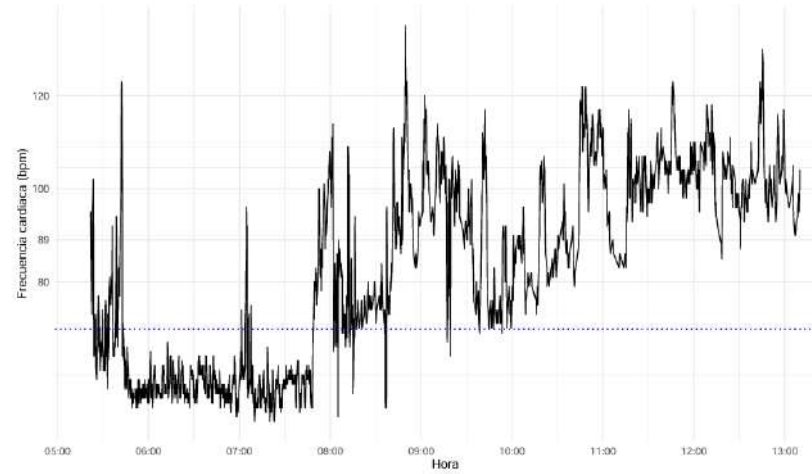
B4N - Peón



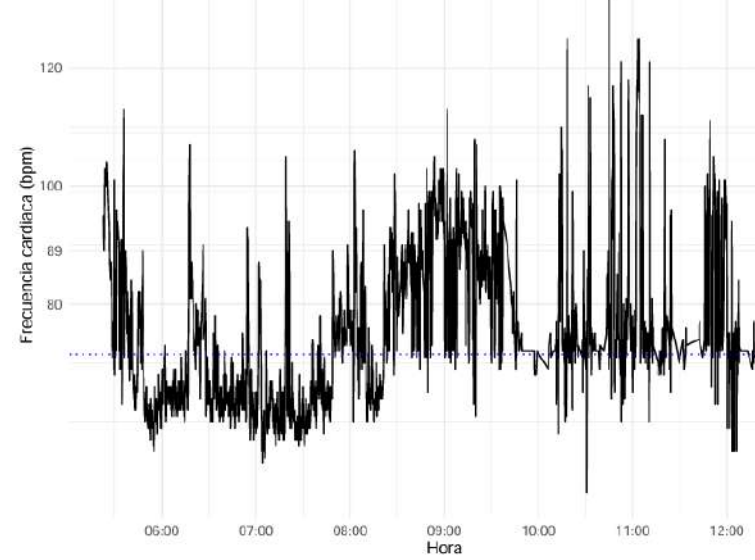
KR7 - Peón



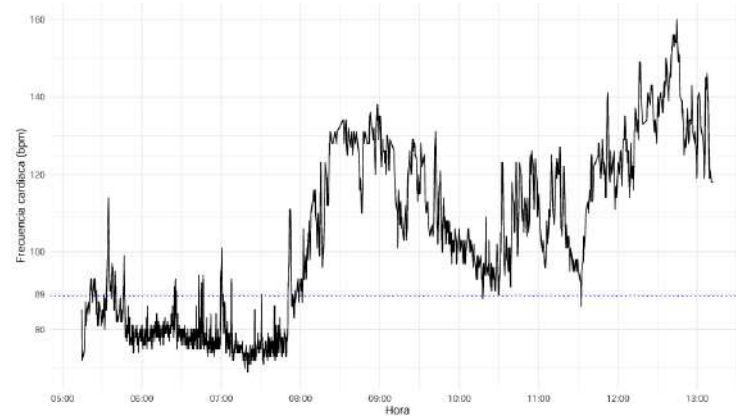
X7T



C9G - Instructor

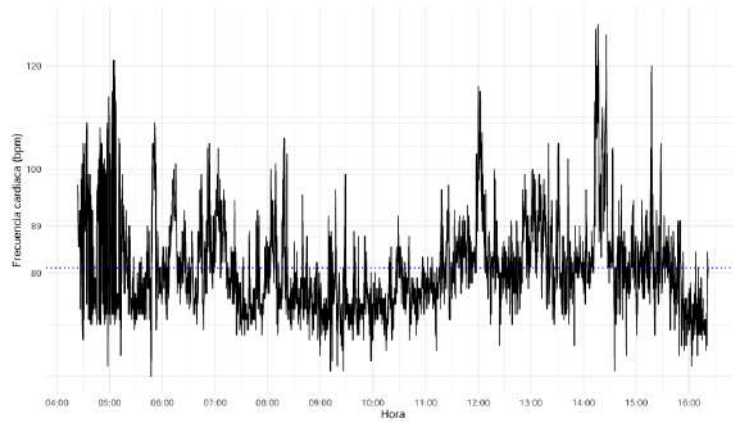


### US7 - Peón

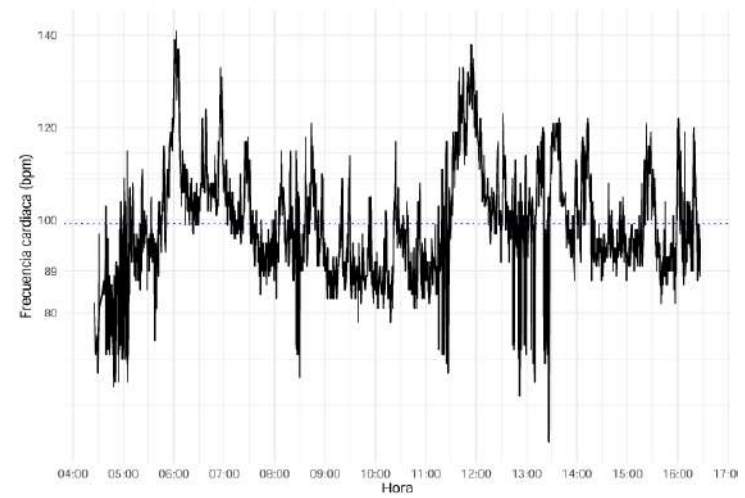


### Trabajadores del Pacífico Norte

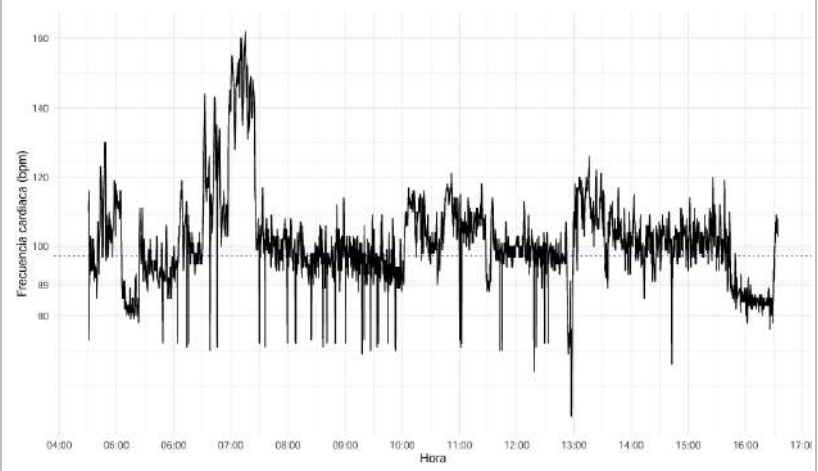
#### GH7 - Operador de maquinaria



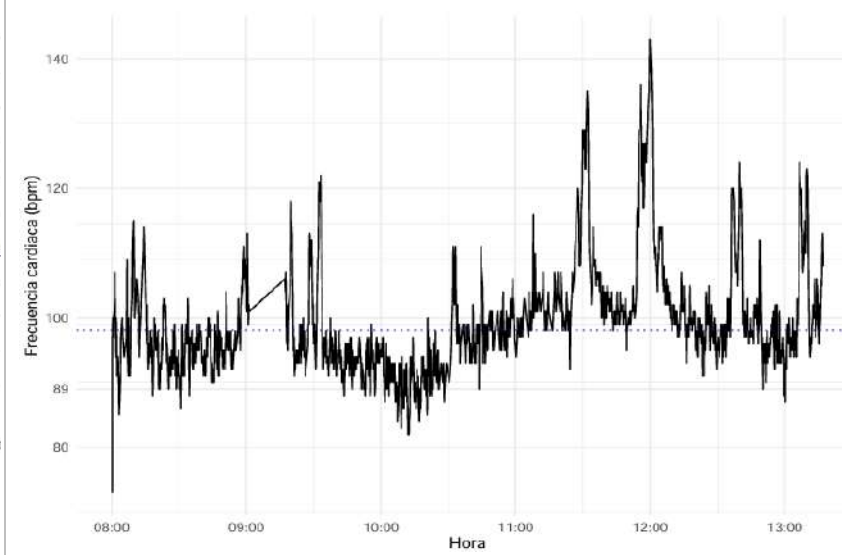
#### 603 - Peón



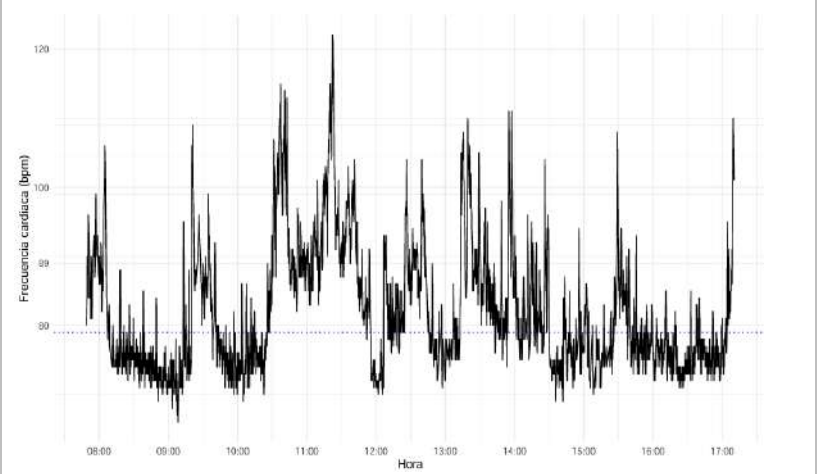
CSG - Peón



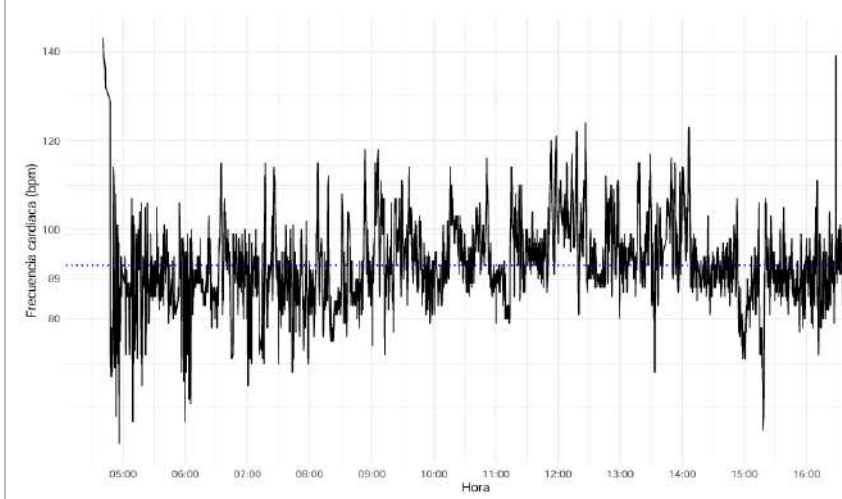
57T - Operador de maquinaria



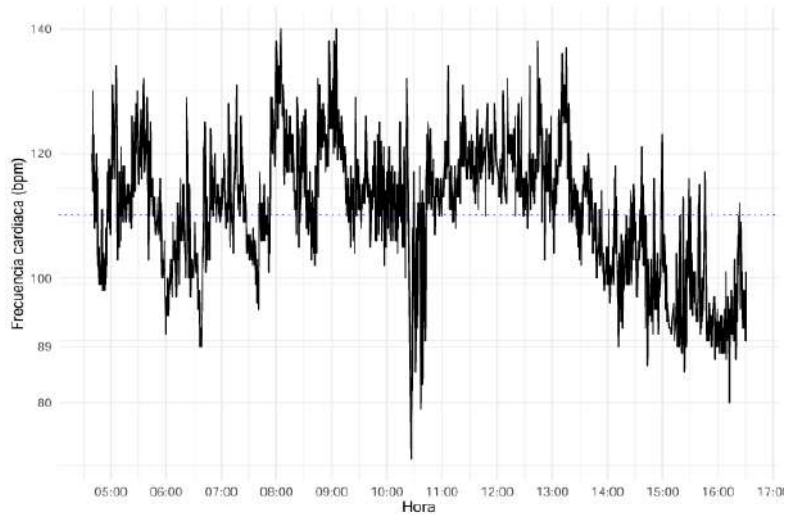
ZTN- Operador de maquinaria



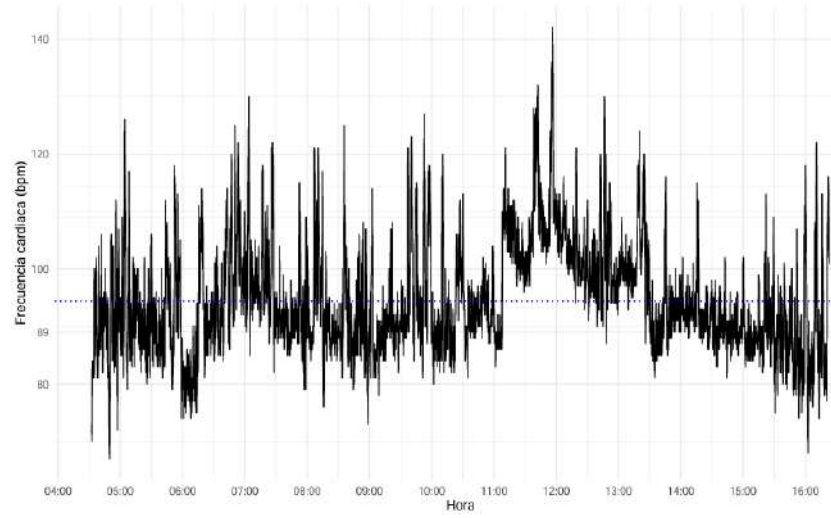
C3Q - Operador de maquinaria



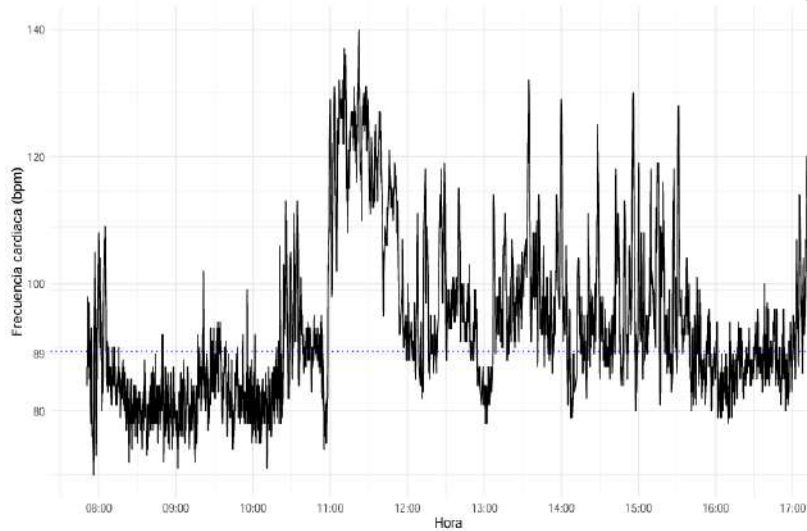
LF1 – Operador de maquinaria



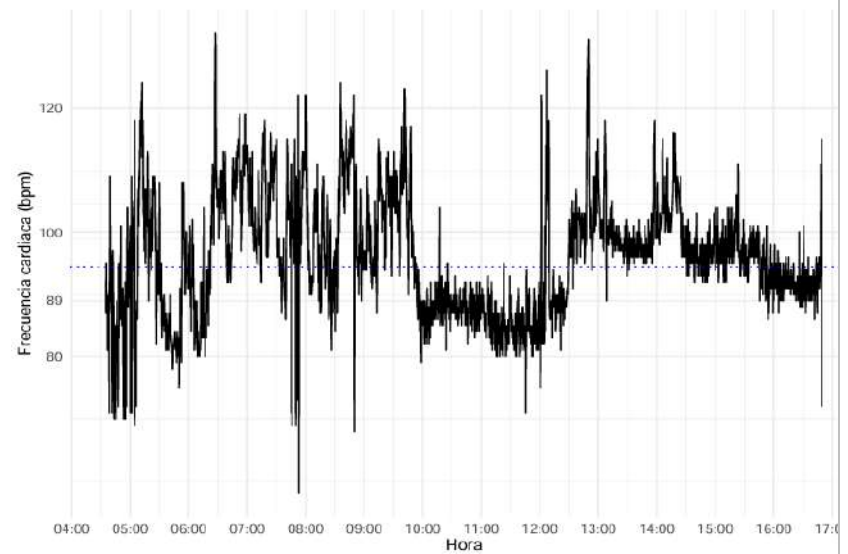
YIA- Operador de maquinaria



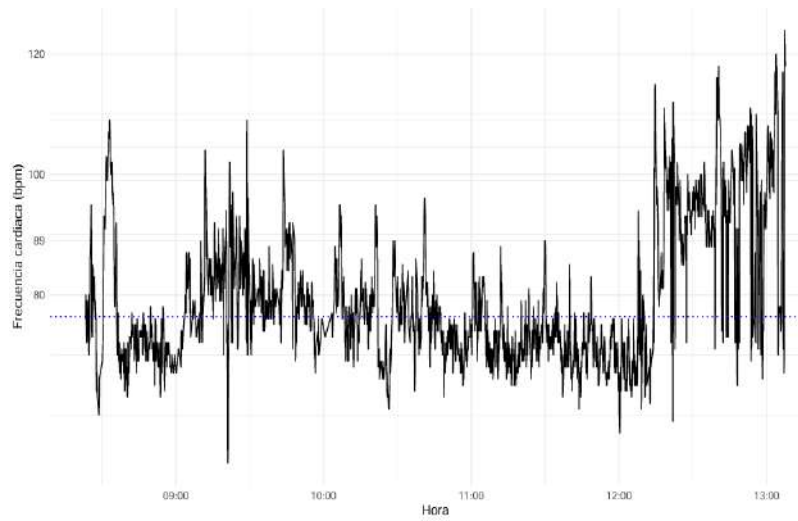
QHS – Operador de maquinaria



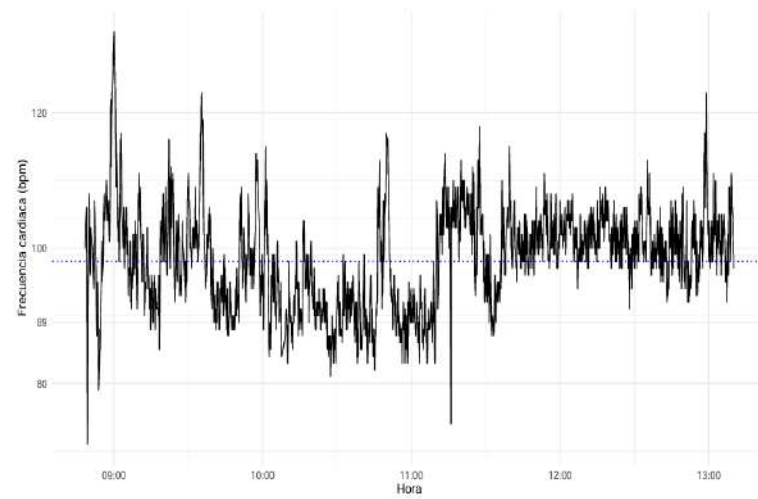
703 – Instructor



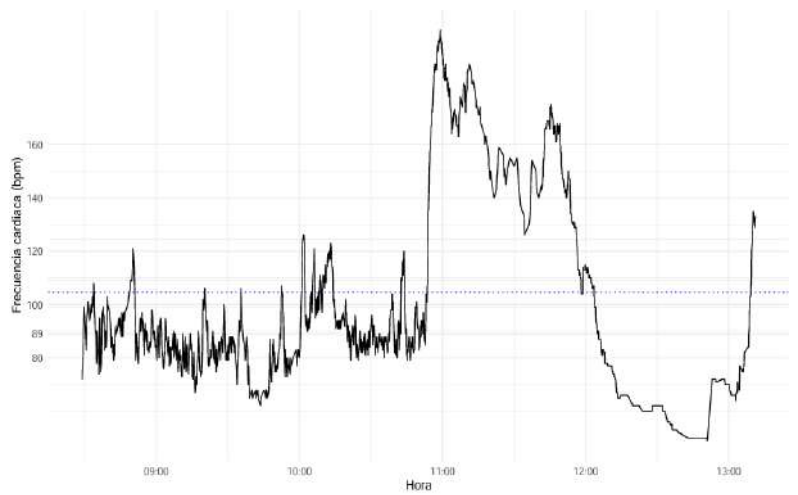
E13 – Operador de maquinaria



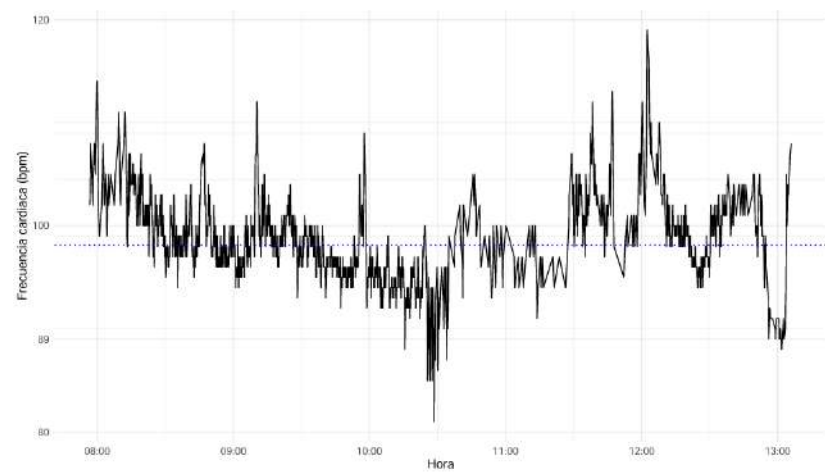
ODI – Operador de maquinaria

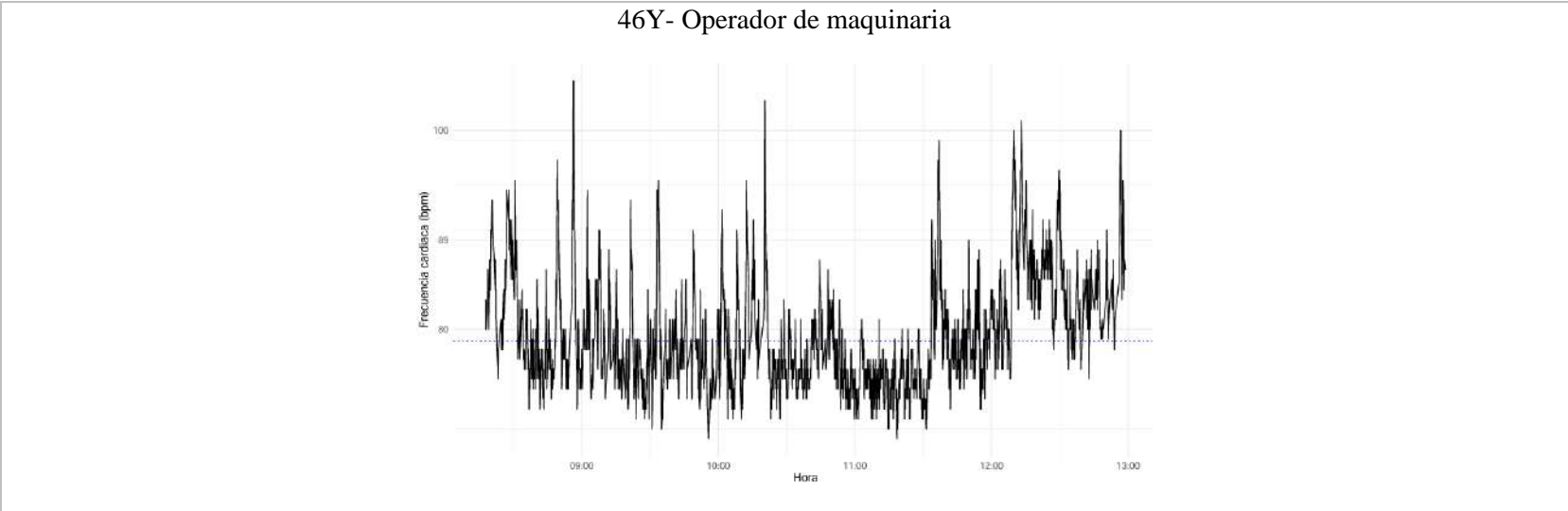


7ZP – Operador de maquinaria



D4B – Operador de maquinaria

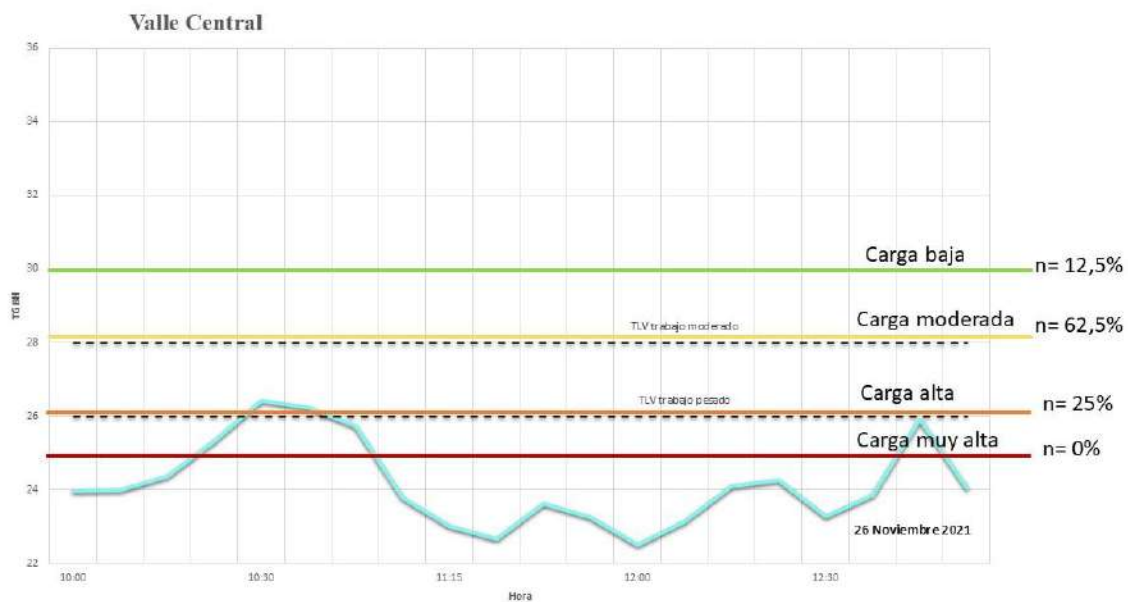


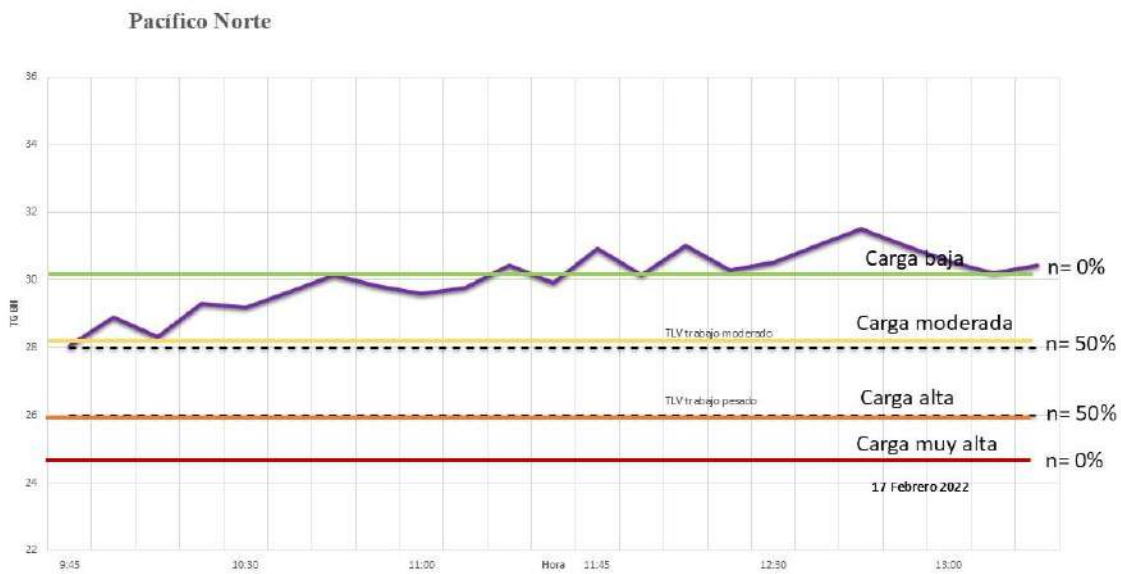
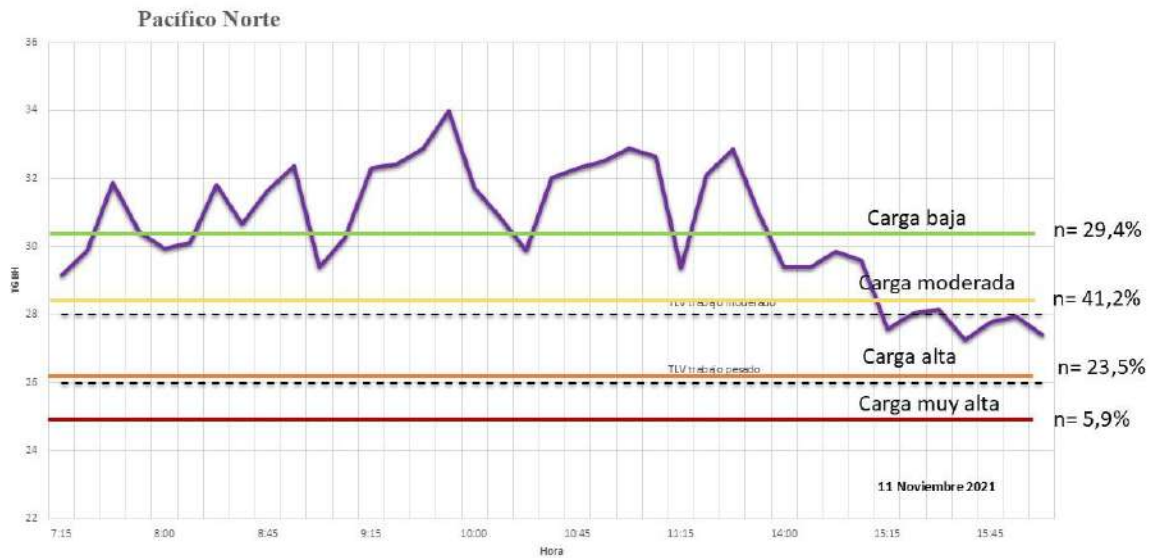


Apéndice 5. Distribución de carga metabólica por puesto de trabajo

Puesto	Valle Central				Pacífico Norte			
	Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Mínimo	Máximo	Mediana	Media
<b>Maquinista</b>	357	392	374	374	174	504	255	278
<b>Peón</b>	211	315	256	260	347	411	379	379
<b>Inspector</b>	357	357	357	357	358	369	364	364

Apéndice 6. Figuras para ambas regiones de porcentaje de intensidad de trabajo de la población y el índice de TGBH por hora.





## 12. ANEXOS

### 12.1. Consentimiento Informado



Estudio "Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo condiciones actuales y con el cambio climático" UNA



Estudio "Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo condiciones actuales y con el cambio climático" UNA

ID: \_\_\_\_

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del estudio:** Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo bajo condiciones actuales y con el cambio climático

*Fecha formulación del protocolo: Versión 2, 9 de agosto del 2021.*

#### ¿Quiénes son los responsables del estudio?

Este estudio es una investigación coordinada por Jennifer Crowe, investigadora del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional en Costa Rica (IRET-UNA). Los otros investigadores son: Randall Gutiérrez y Daniel Rojas de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida de la Universidad Nacional; Douglas Barraza Ruiz y Berna van Wendel del IRET-UNA. También participarán estudiantes: Maricruz Chaverri, Kenneth Masís y Nathaly Rojas y una asistente, Alexandra Casanova. El estudio se financia con Fondos de Investigación para el Desarrollo Académico de la Universidad Nacional, (FIDA).

#### ¿Cuál es el propósito del estudio?

El propósito de este estudio es comprender cuál es la carga de calor de trabajadores de cuatro ocupaciones en Guanacaste y el Valle Central y si esta carga forma un riesgo para la salud. Además, buscamos comprender qué piensan las personas trabajadoras sobre esta carga de calor y sus posibles riesgos.

#### ¿Cuál es el alcance del estudio?

Este estudio nos permitirá saber si las personas trabajadoras en algunas ocupaciones tienen algún riesgo para la salud por estar laborando en condiciones caliente y si la forma en que estimamos el riesgo es óptima. Lo que piensan los participantes sobre calor nos ayudará determinar la mejor forma de comunicar los riesgos y los derechos vinculados con el trabajo en lugares calientes.

#### ¿Quiénes pueden participar en este estudio?

Cualquier persona que esté laborando en las empresas donde realizaremos el estudio. Esperamos que entre 80 y 160 personas participarán incluyendo a personas de otras empresas.

#### ¿Qué pasará durante este estudio?

Si acepta participar, le visitaremos tres veces:

1. En la visita 1 (hoy o mañana), haremos lo siguiente:
  - Tomaremos su talla y peso, esto tomaría unos minutos.
  - Le haremos preguntas sobre su salud y trabajo (tomaría unos 15 minutos).

1

ID: \_\_\_\_

- Le haremos preguntas sobre lo que piensa y que sabe de trabajar en ambientes con calor (10 minutos).
- Estaremos viendo cómo trabaja para comprender mejor en qué consiste y cuál es su forma de trabajar.

#### 2. En la Visita 2 y 3:

Le pediremos su colaboración en ambas visitas para:

- Ponerle un reloj en su brazo y una banda elástica en su pecho durante su jornada, para medir las veces que late su corazón cada minuto. Esto lo hacemos para medir si el trabajo requiere mucho ejercicio físico o no.
- Ponerle un chaleco en su pecho debajo su ropa que tiene un aparatito que mide el movimiento de su cuerpo durante su jornada.
- Que tome una cápsula pequeña recubierta de silicona. Esta cápsula es un termómetro diseñado para medir la temperatura dentro del cuerpo mediante un moritor que se coloca en el cinturón. Es un método muy usado en el mundo deportivo y no implica ningún riesgo. Se toma con agua como si fuera una píldora y como cualquier otro producto que usted ingiere, esta píldora saldrá de su cuerpo la próxima vez que usted defecue.
- Tomarle una muestra de sangre antes de que empiece su trabajo para medir en su sangre la cantidad de creatinina que es una medida que nos da una idea de cómo podrán estar funcionando sus riñones.
- Entregarnos una muestra de orina antes de iniciar su trabajo para medir en ella la densidad, una medida para saber si se encuentra bien hidratado.
- Hacerle unas preguntas sobre cómo se ha sentido el día de hoy y durante la semana pasada.

También, estaremos observando cómo es su trabajo y pondremos un aparato para medir el calor en el ambiente cerca del sitio de trabajo.

#### ¿Qué pasará luego con la información del cuestionario, entrevistas y las muestras?

- Las muestras serán analizadas en un laboratorio.
- Los resultados de la Visita 2 se entregarán en la Visita 3 y los de Visita 3 serán devueltos en una visita para reportar resultados preliminares.
- Guardaremos una parte de las muestras de sangre en un congelador en las instalaciones de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida de la Universidad Nacional hasta diciembre del 2022, con el fin de repetir cualquiera de los análisis si fuera necesario. Después de diciembre de 2023, se estarán desechando las muestras, en los lugares en la Universidad Nacional asignados para este fin.

2



ID: \_\_\_\_\_

- La información de los cuestionarios, entrevistas y resultados de orina y sangre será guardada en un sitio protegido, al cual solamente los investigadores del estudio tendrán acceso. Sus datos personales (nombre, apellidos, cédula) serán guardados en un archivo en una computadora en nuestra oficina en la Universidad Nacional en Heredia.
- Luego analizaremos toda esta información para entender si algunos trabajos requieren mayor protección contra el calor.
- Al final del estudio, invitaremos a todas las personas que participaron a una reunión para explicar lo que encontramos. En esta reunión le haremos entrega de un informe escrito con esta información.
- De igual forma, entregaremos los resultados y conclusiones a la gerencia de la Empresa por escrito mediante un informe adicional, siempre sin revelar datos individuales ni los nombres de los trabajadores participantes.
- Después, escribiremos un informe general, que será compartido con organizaciones de trabajadores, empresarios, gobiernos y académicos, entre otros. Adicionalmente se publicará resultados en revistas científicas. Estos resultados no incluirán resultados individuales de los trabajadores ni nombres de los trabajadores.

**¿Existen riesgos al participar en el estudio?**

La toma de la muestra de sangre puede causar un leve dolor o incomodidad o puede (en algunos casos) causar un morete. Las otras partes del estudio no conllevan riesgos para la salud. Se podría sentir incómodo por algunas de las preguntas que le haremos. Por favor recuerde que no tiene que responder a aquellas preguntas que no desea contestar. La cápsula para medir temperatura interna no implica ningún riesgo.

Al igual que cualquier actividad con participación presencial en este momento, existe el riesgo de contagio por el virus COVID-19. En todo momento, seguiremos las recomendaciones del Ministerio de Salud. Todos los investigadores seguirán un protocolo de lavado de manos, distanciamiento físico, uso de máscara. Pediremos a todos los participantes en la investigación hacer lo mismo. A todos los participantes e investigadores, tomaremos la temperatura timpánica (en el oído) antes de comenzar. En caso de que una persona tenga una temperatura mayor a los 37 grados que se mantiene durante una hora, se recomendará que deje de trabajar y que se realice una prueba de COVID. En el caso de que la persona sea uno de los investigadores, la persona no participará este día hasta descartar la posibilidad de tener COVID.

Durante la aplicación de cuestionarios y mientras que observamos su trabajo mantendremos una distancia de al menos 2 metros de usted, sin embargo, para colocar los aparatos y para la toma de la muestra de sangre, será necesario estar en contacto cercano. En estos momentos, la persona investigadora, adicional al protocolo normal, se utilizará alcohol en manos y solicitaremos a usted hacer lo mismo. Intentaremos estar al aire libre o con ventilación lo máximo posible.



ID: \_\_\_\_\_

Adicionalmente, se realizará una limpieza de equipos y superficies con alcohol de 80% de concentración entre cada participante. Finalmente, llevaremos una lista de contactos para poder informar a posibles contactos en caso de un caso de COVID-19. También le pedimos a usted informarnos en caso de tener síntomas o tener contacto con un caso positivo.

**¿Cuáles son los beneficios de participar en este estudio?**

No hay un beneficio directo para usted al participar del estudio. Sin embargo, recibirá los resultados de una medición de creatinina en su suero (una medida que nos dice cómo podrán estar funcionando sus riñones) y su densidad urinaria (que nos dice si está tomando suficiente agua el día de la muestra). Si fuera el caso que alguna de estas mediciones estuviera fuera de lo esperado, conversaremos con usted en forma privada para ver cómo usted puede hidratarse mejor.

Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio.

Los resultados del estudio ayudarán a comenzar a entender cuáles ocupaciones requieren protección contra el calor.

**¿Qué pasa con la confidencialidad?**

Toda la información que usted nos dé durante la entrevista, así como las muestras que recolectaremos, será manejado de forma confidencial. Esto quiere decir que no daremos su información personal a nadie sin su permiso.

Sus datos serán identificados por medio de un número y no su nombre. Únicamente los investigadores nombrados en este documento tendrán acceso a los documentos que incluirán sus nombres. Todo lo que usted nos diga es confidencial.

**La participación voluntaria**

Su participación en este estudio es voluntaria. Esto quiere decir que usted puede negarse a participar o dejar de participar en el estudio en cualquier momento que lo desee. Si decidiera retirarse, o nos indique que ya no quiere que utilicemos sus datos, esto no le afectaría de ninguna manera.



ID: \_\_\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

**Su decisión de participar en esta investigación**

Antes de dar su consentimiento de participar en este estudio, usted debe haber entendido en qué consiste su participación y nosotros debemos haberle contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera tener más información en el futuro, puede obtenerla llamando a Jennifer Crowe ((506)-2277-3429 o (506)-2277-3584) o 8362-8722. Usted también puede consultar sobre sus derechos como participante de este estudio, o cómo ha sido tratado en este estudio y contactar al Comité Ético Científico de la Universidad Nacional al teléfono 2562-6840. Usted recibirá una copia de este documento firmado para su uso personal.

**¿Usted está de acuerdo en que ...**

¿Le hagamos algunas preguntas sobre usted, su trabajo y su estado de salud?  
 Sí       No

¿Le midamos su peso, altura y presión arterial?  
 Sí       No

¿Le tomemos una muestra de sangre en dos ocasiones?  
 Sí       No

¿Nos dé una muestra de orina en dos ocasiones?  
 Sí       No

¿Midamos la temperatura de su cuerpo con una cápsula cubierta en silicón en dos ocasiones?  
 Sí       No

¿Guardemos parte de sus muestras de orina y sangre hasta diciembre del 2022 en las instalaciones de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida de la Universidad Nacional?  
 Sí       No

¿Compartamos los datos que vamos a recolectar en este estudio con otros investigadores con quienes podríamos colaborar en el futuro, siempre y cuando no compartamos sus datos personales?  
 Sí       No

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

**Título del estudio: Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo bajo condiciones actuales y con el cambio climático**

He leído o escuchado la información sobre este estudio. He hablado con el investigador y me ha contestado todas mis preguntas en un lenguaje comprensible para mí. Entiendo que mi participación es voluntaria y que tengo derecho a retirarme cuando así lo desee en cualquier momento, sin que esto me perjudique de ninguna manera. Participo voluntariamente en el estudio.

Para cualquier pregunta puedo contactar a Jennifer Crowe (teléfono (506)-2277-3584 o (506)- 2277-3429, correo electrónico: Jennifer.crowe@una.cr, dirección de su oficina: IRET, edificio de Bioprocesos, Universidad Nacional, Heredia.

**He recibido una copia de este consentimiento para mi uso personal.**

_____	_____	_____
Lugar	Fecha	Hora
_____	_____	_____
Nombre del/de la <b>trabajador(a)</b>	No. cédula o identificación	Firma del/de la trabajador(a)

_____	_____	_____
Nombre <b>investigador/</b> asistente de investigación	No. cédula o identificación	Firma <b>investigador /</b> asistente de investigación

Soy testigo de que este formulario de consentimiento se le ha leído en voz alta al participante, él/ella ha expresado su comprensión del contenido y se le ha dado la oportunidad de hacer preguntas.

_____	_____	_____
Nombre del <b>testigo</b>	No. cédula o identificación	Firma del testigo

## 12.2. Cuestionario de antecedentes médicos e historial laboral

### Cuestionario Antecedentes\_v2

#### Información para ser llenada por el investigador

**1. ID**

1. (Asingados por el proyecto)

\_\_\_\_\_

**2. Entrevistador**

Escriba el nombre de persona investigadora

\_\_\_\_\_

**3. Fecha de la entrevista**

Fecha en formato YYYY-MM-DD

\_\_\_\_\_

**4. Hora de inicio la entrevista**

Hora en formato hh:mm

\_\_\_\_\_

#### Información inicial del trabajador

**5. Edad**

Edad en años

\_\_\_\_\_

**6. País en el que nació**

- Costa Rica  
 Nicaragua  
 Otro país

¿En cuál país nació? \_\_\_\_\_

**7. Provincia en la que nació**

- San José  
 Heredia  
 Alajuela  
 Guanacaste  
 Limón  
 Puntarenas  
 Cartago

**8. Provincia en la que vive**

- San José  
 Heredia  
 Alajuela  
 Guanacaste  
 Limón  
 Puntarenas  
 Cartago

**9. Sexo**

Elija una opción

- Hombre  
 Mujer  
 No contesta

**10. Estado civil**

Elija una opción

<input type="checkbox"/>	Soltero
<input type="checkbox"/>	Casado / En unión libre
<input type="checkbox"/>	Viudo
<input type="checkbox"/>	Divorciado / Separado
<input type="checkbox"/>	No contestar

**11. Último año de estudios aprobado**

Marca primaria secundaria o universidad y el año correspondiente

**a) Primaria**

Si no ha ido a la escuela, marcar 0.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6

**b) Secundaria**

Si no ha ido a la escuela, marcar 0.

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

**c) Universidad**

Si no ha ido a la universidad, marcar 0.

<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	Comenzada, pero no completada
<input type="checkbox"/>	Técnico o diplomado
<input type="checkbox"/>	Bachillerato o licenciatura
<input type="checkbox"/>	Maestría o doctorado

**d) .**

<input type="checkbox"/>	No sabe
<input type="checkbox"/>	No contesta

**Información del trabajo**

**12. ¿Usted está contratado por la empresa o un contratista?**

Elija una opción

<input type="checkbox"/>	La empresa
<input type="checkbox"/>	Un contratista
<input type="checkbox"/>	No sabe
<input type="checkbox"/>	No contesta

**13. ¿Por cuántos años ha realizado el trabajo que tiene ahora?**

Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

**14. ¿Antes de este trabajo que ahora tiene, ha tenido trabajos similares en otras empresas?**

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	No sabe
<input type="checkbox"/>	No contesta

**15. ¿Por cuántos años tuvo estos trabajos similares?**

Años. Códigos 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

**16. ¿Ha tenido otro tipo de trabajo en esta empresa (diferente a su puesto actual)?**

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	No sabe
<input type="checkbox"/>	No contesta

**17. ¿Cuales otros trabajos has tenido en esta empresa y por cuanto tiempo en total, empezando con el primer trabajo en esta empresa?**

\_\_\_\_\_

**a) Trabajo**

\_\_\_\_\_

**a.1) Tiempo**

Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

**b) Trabajo**

Si no ha tenido más trabajos, contestar x

\_\_\_\_\_

**b.1) Tiempo**

Años. Si no ha tenido más trabajo, contestar 0.

\_\_\_\_\_

**c) Trabajo**

Si no ha tenido más trabajos contestar x

\_\_\_\_\_

**c.1) Tiempo**

Años. Si no ha tenido más trabajos, contestar 0.

\_\_\_\_\_

**d) Trabajo**

Si no ha tenido más trabajos, contestar x

**d.1) Tiempo**

Años. Si no ha tenido más trabajos, contestar 0

**e) Trabajo**

Si no ha tenido más trabajos, contestar x

**e.1) Tiempo**

Años. Si no ha tenido más trabajo, contestar 0

**Ocupaciones anteriores**

**18. ¿En algún momento de su vida, ha trabajado en las siguientes ocupaciones?**  
no contestar por ocupación actual

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Operación de maquinaria (camiones o tractores)                 |
| <input type="checkbox"/> | Constructor  |
| <input type="checkbox"/> | Pescador   |
| <input type="checkbox"/> | Chofer de bus  |
| <input type="checkbox"/> | Mantenimiento / construcción de calles                         |
| <input type="checkbox"/> | Mantenimiento de áreas verdes                                  |
| <input type="checkbox"/> | Recolección de residuos sólidos                                |
| <input type="checkbox"/> | Peon agrícola  |
| <input type="checkbox"/> | Productor agrícola (subsistencia, pequeño o mediano productor) |
| <input type="checkbox"/> | Aplicación de agroquímicos                                     |
| <input type="checkbox"/> | Otro 1   |
| <input type="checkbox"/> | Otro 2   |
| <input type="checkbox"/> | Otro 3   |

**a) ¿En qué momento trabajó en operación de maquinaria?**

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En el último año        |
| <input type="checkbox"/> | En los últimos 2-5 años |
| <input type="checkbox"/> | Hace más de 5 años      |

**¿En dónde trabajó en operación de maquinaria (camiones o tractores)**

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Costa Rica |
| <input type="checkbox"/> | Nicaragua  |
| <input type="checkbox"/> | Otro país  |

**¿En cuál país trabajó en operación de maquinaria?**

**b) ¿En qué momento trabajó como constructor?**

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En el último año        |
| <input type="checkbox"/> | En los últimos 2-5 años |
| <input type="checkbox"/> | Hace más de 5 años      |

**¿En dónde trabajó como constructor?**

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Costa Rica |
| <input type="checkbox"/> | Nicaragua  |
| <input type="checkbox"/> | Otro país  |

**¿En cuál otro país trabajó como constructor?**

**c) ¿En qué momento trabajó como pescador?**

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En el último año        |
| <input type="checkbox"/> | En los últimos 2-5 años |
| <input type="checkbox"/> | Hace más de 5 años      |

**¿En dónde trabajó como pescador?**

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Costa Rica |
| <input type="checkbox"/> | Nicaragua  |
| <input type="checkbox"/> | Otro país  |

¿En cuál otro país trabajó como pescador?

\_\_\_\_\_

d) ¿En qué momento trabajó como chofer de bus?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó como chofer de bus?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó como chofer de bus?

\_\_\_\_\_

e) ¿En qué momento trabajó en mantenimiento / construcción de calle?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en mantenimiento / construcción de calle?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en mantenimiento / construcción de calle?

\_\_\_\_\_

f) ¿En qué momento trabajó en mantenimiento de áreas verdes?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en mantenimiento de áreas verdes?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en mantenimiento de áreas verdes?

\_\_\_\_\_

g) ¿En qué momento trabajó en recolección de residuos sólidos?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en recolección de residuos sólidos?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en recolección de residuos sólidos?

\_\_\_\_\_

h) ¿En qué momento trabajó como peón agrícola?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó como peón agrícola?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó como peón agrícola?

\_\_\_\_\_

i) ¿En qué momento trabajó como productor agrícola?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó como productor agrícola (subsistencia, pequeña o mediano productor)?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cual otro país trabajó como productor agrícola?

\_\_\_\_\_

j) ¿En qué momento trabajó como en aplicación de agroquímicos?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en aplicación de agroquímicos?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en aplicación de agroquímicos?

\_\_\_\_\_

k) ¿Cuál es ese otro trabajo?  
Especifique

\_\_\_\_\_

¿En qué momento trabajó en esta ocupación?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en otra ocupación?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

\_\_\_\_\_

l) ¿Cuál es ese otro trabajo?  
Especifique

\_\_\_\_\_

¿En qué momento trabajó en esta ocupación?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en otra ocupación?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

\_\_\_\_\_

m) ¿Cuál es ese otro trabajo?  
Especifique

\_\_\_\_\_

¿En qué momento trabajó en esta ocupación?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó en otra ocupación?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

\_\_\_\_\_

#### Trabajo agrícola

19. (En caso de haber trabajado como peón o productor agrícola) ¿Con cuáles cultivos ha trabajado?

- Pina
- Banano
- Melón
- Café
- Algodón
- Caña de azúcar como cortador de caña
- Caña de azúcar en otro puesto (no cortador)
- Otro 1
- Otro 2
- Otro 3

a) ¿En qué momento trabajó con cultivos de piña?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de piña?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó con cultivos de piña?

\_\_\_\_\_

b) ¿En qué momento trabajó con cultivos de banano?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de banano?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó con cultivos de banano?

\_\_\_\_\_

c) ¿En qué momento trabajó con cultivos de melón?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de melón?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó con cultivos de melón?

\_\_\_\_\_

d) ¿En qué momento trabajó con cultivos de café?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de café?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó con cultivos de café?

\_\_\_\_\_

e) ¿En qué momento trabajó con cultivos de algodón?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de algodón?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó con cultivos de algodón?

\_\_\_\_\_

f) ¿En qué momento trabajó como cortador de caña de azúcar?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó como cortador de caña de azúcar?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó como cortador de caña de azúcar?

\_\_\_\_\_

g) ¿En qué momento trabajó en esta con cultivos de caña de azúcar en otro puesto (no cortador)?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con cultivos de caña de azúcar en otro puesto (no cortador)?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó cultivos de caña de azúcar en otro puesto (no cortador)?

\_\_\_\_\_

h) ¿Cuál es ese otro cultivo?

Especifique

\_\_\_\_\_

¿En qué momento trabajó en este otro cultivo?

- En el último año
- En los últimos 2-5 años
- Hace más de 5 años

¿En dónde trabajó con este otro cultivo?

- Costa Rica
- Nicaragua
- Otro país

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

\_\_\_\_\_

i) ¿Cuál es ese otro cultivo?

Especifique

---

¿En qué momento trabajó en este otro cultivo?

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En el último año        |
| <input type="checkbox"/> | En los últimos 2-5 años |
| <input type="checkbox"/> | Hace más de 5 años      |

¿En dónde trabajó con este otro cultivo?

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Costa Rica |
| <input type="checkbox"/> | Nicaragua  |
| <input type="checkbox"/> | Otro país  |

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

---

j) ¿Cuál es ese otro cultivo?

Especifique

---

¿En qué momento trabajó en este otro cultivo?

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En el último año        |
| <input type="checkbox"/> | En los últimos 2-5 años |
| <input type="checkbox"/> | Hace más de 5 años      |

¿En dónde trabajó con este otro cultivo?

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Costa Rica |
| <input type="checkbox"/> | Nicaragua  |
| <input type="checkbox"/> | Otro país  |

¿En cuál otro país trabajó en este otro trabajo?

---

20. ¿Alguna vez en su vida ha aplicado plaguicidas, insecticidas, herbicidas, fungicidas, o químicos para controlar plagas, en su casa o en su trabajo?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

Aplicación de plaguicidas

21. ¿Adónde los ha aplicado?

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En su patio / casa           |
| <input type="checkbox"/> | En su propia finca / parcela |
| <input type="checkbox"/> | En otras fincas              |

Ahora le preguntará sobre las diferentes aplicaciones en casa

---

22. ¿Contra qué los ha aplicado en su casa?

- |                          |             |
|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | Insectos    |
| <input type="checkbox"/> | Nematodos   |
| <input type="checkbox"/> | Mala hierba |
| <input type="checkbox"/> | Hongos      |
| <input type="checkbox"/> | Otro        |
| <input type="checkbox"/> | No sabe     |

a) Insectos

---

¿Durante cuántos años?

Años, Códigos 99, no sabe / no contestar.

---

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

---

**b) Nemátodos**

¿Durante cuántos años?

Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

---

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

---

**c) Mala hierba**

¿Durante cuántos años?

Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

---

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

---

**d) Hongos**

---

¿Durante cuántos años?

Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

---

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

---

**e) Otra especie**

¿Cuál?

---

¿Durante cuántos años?

Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

---

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

---

Ahora le preguntaré sobre las diferentes aplicaciones en trabajo

---

**23. ¿Ha aplicado estas sustancias en el trabajo?**

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

23.1 ¿Contra qué los ha utilizado en el trabajo?

- |                          |             |
|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | Insectos    |
| <input type="checkbox"/> | Nemátodos   |
| <input type="checkbox"/> | Mala hierba |
| <input type="checkbox"/> | Hongos      |
| <input type="checkbox"/> | Otro        |
| <input type="checkbox"/> | No sabe     |

**a) Insectos**

\_\_\_\_\_  
¿Durante cuántos años?  
Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_  
¿Cuántos veces por mes?  
Años. Código 99, no sabe / no contestar.

**b) Nemátodos**

\_\_\_\_\_  
¿Durante cuántos años?  
Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_  
¿Cuántos veces por mes?  
Años. Código 99, no sabe / no contestar.

**c) Mala hierba**

\_\_\_\_\_  
¿Durante cuántos años?  
Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_  
¿Cuántos veces por mes?  
Años. Código 99, no sabe / no contestar.

**d) Hongos**

\_\_\_\_\_  
¿Durante cuántos años?  
Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_  
¿Cuántos veces por mes?  
Años. Código 99, no sabe / no contestar.

**e) Otra especie**

\_\_\_\_\_  
¿Cuál?  
\_\_\_\_\_

¿Durante cuántos años?

Años. Códigos 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_

¿Cuántos veces por mes?

Años. Código 99, no sabe / no contestar.

\_\_\_\_\_

24. ¿Alguna vez se ha intoxicado con plaguicidas?

Si su respuesta es no, pasar a la pregunta 27

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

25. Fue con un producto contra

<input type="checkbox"/>	Insectos
<input type="checkbox"/>	Nemátodos
<input type="checkbox"/>	Mala hierba
<input type="checkbox"/>	Hongos
<input type="checkbox"/>	Otro
<input type="checkbox"/>	No sebe

26. ¿Qué pasó?

\_\_\_\_\_

**Costumbres y prácticas personales**

Ahora preguntaré sobre algunas costumbres y prácticas personales

\_\_\_\_\_

27. ¿Con qué frecuencia toma bebidas alcohólicas?

Si no toma bebidas alcohólicas, pasar a pregunta 29

<input type="checkbox"/>	Nunca
<input type="checkbox"/>	Casi nunca
<input type="checkbox"/>	En ocasiones
<input type="checkbox"/>	Casi siempre
<input type="checkbox"/>	Siempre

28. ¿Qué tipo de bebidas alcohólicas consume?

Marca todos los que aplica

<input type="checkbox"/>	Cerveza
<input type="checkbox"/>	Guaro contrabando o lija
<input type="checkbox"/>	Licor (por ejemplo: ron, guaro, whisky, etc.)
<input type="checkbox"/>	Vino coyul
<input type="checkbox"/>	Otro

Otro, ¿Cuál?

Especifique

\_\_\_\_\_

¿Cuántas bebidas toma por semana normalmente?

Código 95 menos de 1 vez por semana. Código 99 no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

29. ¿Usted ha fumado alguna vez en su vida, o fuma actualmente?

<input type="checkbox"/>	Pasado
<input type="checkbox"/>	Presente
<input type="checkbox"/>	Ambos
<input type="checkbox"/>	Nunca

30. En el pasado, ¿Cuántos cigarrillos fumaba por día en promedio?

\_\_\_\_\_

31. En el pasado, ¿Por cuántos años fumaba?

\_\_\_\_\_

32. En promedio ¿Cuántos cigarrillos fuma por día ahora?

\_\_\_\_\_

33. ¿Por cuánto años ha fumado?

\_\_\_\_\_

#### Enfermedades y condiciones médicas

Ahora le preguntaré sobre algunas enfermedades y condiciones médicas. Me gustaría saber si usted ha sido diagnosticado por un doctor con alguno de los siguientes problemas de salud.

34. ¿Ha sido diagnosticado por un doctor con alguno de los siguientes problemas de salud?

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Presión Alta             |
| <input type="checkbox"/> | Diabetes                 |
| <input type="checkbox"/> | Infección urinaria       |
| <input type="checkbox"/> | Enfermedad renal crónica |
| <input type="checkbox"/> | Piedras de riñón         |
| <input type="checkbox"/> | Otro problema de riñón   |
| <input type="checkbox"/> | Otro problema de salud 1 |
| <input type="checkbox"/> | Otro problema de salud 2 |

a) Presión alta

\_\_\_\_\_

¿Hace cuánto fue diagnosticado con presión alta?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para la presión alta?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para la presión alta?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

\_\_\_\_\_

Comentarios / Observaciones

\_\_\_\_\_

b) Diabetes

\_\_\_\_\_

¿Hace cuánto fue diagnosticado con diabetes?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para la diabetes?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para la diabetes?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

\_\_\_\_\_

Comentarios / Observaciones

\_\_\_\_\_

c) Infección urinaria

\_\_\_\_\_

¿Hace cuánto fue diagnosticado con Infección urinaria?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para la Infección urinaria?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para la Infección urinaria?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

Comentarios / Observaciones

**d) Enfermedad renal crónica**

¿Hace cuánto fue diagnosticado con Enfermedad renal crónica?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para la enfermedad renal crónica?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para la enfermedad renal crónica?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

Comentarios / Observaciones

**e) Piedras de riñón**

¿Hace cuánto fue diagnosticado con piedras de riñón?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para las piedras de riñón?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para las piedras de riñón?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

Comentarios / Observaciones

**f) Otro problema de riñón**  
Anote cual

¿Cuál es el otro problema de riñón?

Comentarios / Observaciones

¿Hace cuánto fue diagnosticado con este problema de riñón?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para el otro problema de riñón?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para el otro problema de riñón?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

\_\_\_\_\_

Comentarios / Observaciones

\_\_\_\_\_

**h) Otro problema de salud**

\_\_\_\_\_

¿Cuál es el otro problema de salud?  
Anote cual

\_\_\_\_\_

¿Hace cuánto fue diagnosticado con este otro problema de salud?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para este otro problema de salud?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para el otro problema de salud?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

\_\_\_\_\_

Comentarios / Observaciones

\_\_\_\_\_

**i) Otro problema de salud ¿Cuál?**

\_\_\_\_\_

¿Cuál es el otro problema de salud?  
Anote cual

\_\_\_\_\_

¿Hace cuánto fue diagnosticado con este problema de salud?  
Años. Código 99, no sabe / no contesta

\_\_\_\_\_

¿Toma algún medicamento o remedio casero actualmente para este otro problema de salud?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuáles medicamentos o remedios toma para el otro problema de salud?  
Especifique. Si no sabe, indicarlo

\_\_\_\_\_

Comentarios / Observaciones

\_\_\_\_\_

35. ¿Durante el último año, ha tomado algún otro medicamento de forma regular?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

36.1. ¿Cuál o cuáles medicamentos ha tomado de forma regular?

---

36. ¿Hay algo que desea comentar o preguntar?

---

37. Hora de terminar la encuesta  
hh:mm

---

38. Comentarios generales del investigador

---

### 12.3. Cuestionario de conocimiento y percepción del riesgo de exposición al calor

#### Conocimiento y Percepción \_v1

##### Información para ser llenada por el investigador

**1. ID**

1. (Asignados por el proyecto)

\_\_\_\_\_

**2. Entrevistador**

Escriba el nombre de persona investigadora

\_\_\_\_\_

**3. Fecha de la entrevista**

Fecha en formato YYYY-MM-DD

\_\_\_\_\_

**4. Hora de inicio la entrevista**

\_\_\_\_\_

##### Riesgo percibido por exposición a calor en lugares de trabajo

A continuación, pediremos su opinión sobre riesgos en la salud por trabajar en ambientes con calor. Le pediremos respondernos indicando un número a una escala de 1 a 7, siendo 1 el más bajo y 7 el más alto.

\_\_\_\_\_

Recuerde que en cada caso debe seleccionar el número que mejor represente su evaluación.

\_\_\_\_\_

1. ¿En qué medida conoce los riesgos asociados con la exposición al calor (en qué medida sabe cuáles son los daños que puede causarle o la posibilidad de experimentar estos daños, etc.)?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

2. ¿Hasta qué punto cree que sus jefaturas o encargados de las oficinas de salud ocupacional conoce el grado de riesgo asociado con trabajar en ambientes con mucho calor?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

3. ¿Hasta qué punto tiene miedo del daño que puede derivarse de la exposición al calor?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

4. ¿Cuál cree que es la posibilidad de que usted experimente un daño (pequeño o grande, inmediato o posterior) como resultado de estar expuesto a calor en su lugar de trabajo?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

5. En el caso de que ocurra un riesgo, la gravedad del daño que puede causar la exposición al calor es de:

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

6. ¿En qué medida puede usted evitar que la exposición al calor le provoque riesgo a la salud?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

7. En caso de que ocurra un riesgo, ¿en qué medida puede intervenir para controlar (evitar o reducir) el daño que puede causarle la exposición al calor en sus labores?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

8. ¿En qué medida es la exposición al calor un factor que puede dañar a un gran número de personas a la vez?

1= Bajo	2	3	4	5	6	7= Alto
---------	---	---	---	---	---	---------

## 12.4. Cuestionario de síntomas de sobre exposición al calor

### Cuestionario de Sintomas\_v1

#### Información para ser llenada por el investigador

5. ID (Asignados por el proyecto)

\_\_\_\_\_

6. Entrevistador

Escriba el nombre de persona investigadora

\_\_\_\_\_

7. Fecha de la entrevista

Fecha en formato YYYY-MM-DD

\_\_\_\_\_

8. Hora de inicio la entrevista

\_\_\_\_\_

9. ¿Durante los últimos 8 días ha tenido alguno de los siguientes síntomas?

Escoja uno o más de uno

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Dolor de cabeza                                 |
| <input type="checkbox"/> | Mareo   |
| <input type="checkbox"/> | Nausea  |
| <input type="checkbox"/> | Diarrea   |
| <input type="checkbox"/> | Vómito  |
| <input type="checkbox"/> | Dolor de la parte arriba de la espalda          |
| <input type="checkbox"/> | Dolor muscular de la parte baja de la espalda   |
| <input type="checkbox"/> | Dificultad para abotonar la camisa              |
| <input type="checkbox"/> | Palpitaciones rápidas del corazón               |
| <input type="checkbox"/> | Dificultad para respirar                        |
| <input type="checkbox"/> | Sensación de la boca seca extrema (sed extrema) |
| <input type="checkbox"/> | Dolor o ardor al orinar                         |
| <input type="checkbox"/> | Calambres                                       |
| <input type="checkbox"/> | Fiebre  |
| <input type="checkbox"/> | Hinchazón de manos o pies                       |
| <input type="checkbox"/> | Sangrado por la nariz                           |

**Dolor de cabeza** ¿Hoy tiene este síntoma?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 |
| <input type="checkbox"/> | 2 |
| <input type="checkbox"/> | 3 |
| <input type="checkbox"/> | 4 |
| <input type="checkbox"/> | 5 |
| <input type="checkbox"/> | 6 |
| <input type="checkbox"/> | 7 |
| <input type="checkbox"/> | 8 |

**Mareo** ¿Hoy tiene este síntoma?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 |
| <input type="checkbox"/> | 2 |
| <input type="checkbox"/> | 3 |
| <input type="checkbox"/> | 4 |
| <input type="checkbox"/> | 5 |
| <input type="checkbox"/> | 6 |
| <input type="checkbox"/> | 7 |
| <input type="checkbox"/> | 8 |

**Nausea** ¿Hoy tiene este síntoma?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Sí |
| <input type="checkbox"/> | No |

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 |
| <input type="checkbox"/> | 2 |
| <input type="checkbox"/> | 3 |
| <input type="checkbox"/> | 4 |
| <input type="checkbox"/> | 5 |
| <input type="checkbox"/> | 6 |
| <input type="checkbox"/> | 7 |
| <input type="checkbox"/> | 8 |

**Diarrea**

¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Vómito**

¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Dolor de la parte arriba de la espalda**

¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Dolor muscular de la parte baja de la espalda**

¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Dificultad para abotonar la camisa**

¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Palpitaciones rápidas del corazón** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Dificultad para respirar** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Sensación de la boca seca extrema (sed extrema)** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Dolor o ardor al orinar (chistate)** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Calambres** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Fiebre** ¿Hoy tiene este síntoma?

<input type="checkbox"/>	Sí
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este síntoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Hinchazón de manos o pies**

¿Hoy tiene este sintoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este sintoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

**Sangrado por la nariz**

¿Hoy tiene este sintoma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

¿Cuántos días ha tenido este sintoma durante la última semana, contando hoy?

<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8

Gracias por su participación, ¿hay algo más que quisiera comentar?

---

Comentarios / observaciones por parte del investigador

---



29/7/2021

Blácora observación\_V1

**Hora final de observación**

hh:mm \_\_\_\_\_

### Tarea 3

**Hora inicial de observación**

hh:mm \_\_\_\_\_

**Descripción del trabajo físico de la tarea**  
*(descripción de la tarea, postura, velocidad etc.)*

\_\_\_\_\_

**La tarea se realiza**  
*(escoja uno)*

- Bajo sol
- Bajo sombra parcial
- Bajo sombra total (natural o techo)

**Herramientas/equipo utilizado**

\_\_\_\_\_

**Tiempo en que realiza la tarea durante el periodo de observación**  
*Anotar minutos u horas*

hh:mm \_\_\_\_\_

**Ropa utilizada**

\_\_\_\_\_

**EPP utilizado**

\_\_\_\_\_

**Número de veces que toma agua durante el tiempo de observación**

\_\_\_\_\_

**Número de veces que toma líquido que no sea agua durante el tiempo de observación**

\_\_\_\_\_

[https://enkato.getodk.org/preview?form=https%3A/xlsform.getodk.org/downloads/ajus0xpu/Bi%25C3%25A1cora%2520observaci%25C3%25B3n\\_V1...](https://enkato.getodk.org/preview?form=https%3A/xlsform.getodk.org/downloads/ajus0xpu/Bi%25C3%25A1cora%2520observaci%25C3%25B3n_V1...) 4/5

26/7/2021

Blácora observación\_V1

**Cuánto tiempo pasó bajo sombra durante el tiempo de observación**  
*Anotar minutos o horas*

hh:mm \_\_\_\_\_

**Observaciones adicionales**

\_\_\_\_\_

**Hora final de observación**

hh:mm \_\_\_\_\_

[https://enkato.getodk.org/preview?form=https%3A/xlsform.getodk.org/downloads/ajus0xpu/Bi%25C3%25A1cora%2520observaci%25C3%25B3n\\_V1...](https://enkato.getodk.org/preview?form=https%3A/xlsform.getodk.org/downloads/ajus0xpu/Bi%25C3%25A1cora%2520observaci%25C3%25B3n_V1...) 5/5

**12.6. Bitácora de TGBH**



Estudio "Estimación de la carga térmica en trabajadores: Un estudio exploratorio para estimar el riesgo bajo condiciones actuales y con el cambio climático"



**Bitácora Manual de mediciones de TGBH**

Fecha:						
Lugar:						
Investigador(a):						
Monitor utilizado: <input type="checkbox"/> IRET <input type="checkbox"/> Mov. Humano						
Condiciones: <input type="checkbox"/> Sol (Utilizando TGBHe) <input type="checkbox"/> Techo/sombra (Utilizando TGBHi)						
Hora	BH (°C) (Bulbo húmedo)	TS (°C) (Temperatura seca)	TG (°C) (Temperatura globo)	HR (%)	TGBH (°C)	Observaciones

Comentarios/Observaciones Generales:

---



---



---