



**Universidad del  
Rosario**

**Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable relacionado con la aparición de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de una empresa de distribución de energía eléctrica**

**Investigador**

Bibiana Alexandra Rozo Cadavid

**Trabajo presentado como requisito para optar por el  
Título de Maestría en Seguridad y salud en el Trabajo  
Universidad del Rosario**

**Bogotá, 2019**

**Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable relacionado con la aparición de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de una empresa de distribución de energía eléctrica**

Bibiana Alexandra Rozo Cadavid

Asesor metodológico:

Dra. Gilma Hernandez

Asesor temático:

Dra. Maria Clemencia Rueda

**Maestría en Seguridad y salud en el Trabajo**

**Universidad del Rosario**

**Bogotá D.C., 2019**

## **Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable relacionado con la aparición de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de una empresa de distribución de energía eléctrica**

### **Resumen**

**Introducción:** En el presente estudio se identificó la carga física de trabajo utilizando los métodos de nivel de penosidad de Frimat e índice de costo cardiaco relativo ICCR, se calculó el tiempo máximo de trabajo aceptable TMTA y se identificó la asociación de estas variables con la aparición de síntomas musculo esqueléticos SME. Este cálculo pretendía identificar si los niveles de carga física y los tiempos de trabajo influían significativamente en la aparición de síntomas en los trabajadores de una empresa de distribución eléctrica. El análisis de estas variables va encaminado a analizar métodos que aporten información y permitan establecer controles para mitigar la exposición a factores que pueden desencadenar enfermedades en los trabajadores.

**Objetivo:** Identificar la carga física, estimar el tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) y la relación con la presencia de síntomas musculoesqueléticos (SME) en actividades de montaje y mantenimiento de líneas de alta y media tensión. Actividades ejecutadas por operarios del sector eléctrico, en una empresa de distribución eléctrica en Bogotá, Colombia.

**Material y métodos:** Se llevó a cabo un estudio observacional de corte transversal, con enfoque analítico, en una muestra de 92 registros de actividades tomadas en un grupo de 57 trabajadores. Quienes desempeñan procesos laborales de mantenimiento y montaje de líneas de conducción de energía eléctrica, de media y alta tensión, en los cargos de linieros, ayudantes y líderes de cuadrilla; las cuales se ejecutan al aire libre en locaciones a campo abierto.

Se utilizaron cuestionarios para la recolección de datos demográficos, de salud, hábitos de vida y condiciones laborales; para síntomas musculoesqueléticos se aplicó cuestionario nórdico ajustado. Se midió la frecuencia cardiaca de reposo, media y máxima de trabajo; se determinó la frecuencia cardiaca relativa (FCR), el tiempo máximo de

Trabajo Aceptable (TMTA) según método de Wu & Wang y la carga física utilizando nivel de penosidad método Frimat.

Las variables cuantitativas se describieron usando medidas de tendencia central y dispersión, mientras que para las cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y relativas. Para la comparación de los promedios del TMTA por las variables categóricas se utilizó el análisis de varianza paramétrico o no paramétrico Anova o Kruskal – Wallis según cumplimiento de supuestos de distribución de probabilidad; y para el análisis de asociación entre factores se utilizó prueba chi cuadrado de Pearson. Además se analizaron las correlaciones utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

**Resultados:** Se observó que el 82,6% de las actividades estudiadas presenta un nivel de penosidad entre *muy duro y penoso*, el 52% presenta un TMTA por debajo de las 8 horas, en el 24% de las evaluaciones tomadas a los trabajadores reportaron SME.

No se observó asociación significativa entre las variables SME, TMTA y nivel de penosidad Frimat (carga física) ( $p > 0,05$ ). Se observó relación lineal negativa entre las variables TMTA y nivel de penosidad Frimat ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,783$ ), también se observó relación lineal negativa entre las variables TMTA e Índice de Costo Cardiaco Relativo (ICCR) ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,969$ ).

**Conclusiones:** El método de identificación de carga física nivel de penosidad de Frimat presenta una correlación negativa de igual comportamiento al ICCR respecto al TMTA. La escala de Borg evidencia ser un método práctico para identificar la percepción de la carga física.

El ICCR y la frecuencia cardiaca relativa FCR son estimadores efectivos para el TMTA, no se evidenció asociación significativa entre la carga física, el TMTA y la aparición de SME.

**Palabra Clave:** Carga de trabajo, tiempo de trabajo, síntomas musculoesqueléticos, distribución eléctrica. (Fuente: DeSC, BVS).

## Introducción

En Colombia se ha incrementado la demanda en la mano de obra para la construcción y mantenimiento del sistema eléctrico, en respuesta a lo planteado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en su plan de expansión (1), al robustecer el sistema eléctrico nacional con la construcción y montaje de líneas y subestaciones eléctricas como consecuencia de la necesidad de ampliación en la cobertura y el mejoramiento de la calidad en la prestación del servicio de suministro de energía eléctrica.

La Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y salud en el trabajo (SST) del año 2013, en los sectores eléctricos del gas y de agua, revelan que los factores de riesgo más frecuentes se derivan de la exposición a movimientos repetitivos en un 35% y posiciones que generan fatiga en un 38%, lo que ha producido un incremento en la presencia de enfermedades y síntomas musculoesqueléticos en este sector (2).

La carga de trabajo se entiende como el requerimiento psico- físico que demanda un trabajador durante su jornada laboral (Norma técnica de Prevención (NTP177)) (3). La evaluación de la carga física en un puesto de trabajo serviría para determinar si el nivel de carga física se encuentra dentro de los límites fisiológicos o si se requiere la implementación de medidas de control que prevengan la afectación de la salud.

La carga máxima de las tareas que demandan alta energía pueden conducir a una fatiga excesiva, de ahí la importancia de identificar la capacidad de desempeño físico del trabajador y con base en estos resultados, evaluar su capacidad con respecto a los requerimientos laborales, es decir, medir al trabajador y al trabajo (4). Por lo anterior la implementación de procedimientos de evaluación de competencia física son de gran importancia para gestionar la salud y el ajuste del lugar de trabajo

La tolerancia máxima de trabajo de un individuo se puede estimar midiendo y evaluando la coordinación neuromuscular y la capacidad aeróbica. El conocimiento de la capacidad aeróbica permite determinar el desempeño físico de un trabajador y así definir la

asignación del puesto de trabajo. De acuerdo con Berggren y Christensen “La potencia aeróbica máxima puede ser estimada a través de la respuesta cardiovascular, mediante la medición de la frecuencia cardíaca”; documentaron que el aumento del consumo de oxígeno en el trabajo está estrechamente relacionado con el incremento de frecuencia cardíaca y que "el número de pulsaciones durante el trabajo debería dar información bastante confiable acerca del costo energético"(5). Sustenta que el uso de un indicador fisiológico como la frecuencia cardíaca es un adecuado trazador de consumo de oxígeno y de gasto energético en la actividad física.

Frimat (6), evalúa la carga física de trabajo con base en la frecuencia cardíaca, asignando coeficientes de penosidad de 1 a 6 desde carga física mínima hasta la extremadamente dura, como resultado de la suma de los coeficientes, calculados a partir de los indicadores cardíacos de variación de frecuencia cardíaca (FC), frecuencia cardíaca media e índice de costo cardíaco relativo.

Adicionalmente, es posible estimar el tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) utilizando el indicador de frecuencia cardíaca relativa. El TMTA se puede considerar como el tiempo en el cual un individuo puede sostener una carga. Respecto al tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) Wu & Wang (2002) realizaron un estudio en 12 individuos cuyo objetivo era establecer la relación entre tiempo máximo de trabajo aceptable y la carga física de trabajo, evidenciando que la carga física de trabajo es inversa al TMTA (7). De acuerdo con Wu & Wang “la frecuencia cardíaca relativa es un indicador asociado al trabajo muscular dinámico y está definida de la siguiente manera:  $(FC \text{ trabajo (promedio)} - FC \text{ reposo}) / (FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo}) \times 100$ ”, planteado un modelo exponencial de predicción del TMTA.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación identificó la carga física, estimó el tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) y la relación con la presencia de síntomas musculoesqueléticos (SME) en actividades de montaje y mantenimiento de líneas de alta y media tensión ejecutadas por operarios del sector eléctrico, en una empresa de distribución eléctrica en Bogotá, Colombia.

## **Materiales y métodos**

Se llevó a cabo un estudio observacional de corte transversal, con enfoque analítico en el que se estimó la carga física de trabajo, el TMTA y la relación con la aparición de síntomas musculoesqueléticos (SME).

La muestra fue por conveniencia en noventa y dos (92) registros de actividades tomadas en un grupo de cincuenta y siete (57) trabajadores, que realizaron siete (7) procesos laborales de mantenimiento y montaje de líneas de conducción de energía eléctrica de media y alta tensión en los cargos de linieros, ayudantes y líderes de cuadrilla de una empresa de distribución eléctrica. Los procesos laborales evaluados fueron: Cimentación, excavación, montaje de torre, montaje de poste, mantenimiento líneas, mantenimiento forestal y tendido de cable (n=92).

Antes de la recolección de la información se presentó y explicó el proyecto a los participantes. Posteriormente se aplicaron individualmente los cuestionarios diseñados por los investigadores para la toma de datos sociodemográficos, hábitos de salud y aspectos laborales. La identificación de sintomatología osteomuscular se obtuvo mediante la aplicación del cuestionario nórdico validado adaptado (8).

Para la valoración de carga física y TMTA por cada actividad laboral se tomaron los datos de frecuencia cardíaca máxima (FRMax), frecuencia cardíaca media (FRM) de trabajo y frecuencia cardíaca de reposo, mediante cuatro monitores marca Polar ; dos de referencia M200, uno referencia M430 y uno referencia A370; con sensores led ubicados en el pulso de la muñeca izquierda. Se evaluó una actividad por día, obteniendo los registros durante toda la jornada entre 7 a 9 horas.

La valoración de la Carga Física se obtuvo aplicando la metodología de Frimat, que consiste en la sumatoria de los coeficientes calculados de acuerdo a los resultados de las frecuencias cardíacas media y máxima de trabajo y de reposo. En el cuadro 1 se muestra los rangos de los coeficientes.

**Cuadro 1.** Coeficiente de penosidad de Frimat modificado (6)

|                | <b>1</b> | <b>2</b>  | <b>4</b>  | <b>5</b>  | <b>6</b> |
|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>FCM</b>     | 90 - 94  | 95 – 99   | 100 - 104 | 105 - 109 | > 110    |
| <b>ΔFC</b>     | 20 - 24  | 25 – 29   | 30 – 34   | 35 - 39   | > 40     |
| <b>FCM máx</b> | 110 -119 | 120 - 129 | 130 – 139 | 140 -149  | > 150    |

El tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) se calculó mediante la fórmula de Wu& Wang, con la fórmula  $TMTA= 26.12 * e^{-4.81 * FCR}$  (9).

Al finalizar la jornada de evaluación de la actividad laboral se aplicó la escala Borg, que consisten en que los trabajadores asignan un valor a la percepción de esfuerzo del día de trabajo. Esta escala tiene puntajes de 0 a 10; siendo 0 ningún esfuerzo y 10 extremadamente pesado. De igual manera se indagó la percepción de molestias osteomusculares. Estos datos permiten identificar la percepción de esfuerzo durante la jornada laboral (10)

La toma de datos y recolección de información al igual que el registro en los formatos, se realizó por parte de una enfermera profesional entrenada. La aplicación de las encuestas y mediciones se realizó con acompañamiento de la investigadora y se verificó la calidad de los datos revisando de forma aleatoria el 10%.

Se incluyeron en este estudio, trabajadores mayores de 18 años, que aceptaron voluntariamente la participación en este estudio, expuestos a levantamiento manual de carga y/o actividad física que implica fuerza durante la ejecución de su trabajo y quienes firmaron el consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron la presencia de enfermedades cardiacas o que manifestaran alguna molestia osteomuscular en el momento de la toma de datos.

Con respecto al análisis estadístico las variables de naturaleza cuantitativa se describieron usando medidas de tendencia central y dispersión, mientras que para las cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y relativas. Para la comparación de los TMTA promedio por actividad y nivel de penosidad de Frimat (categorizada) se utilizó el

análisis de varianza paramétrico o no paramétrico según cumplimiento de supuestos de distribución de probabilidad del TMTA y para el análisis de asociación entre factores se utilizó prueba chi cuadrado de Pearson. Además se analizaron las correlaciones entre TMTA, Índice de Costo Cardíaco Relativo (ICCR) y nivel penosidad Frimat (cuantitativo) utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

Para las estimaciones de los parámetros se usó un nivel de confianza del 95% y para las pruebas de asociación, comparación de medias o medianas y correlación se usó un nivel de significación de 0.05 todos los análisis estadísticos se desarrollaron utilizando el software estadístico SPSS v 25.

Cada uno de los participantes firmó un consentimiento informado, donde manifestaron que aceptaban participar en el estudio, según lo establecido en la Resolución 008430 de 1993 (11), de acuerdo a la cual esta investigación se clasificó como de riesgo mínimo, puesto que no se realizaron intervenciones invasivas con la toma de muestras o datos en aspectos biológicos, fisiológicos, psicológicos o sociales de los participantes ni se trataron aspectos sensitivos en la conducta de los mismos, solo se tomaron medidas vía monitor cardíaco no invasivo para identificar el costo cardíaco y la toma de datos para identificar percepción de síntomas osteomusculares.

## Resultados

Los trabajadores participantes del estudio tienen edades entre los 22 y 67 años, con antigüedad en el cargo entre 2 a 46 años, todos de sexo masculino. En la tabla 1 se presentan los datos estadísticos de resumen de las características sociodemográficas y ocupacionales de estos trabajadores.

**Tabla 1:** Características sociodemográficas y ocupacionales de los trabajadores. Bogotá 2019

| <b>Variable</b>                | <b>Media</b> | <b>Desviación</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|--------------------------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|
| Edad (años)                    | 36,4         | 8,14              | 22,0          | 67,0          |
| Peso (Kg)                      | 75,0         | 9,72              | 55,0          | 101,6         |
| Estatura (cm)                  | 1,7          | 0,09              | 1,5           | 1,9           |
| IMC (Kg/cm)                    | 26,0         | 2,96              | 20,0          | 35,0          |
| Antigüedad en el oficio (años) | 10,6         | 6,60              | 2,0           | 46,0          |

Al indagar estilos de vida saludable se encontró que el 68% de los trabajadores practican alguna actividad física y el 78% no fuman. En relación con los parámetros de frecuencias cardíacas de los trabajadores en la tabla 2 se presentan los datos estadísticos de resumen identificando cada frecuencia cardíaca.

**Tabla 2:** Descripción estadística de las frecuencias cardíacas e ICCR de los trabajadores del estudio, Bogotá 2019

| Frecuencia cardíaca                   | Media | Desviación | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------------|-------|------------|--------|--------|
| Frecuencia cardíaca de reposo         | 60,8  | 9,96       | 40,0   | 86,0   |
| Frecuencia cardíaca media de trabajo  | 97,6  | 12,32      | 70,0   | 137,0  |
| Frecuencia cardíaca máxima de trabajo | 144,4 | 17,24      | 100,0  | 190,0  |
| Frecuencia cardíaca máxima teórica    | 183,6 | 8,14       | 153,0  | 198,0  |
| FRC - ICCR * (%)                      | 30,1  | 7,79       | 15,0   | 60,0   |

\* El ICCR - FCR está dado en porcentaje de costo cardíaco, Las Frecuencias cardíacas están expresadas en pulsaciones por minuto

En la tabla 3 se muestra la distribución de los 92 registros tomados en las 7 actividades evaluadas en la empresa, observando que las actividades menos representadas fueron cimentación (5%), tendido de cable (4%) y excavación (10%).

**Tabla 3:** Distribución de las actividades incluidas en el estudio. Bogotá 2019

| Actividad               | n  | %     |
|-------------------------|----|-------|
| Cimentación             | 5  | 5,4%  |
| Excavación              | 9  | 9,8%  |
| Mantenimiento forestal  | 16 | 17,4% |
| Mantenimiento de líneas | 20 | 21,7% |
| Montaje de poste        | 16 | 17,4% |
| Montaje de torre        | 22 | 23,9% |
| Tendido de cable        | 4  | 4,3%  |

Estas actividades fueron desempeñadas por los 57 trabajadores en los cargos de linieros, ayudantes y líderes de cuadrilla. La jornada laboral estipulada por la empresa es de 8 y 9 horas, sin embargo, la realización de horas extras de trabajo es constante por lo que todos los trabajadores laboran en promedio 10,26 horas (DE 0,64).

Al calcular los estadísticos para el TMTA en los 92 registros tomados en las actividades de los trabajadores, se observó que este se encontraba entre 2 y 15 horas con un promedio de 8,40 horas (DE 2,50).

En cuanto a la distribución de frecuencias de la carga física por nivel de penosidad las 92 evaluaciones realizadas en las actividades mostraron que el 44,6% se encuentra en la categoría *penoso* y el 38% en *muy duro*, lo que implica que un alto porcentaje de las actividades presenta un nivel de penosidad importante, las únicas actividades que presentaron niveles de penosidad ligero fueron en mantenimiento forestal (31%), mantenimiento de líneas (20%) montaje de poste (25%), montaje de torre (14%).

Al calcular el TMTA por actividad y comparar los promedios de TMTA entre estas a través de Anova no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ;  $p > 0,23$ ). Adicionalmente, se identificaron las actividades que superaban el promedio del TMTA según las horas trabajadas, encontrando que para quienes tenían una jornada laboral de 9 horas ninguno supera el promedio de 11,15 horas, una jornada de 10 horas el 68% superan el promedio que fue de 8,33 horas, para los que laboran 11 horas el 70% superan su promedio que fue de 9,2 horas y para los que trabajan 12 horas 88% superan su promedio que fue de 7,34. En la tabla 4 se muestra la duración de las jornadas de trabajo y los datos estadísticos del TMTA y el número de horas excedidos respecto a la media.

**Tabla 4:** Estadísticos del TMTA respecto al total de horas trabajadas, de las mediciones tomadas en una empresa de distribución eléctrica. Bogotá 2019

| Total Horas trabajadas | TMTA |     |       |        |        | Porcentaje de actividades que superan el promedio de TMTA según la media | Δ de No. de horas de trabajo real respecto a la media TMTA |
|------------------------|------|-----|-------|--------|--------|--|--|
|                        | N    | %   | Media | Mínimo | Máximo |  |  |
| 9                      | 2    | 2%  | 11,15 | 9      | 13     | 0%   | 0  |
| 10                     | 72   | 78% | 8,33  | 2      | 15     | 68%  | 1,77   |
| 11                     | 10   | 11% | 9,2   | 6      | 12     | 70%  | 2,8  |
| 12                     | 8    | 9%  | 7,34  | 4      | 13     | 88%  | 4,66   |

Para medir la percepción del esfuerzo en cada una de las actividades se aplicó la escala de esfuerzo de Borg, la cual la cual tiene puntajes de 0 a 10 siendo 0 ningún esfuerzo y

10 extremadamente pesado. En esta escala la percepción fue calificada por los trabajadores en un 49% de las actividades entre 6 a 9, 35% de las actividades entre 3 a 5 y el 16% entre 0 a 2.

### **Síntomas musculoesqueléticos**

Para establecer la presentación de síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores se indagó con cuestionario Nórdico adaptado cada vez que se desarrollaba una actividad, observando que los trabajadores reportaron SME en 22 de las 92 actividades (24%). Los SME no evidenciaron asociación con el nivel de penosidad de Frimat valor ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,92$ ). Además, se compararon los promedios de TMTA con las evaluaciones de las actividades que reportaron la presencia o no de síntomas, encontrando diferencias estadísticamente significativas. El TMTA en los asintomáticos fue en promedio de 8,42 (DE 1,88), y en los sintomáticos de 8,33 (DE 2,69).

Para identificar las variables correlacionadas con el TMTA se calculó la correlación de Spearman obteniendo correlaciones altas pero inversas entre FC media de trabajo ( $r = -0,783$ ), FC máxima de trabajo ( $r = -0,684$ ), el ICCR ( $r = -0,969$ ) y nivel de penosidad de Frimat ( $r = -0,783$ ), correlaciones que resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ). Estas correlaciones inversas indican que valores altos de frecuencias cardiacas e índice de penosidad se correlacionan con valores bajos de TMTA. Además, se estimaron las correlaciones de TMTA con la edad ( $r = -0,216$ ) y IMC ( $r = 0,082$ ) ambos resultados mostraron correlaciones bajas y solo con la edad fue estadísticamente significativa ( $p < 0,005$ ;  $p = 0,039$ ).

### **Discusión**

El TMTA tiene relación directa con la carga física, se evidencia como a medida que aumenta el nivel de penosidad de Frimat el TMTA disminuye ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,783^{**}$ ) con la categoría nivel de penosidad *muy duro* con una media de TMTA de 6,46 horas y para la categoría *penoso* la media TMTA fue de 8,91 horas, de igual manera el ICCR presenta una correlación negativa respecto al TMTA ( $p < 0,05$ ;  $r = -0,969^{**}$ ). En los estudios

revisados para el cálculo de la carga física se utiliza en su mayoría el ICCR y su relación con TMTA, en pocos se relacionan con el nivel de penosidad de Frimat, en este sentido en el estudio se evidencia como los dos métodos tienen un comportamiento similar inverso al TMTA, por lo que se puede plantear que el uso de los dos métodos es viable para la estimación de la carga física.

En los análisis realizados al grupo de trabajo se encontró que un factor como la edad presenta una alta correlación negativa significativa con las variables de carga física (ICCR) ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,041$ ;  $r = -0,214^*$ ) y TMTA ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,039$ ;  $r = -0,216^*$ ), ya que a mayor edad el TMTA y el ICCR es menor. Mientras que el IMC no presenta correlación significativa con estas variables. Respecto a la edad y el IMC visto desde la composición corporal en el estudio realizado por GF Lopez Sanchez (2015)(12), se describe la edad como un factor significativo en el comportamiento de la frecuencia cardiaca, los autores evidencian como la composición corporal y el IMC son factores relevantes en el comportamiento de la frecuencia cardiaca, lo que es contrario a los hallazgos de este estudio, ya que no se observó correlación entre el IMC, ICCR y TMTA.

Por otro lado, al analizar el factor de la edad con el nivel de penosidad de Frimat, este no presenta incidencia significativa ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,55$ ). Al relacionar la edad y el hábito de práctica de actividad física con el nivel de penosidad no se observa asociación y esta no influye significativamente. Este resultado es similar a los obtenidos en el estudio HD Zapata (2011), valoración de carga física en estibadores, en donde se utilizó el método de valoración de carga física de Frimat, concluyendo que en cuanto a factores individuales como la edad y la práctica de actividad física no presentaban una influencia significativa en el índice de penosidad (13).

Para la variable SME no se observó una asociación estadísticamente significativa con las variables de TMTA y nivel de penosidad carga física de Frimat ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, la variable SME presenta una asociación estadística significativa con la variable actividades de trabajo ( $p < 0,05$ ), ya que el 82% de las evaluaciones de las actividades de los trabajadores se encuentra entre las categorías *penoso* y *muy duro*. En la actividad de mantenimiento de líneas se identificó el mayor nivel de penosidad en la categoría *muy duro* con un 45%, seguido por la categoría *penoso* en la actividad de cimentación de

poste con un 100%, tendido de cable 75% y excavación de poste 56%, al respecto se podría considerar que en estas actividades que implican trabajo en alturas y manejo de cargas en posición de equilibrio (sentado sobre el cable eléctrico) representa una importante demanda de carga física. Respecto al análisis realizado para determinar la asociación del nivel de penosidad Frimat, TMTA y la presencia de SME, se refieren más estudios relacionando la carga física y el TMTA que con la presencia de SME.

El 24% de las evaluaciones realizadas reportaron síntomas y el 49% reportó percibir el esfuerzo físico de la jornada entre *pesado* y muy *pesado* (entre 6 a 9), No se observó asociación entre las variables de penosidad y SME ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,87$ ), es probable que dicha situación represente un sesgo por el número de trabajadores que reportan síntomas, sumado a una factible adaptación a la carga física.

En las evaluaciones de los que percibieron el esfuerzo según escala de Borg, como pesado es de 7,91 horas y muy pesado 5,80 horas de TMTA, lo que podría indicar que a mayor percepción del esfuerzo menor es el TMTA, teniendo la escala de Borg un comportamiento similar al ICCR, siendo una herramienta de percepción de fácil aplicabilidad.

La media del TMTA se encuentra en 8,40 horas y el ICCR 30,12%, lo que se acerca a lo planteado en los estudios de referencia, el 68% de las actividades de los trabajadores de este estudio superan el TMTA.

No se identificó asociación entre las variables nivel de penosidad ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,87$ ), TMTA ( $p > 0,05$ ;  $p = 0,923$ ) y SME.

No se observó diferencia significativa entre las medias del TMTA y el total de horas trabajadas ( $p > 0,05$ ,  $p = 0,178$ ), sin embargo, al revisar la valoración del TMTA obtenido se observó que la media de este tiempo se encuentra en 8,40 horas y en el 98% de las actividades laboran más de 9 horas, lo que implica que el 68% de los registros de las actividades superan el TMTA.

En el estudio Wu & Wang (2002) (7) y Shimaoka (1998) (15), también evidenciaron que la carga física de trabajo es inversa al TMTA, En estos estudios de referencia también se

identificaron límites de carga física ICCR entre 24.5% y 30% para una jornada de trabajo de 8 horas y para una jornada de 12 horas es de 10%.

Para las evaluaciones en general de este estudio se observó que la media de ICCR es de 30,12% y una media de TMTA de 8,40 horas. El ICCR en este estudio se asemeja a los estudios de referencia, sin embargo, en los estudios referencia las jornadas de trabajo planteadas son de 8 horas, en este estudio la jornada de trabajo es mayor, con una media de 10 horas (min. 9, max.12), el ICCR para 12 horas fue de 34%, lo que triplica lo planteado por los estudios de referencia, esto puede explicarse por adaptabilidad a la carga física indicador que triplica lo planteado por el estudio de referencia, Esto podría deberse al tipo de trabajo y el tiempo de exposición a este, lo que ha llevado a una adaptación física o a variables físicas individuales antropométricas. Lo que sería interesante explorar en otro estudio.

Respecto al análisis realizado en la correlación del TMTA y el nivel de penosidad calculado mediante la metodología Frimat, muestran una relación lineal negativa ( $p < 0,05$ ;  $R = 0,1$ ,  $Rho = -0,783^{**}$ ), entre mayor es el nivel de penosidad el TMTA disminuye, el comportamiento de estas variables es similar al relacionar el TMTA con ICCR, evidenciando una relación significativa entre el número de horas trabajadas y el índice de penosidad.

### **Conclusiones**

La FC e ICCR son estimadores efectivos para el cálculo del TMTA, este indicador permite identificar de manera práctica los tiempos máximos de trabajo aceptable e implementar mecanismos de control para su efectiva aplicación. Se identifica que al relacionar el indicador de ICCR y el método de cálculo de nivel de penosidad de Frimat con el TMTA ambos métodos presentan un comportamiento lineal negativo frente al TMTA. Adicional a esta relación de variables entre el ICCR y Nivel de penosidad, la escala de Borg deja en evidencia de factibilidad de medición de carga física y su nivel de significancia con el TMTA, herramientas que servirían para medir el impacto de la implementación de controles.

Tener factores en cuenta como la edad, índices de frecuencias, presencia de síntomas y la estimación de TMTA, son factores de interés y de mayor estudio para implementar acciones que impacte el ámbito de la salud laboral.

Como parte de las medidas de control en salud laboral implementar en las evaluaciones médicas la identificación de FC Reposo e ICCR y cálculo de TMTA por cargo, permitiría establecer tiempos concretos de labores, tiempos de descanso monitoreados y ajustes de puestos de trabajo.

Dentro de los controles de los factores de riesgo establecer e identificar límites permisibles en términos de valores de TMTA e ICCR, de acuerdo al contexto y actividades de cada empresa por cargo.

## Referencias Bibliográficas

1. Medina AA, Monroy AC, Rodríguez A. Plan de expansión de referencia generación-transmisión 2013-2027. Ministerio de Minas y Energía Unidad de Planeación Minero Energética-UPME, Bogotá DC, Colombia. 2013.
2. Trabajo Md. Informe ejecutivo. II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos. Grafiq Editores Bogotá; 2013.
3. Cosar RC. NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. INSHT, Barcelona. 1994.
4. Valencia JCV. Carga física de trabajo: bases fisiológicas y metodológicas para su estudio: Universidad Libre; 2006. 12, 101,103, 105-106
5. Berggren G, Christensen E. Heart rate as a means of measuring metabolic rate in man. *Arbeitsphysiologie*. 1950;14:255-60.
6. Frimat P, Furon D, Cantineau A, Delepine P, Six F, Luez G. Le travail à la chaleur (verrière). Etude de la charge de travail par ECG dynamique. Applications de la Méthode de VOGT. *Arch Mal Prof*.40(1-2):191.
7. Wu H-C, Wang M-JJ. Determining the maximum acceptable work duration for high-intensity work. *European journal of applied physiology*. 2001;85(3-4):339-44.
8. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg M, Biering F, Andersson G. Cuestionario Nórdico de Kuorinka. 1987 [cited 2018 Feb 6]; 12.
9. Wu H-C, Wang M-JJ. Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*. 2002;45(4):280-9.
10. Williams N. The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*. 2017;67(5):404-5.
11. Salud Md. Resolución nº 008430 de 1993: por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud Bogotá; 1993.
12. Sánchez GL, Sánchez LL, Suárez AD. Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardíaca: relaciones con edad, sexo, obesidad y actividad física. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*. 2015;4(2):33-40: 34-36
13. Zapata HD, Arango GL, Estrada LM. Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado. Facultad Nacional de Salud Pública: El escenario para la salud pública desde la ciencia. 2011;29(1):53-64.: 62-63
14. McMichael AJ. Standardized mortality ratios and the " healthy worker effect": Scratching beneath the surface. *Journal of occupational medicine: official publication of the Industrial Medical Association*. 1976;18(3):165-8.
15. Shimaoka M, Hiruta S, Ono Y, Nonaka H, Hjelm EW, Hagberg M. A comparative study of physical work load in Japanese and Swedish nursery school teachers. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1997;77(1-2):10-8.
16. Gómez MDS. NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. 1991.
17. Aminoff T, Smolander J, Korhonen O, Louhevaara V. Prediction of acceptable physical work loads based on responses to prolonged arm and leg exercise. *Ergonomics*. 1998;41(1):109-20.
18. Arana T, Valencia JCV, Ortiz RC. Determinación de la capacidad y la carga física de trabajo en bailarines de una escuela de baile de la ciudad de Cali. *Ciencia & Salud*. 2013;1(4):11-6.

19. Anjos LA, Ferreira JA, Damião JJ. Heart rate and energy expenditure during garbage collection in Rio de Janeiro, Brazil. *Cadernos de saude publica*. 2007;23(11):2749-55.
20. Ariza LE, Javier Idrovo Á. Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. *Revista de salud pública*. 2005;7:145-56.
21. Velásquez JC. Tiempo máximo aceptable de trabajo para tareas ejecutadas con miembros superiores e inferiores. *Revista Salud UIS*. 2015;47(3).
22. Ortiz Escobar LM. Tiempo máximo aceptable en función del porcentaje de carga cuando el trabajo se realiza predominantemente con miembros inferiores en un grupo de trabajadores colombianos residentes en la ciudad de Cali 2017.