

EVALUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO EN EL PROCESO DE TALA, DE UNA
EMPRESA FORESTAL DE EL TAMBO, CAUCA, 2020

- TRABAJO DE GRADO -

Ingeniera forestal
MAIRA LILIANA PITTO APIO
CÓDIGO: 1803280-7621

Universidad del Valle
Escuela de Salud Pública
Maestría en Salud Ocupacional
Santiago de Cali, 2022

EVALUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO EN EL PROCESO DE TALA, DE UNA
EMPRESA FORESTAL DE EL TAMBO, CAUCA, 2021

Ingeniera forestal
MAIRA LILIANA PITTO APIO
CÓDIGO: 1803280-7621

Trabajo de investigación
para optar al título de Magíster en Salud Ocupacional

DIRECTOR
JUAN CARLOS VELÁSQUEZ VALENCIA
MÉDICO CIRUJANO
DOCTOR EN CIENCIAS TÉCNICAS Y ERGONOMÍA

Universidad del Valle
Escuela de Salud Pública
Maestría en Salud Ocupacional
Santiago de Cali, 2022

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Gloria María Apio,
Quien me ha enseñado a soñar, a ser perseverante y trabajar hasta conseguir lo que se quiere, agradezco por apoyar y guiar mis pasos en el camino de la vida y sobre todo por su infinito e incondicional amor.

A mi padre Gabriel Pitto Ipia,
Porque en su ser he visto el más claro de ejemplo de nobleza, trabajo, entrega y siempre con actitud justa y corazón generoso.

A mis hermanos Luz Stella, Héctor Gabriel, Claudia Milena y Hever,
Porque son el motivo de los más gratos recuerdos de mi infancia, son las personas a quienes debo admiración, respeto y cariño.

A mis sobrinos William, Pablo, Natalia, Juan, Valentina, Gabriela y Santiago
Porque con su existencia, alegran la mía.

A mi compañero de vida, Oscar Andrés Ruiz,
Por ser el hombre noble y paciente que sin condiciones y con amor camina junto a mi este sendero de la vida.

A mi director de tesis, Juan Carlos Velásquez,
Por el tiempo dedicado, por su paciencia y orientaciones a lo largo de este proceso, por compartir sus conocimientos y amor por la ciencia, infinitas gracias.

A la empresa forestal,
En especial al gerente y al coordinador SST, por abrir un espacio para mí y poner a disposición su tiempo, su personal y logística, agradecer y resaltar su voluntad para mejorar sus procesos y sobre todo por considerar y reconocer el valor que merecen sus colaboradores.

A los participantes, operarios de motosierra
Por su voluntad durante la recolección de datos, por compartir sus conocimientos y por dar al mundo ese mensaje de amor y orgullo por el trabajo en el sector forestal.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de la carga de trabajo en motosierristas de una empresa forestal del municipio de El Tambo, departamento del Cauca, se midió en 14 trabajadores la carga mental de trabajo y la capacidad de respuesta fisiológica ante el requerimiento físico de la tala. La carga mental se midió a través del método NASA TLX obteniendo como resultado un nivel de carga media donde la observación y concentración son las funciones cognitivas más demandadas y en la que, los participantes ponen en juego todos sus sentidos para captar el momento, objeto o situación y reconstruyen mentalmente para dar respuesta o solución a las demandas de la tarea, en cuanto a la carga física, se utilizó un cinturón polar, a través del cual se determinó que la frecuencia cardiaca en reposo fue de 40.6 latidos/minuto, la frecuencia cardiaca fue de 106.1 latidos/minuto, se calculó un índice de costo cardiaco relativo (ICCR %) de 46.6, un costo cardiaco absoluto (CCA) de 65 y un índice de penosidad Frimat de 25, todas las medidas fisiológicas ubican la tarea de tala en la categoría de bastante pesado, por lo cual se recomienda realizar pausas de corta duración y con mayor frecuencia para reducir o evitar la fatiga mental y física, estas pausas deberán ser diferentes a las que se realizan durante el tanqueo de la motosierra

Palabras clave: Motosierrista, tala, carga mental, nasa TLX, carga física, frecuencia cardiaca, ICCR.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.	JUSTIFICACIÓN	9
4.	ESTADO DEL ARTE	10
5.	MARCO TEORICO.....	12
5.1.	CARGA DE TRABAJO	12
5.1.1.	CARGA MENTAL DE TRABAJO	13
5.1.2.	Método HTA	13
5.1.3.	Método NASA TLX	17
5.1.4.	CARGA FÍSICA DE TRABAJO	18
5.1.4.1.	Tasa de sudoración	20
5.1.4.2.	Peso y pérdida de peso.....	21
5.1.4.3.	Densidad urinaria	23
5.1.4.4.	Frecuencia cardíaca.....	25
5.1.4.5.	Índice de costo cardiaco relativo	27
5.1.4.6.	Índice de penosidad de Frimat	27
6.	OBJETIVOS	28
6.1.	OBJETIVO GENERAL.....	28
6.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
7.	METODOLOGÍA.....	28
7.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
7.2	ÁREA DE ESTUDIO.....	28
7.3	RECOLECCIÓN DE DATOS Y PARTICIPANTES DEL ESTUDIO DE CASO	29
5.3.1.	Observación directa	29
5.3.2	Documentación	30
7.4	VARIABLES.....	36
7.5	PLAN DE ANÁLISIS	38
7.6.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	39
8.	RESULTADOS	42
8.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TALA	42
8.2.	PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO	48
8.3.	CARGA MENTAL	49
8.4.	CARGA FÍSICA	55
8.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	60
8.5.1.	Prueba chi cuadrado	60
8.5.2.	Análisis univariado	64
8.5.3.	Análisis multivariado.....	64
9.	DISCUSIÓN.....	66
10.	CONCLUSIONES.....	69
11.	RECOMENDACIONES	70
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	70

1. INTRODUCCIÓN

Una interacción equilibrada entre los requerimientos físicos y mentales de la tarea y los mecanismos de respuesta del trabajador conllevan a una relación trabajo /persona optima, sin embargo, la presencia de circunstancias, características o condiciones de trabajo con potencial de generar desequilibrio en esta interacción, puede aumentar la probabilidad de afectar o dañar la salud de los trabajadores.

La cantidad e intensidad de la demanda, así como los mecanismos (mentales y físicos) que el trabajador pone en marcha para atender dichos requerimientos definen el grado de la carga de trabajo. Esto significa que, para una misma tarea, con unas mismas exigencias, y realizada en las mismas condiciones, la carga de trabajo va a ser diferente en función de determinadas características del individuo, características que determinan su capacidad de respuesta.

Dadas estas consideraciones se plantea conocer ¿Cómo se comporta la carga de trabajo en los motosierristas de una empresa forestal de El Tambo, Cauca?

Y para determinar el comportamiento de la carga de trabajo en la tarea de tala, se planteó en primera medida conocer las características sociodemográficas de los motosierristas, luego estimar la carga mental a partir de su propia percepción y finalmente medir la respuesta fisiológica a través de la frecuencia cardíaca.

En cuanto a la carga mental, los motosierristas la califican como una demanda media y declaran sentirse a gusto con la labor que desarrollan, en lo que concierne a la carga física, la frecuencia cardíaca revela que la tarea de tala es una actividad extenuante y que la capacidad de adaptación física de los trabajadores es comparable con la de un atleta de alto rendimiento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector primario de la economía, agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca se caracteriza por centrar su actividad en la utilización de los recursos naturales, por atender las necesidades primarias humanas y abastecer en gran medida los alimentos, así como también se convierte en un campo de generación de trabajo en la zona rural, donde las oportunidades de empleo escasean, donde las condiciones de vida, salud, educación, vivienda y transporte abren las brechas de los determinantes sociales.

En Colombia, la silvicultura (disciplina encargada del establecimiento, mantenimiento y cosecha forestal) se desarrolla de manera sólida e independiente de las ciencias agrícolas y pecuarias desde mediados del siglo XVIII, e inicia como ciencia en la Universidad Nacional sede Medellín en 1914 (1), a partir de ese año se inicia en el territorio nacional un desarrollo mucho más estructurado en cuanto a técnicas y políticas que regulan el manejo del recurso forestal.

Debido a la deforestación indiscriminada en nuestro territorio, así como al aumento de la demanda de productos con características homogéneas, la silvicultura evolucionó desde el manejo empírico pero sostenible que realizaban los indígenas, hasta la silvicultura creada principalmente por los alemanes, quienes influyeron en las escuelas forestales del país y las plantaciones comerciales a mediados del siglo pasado (1).

Los avances técnicos y políticos para la protección y sostenibilidad de los recursos naturales, han sido significativos, sin embargo, el crecimiento del sector se debe dar en sus tres dimensiones, económico, social y político; en ese sentido se hace necesario realzar el aspecto social, y articular el concepto de salud en busca de promover y proteger el bienestar de los actores en torno a la cadena productiva forestal. De acuerdo a la organización internacional del trabajo, en la silvicultura, las condiciones de trabajo suelen caracterizarse por unas tasas de accidentes relativamente elevadas y una marcada incidencia de las enfermedades profesionales (2). La experiencia de varios países y empresas forestales demuestra que con ciertas medidas prácticas es posible mejorar considerablemente el nivel de seguridad y salud en el trabajo (3).

La silvicultura en general y la explotación maderera en particular continúan siendo una de las tres ocupaciones más peligrosas en casi todos los países. Así mismo, el trabajo forestal es afectado por graves problemas de sanidad relacionados con las elevadas cargas de trabajo físico, la exposición a condiciones climáticas extremas, el ruido y las vibraciones (4).

En Colombia, de acuerdo a la federación de aseguradores colombianos, Fasecolda, el subsector de la silvicultura y la explotación de la madera en el 2012, registró una tasa de accidentalidad del 13% y se ubicó en el tercer lugar de mortalidad por accidentes laborales (9,2%), después de la producción de palma y servicios de fumigación y fertilización. La siniestralidad estuvo incluso por encima de actividades como minas y construcción, que

años atrás eran consideradas las actividades de mayor riesgo, no solo por su naturaleza sino por los altos índices de accidentalidad que presentaban (5); a 2017 la silvicultura registró un alza en accidentalidad con 17% sin embargo, en 2019 se evidenció una mejoría significativa, con el reporte de 13 accidentes por cada 100 trabajadores.

En el municipio de El Tambo, departamento del Cauca, para una empresa del sector de la silvicultura, principalmente de la explotación de madera, el cargo de motosierrista es especialmente preocupante por sus índices de accidentalidad y mortalidad, en ésta, la tala se realiza de manera manual-motorizada, donde el operario diariamente realiza una planeación preliminar, verifica o evalúa el tiempo climático especialmente el viento, comprueba a través de la observación las condiciones naturales de cada árbol, tal como la inclinación, crecimiento de ramas o patrón de tumba, realiza la poda del fuste, la tala propiamente, desrame y trozado de árboles de pino y eucalipto, el mantenimiento de las máquinas y herramientas a su cargo, así como la aplicación de criterios de seguridad para personas, equipos y ambiente.

Como factores protectores y organizativos, la empresa ha hecho gestión del trabajo, a través de la determinación de procesos para la selección del personal, con sus pertinentes contratos y especificaciones acerca de sus derechos, deberes y funciones; hace inducción y establece procedimientos y procesos de identificación de peligros y valoración de riesgos con sus respectivos controles; así mismo hace actividades de supervisión y gestión de alerta, ha definido medidas de seguridad, equipos y elementos de protección personal; lo anterior con el fin de prevenir, controlar o impedir el desencadenamiento de accidentes laborales, no obstante estos prevalecen. Al hacer la investigación se evidencia que el 50% de las lesiones corresponden a fracturas de cabeza, antebrazo o mano y el principal agente de la lesión son partes de los árboles (ramas o copa).

En 2017 la empresa registró una tasa de accidentalidad de 1.6%, del cual el 75% correspondió a fractura, al año siguiente (2018) se evidenció un incremento a 2.4%, en el año 2019 subió en un 2.5% con el agravante de un accidente mortal; dada esta accidentalidad se hace imperante un estudio investigativo que describa el proceso de tala y permita evidenciar la carga de trabajo para buscar una explicación a estas tasas.

Sin desconocer que hay precursores que facilitan el desencadenamiento de accidentes graves y mortales, se plantea comprender el proceso de tala y la carga de trabajo como un factor organizativo y explicativo de la fatiga psico-física que pudiese desencadenar a corto plazo en accidentes o a largo plazo en enfermedades.

Para ello se propone conocer ¿Cómo se comporta la carga de trabajo en los motosierristas de una empresa forestal de El Tambo, Cauca?

3. JUSTIFICACIÓN

La carga de trabajo se considera un factor de riesgo, cuando las exigencias físicas y/o mentales son excesivas o escasas; una consecuencia o efecto de una configuración de trabajo inapropiada, se manifiesta directamente en el trabajador a través de la fatiga física o mental.

A nivel mental, la fatiga, conlleva al deterioro cognitivo del trabajador, las funciones mentales normales (memoria, atención, lenguaje y percepción) tienden a verse reducidas, en consecuencia, se evidencia una reducción en su capacidad de rendimiento, de concentración, en la capacidad de tomar decisiones e incluso pudiesen aparecer cuadros de ansiedad, depresión, trastornos sexuales o de sueño, así mismo puede llevar al deterioro de sus relaciones personales. El conjunto de las afectaciones mentales acarrea también consecuencias físicas, como alteraciones cardiovasculares, dermatológicas y/o digestivas.

Los efectos mentales y físicos de una inapropiada carga de trabajo, repercute negativamente, de manera social y económica, sobre la empresa, la productividad tiende a reducir y el ausentismo, la apatía, el incumplimiento de funciones y la rotación de personal tienden a aumentar.

Con los resultados de la investigación se busca aportar a la mejoría de las condiciones de salud de los motosierristas asociados a la empresa objeto de estudio, así como a la gestión del riesgo como un concepto holístico, determinante en la salud de los trabajadores.

Se proyecta contribuir al estado del arte de la silvicultura relacionada con la salud laboral en el país, delimitar el perfil de riesgo laboral en operadores de motosierra y acogerse al llamado del Ministerio de trabajo y el Instituto Nacional de Salud, quienes priorizaron líneas de investigación en salud laboral para población de alto impacto, en la que se encuentra el sector de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

Por otro lado, segunda encuesta nacional de seguridad y salud en el trabajo (6) hace hincapié en la necesidad de atender y mejorar, salud de los trabajadores del sector primario, pues a lo largo de todo el reporte el sector se caracteriza por su ineficiente gestión en lo que a salud ocupacional concierne. Este proyecto se enmarca también, en el plan nacional de seguridad y salud en el trabajo 2013 – 2021, en el que se plantea en uno de sus objetivos controlar la frecuencia y severidad de accidentes de trabajo y enfermedades laborales, así como también se articula con el plan decenal de salud pública 2012 – 2021, el cual plantea en una sus dimensiones prioritarias la protección de la salud en los trabajadores.

Por otra parte, la silvicultura ocupa un lugar privilegiado y a su vez gran responsabilidad y con desafíos complejos en la meta de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, en la agenda 2030; los tres elementos estructurales (Personas, medio ambiente y prosperidad) de este acuerdo internacional sin precedentes, convergen en la silvicultura (7).

4. ESTADO DEL ARTE

Un estudio realizado en Polonia por Grzywiński W, 2017 (8), acerca de la influencia de la postura corporal durante la tala de árboles en la carga fisiológica de un operador de motosierra, afirma que mantener determinadas posturas corporales durante el trabajo está relacionado con la actividad muscular. Cuanto más forzada la postura, cuanto mayor será el número de músculos que participan activamente en mantener y estabilizar la postura de trabajo. Durante la tala, la mayor parte de las posturas de trabajo incómodas (forzadas) se producen en la tala de árboles con motosierra. Se estudió un grupo de 10 taladores experimentados de $47,5 \pm 7,3$ (37 - 59 años). La frecuencia cardíaca (HR) fue medida durante la simulación de la actividad de tala en 4 posturas de trabajo: espalda doblada hacia adelante con las piernas rectas (agacharse), espalda doblado hacia adelante con las piernas dobladas (flexed-stoop), en cuclillas y arrodillado en una rodilla (media rodilla).

El valor más bajo de HR se observó para la postura en cuclillas - 114.1 bpm, luego para arrodillarse en una rodilla - 116.3 bpm. El valor de RH durante la tala en postura de pie con las piernas rectas ascendió a 121,5 ppm y para estar de pie con las piernas dobladas a 125,3 ppm. Para todas las diferencias en los valores medios de HR fueron estadísticamente significativas en $p < 0,01$. En conclusión: una postura de trabajo durante la tala de árboles con motosierra influye en el nivel de carga de trabajo fisiológico de un operador, las posturas corporales de pie, dobladas hacia adelante, causan una mayor respuesta cardíaca que la postura en cuclillas y a medio arrodillarse.

En Rusia, 2010 (9), se evaluaron y compararon 14 sistemas de extracción de madera actualmente aplicables desde el punto de vista ergonómico. Para ello, se desarrolló el método de investigación, basado en la regla de Hodgese Lehmann y en la tasa de trabajo integrado de una sola máquina, para la evaluación ergonómica de los sistemas de aprovechamiento de la longitud de corte, de la longitud de los árboles y del árbol completo. En total, se midieron y estimaron alrededor de 130 parámetros diferentes de 36 unidades de equipo que repercuten en la ergonomía y las condiciones de trabajo, en entrevistas realizadas directamente en los lugares de trabajo de explotación forestal en 15 empresas madereras de la República de Carelia, en el noroeste de Rusia. Luego se compararon los resultados con las normas vigentes y se determinó el grado de cumplimiento de los valores estipulados. Se combinaron las estimaciones obtenidas para el grado de cumplimiento, lo que permitió una comparación directa de la carga de trabajo de los trabajadores de la explotación forestal, como los operarios, los leñadores y los aserradores. En muchos aspectos, la norma ergonómica actual, es estándar, excepto para los operarios de tractores de cable, motosierras y estranguladores. Se consideró que la visibilidad y las posturas de trabajo eran las características más importantes que influían en el rendimiento del operador.

Todavía existen problemas, a pesar del amplio desarrollo de las cabinas. Las mejores condiciones de trabajo en términos de sistemas de cosecha, fueron proporcionadas por el "cosechador o transportador" en la cosecha de corte a medida, y el "feller buncher + skidder

de agarre" en la cosecha de árboles enteros. La cosecha motorizada y manual de árboles realizada con patines de cable mostraron los peores resultados en términos de ergonomía. La cosecha motorizada y manual de árboles realizadas con patines de cable mostraron los peores resultados en términos de ergonomía.

En Turquía, 2010 (10) un estudio examinó la tensión física experimentada por el operador de la motosierra y la aplicabilidad de los índices de frecuencia cardíaca para medir la tensión física en las operaciones de tala de bosques en la región nororiental de Turquía. Se registró la frecuencia cardíaca de diez operarios de motosierras de forma continua a lo largo de la jornada laboral y aplicado a los índices de frecuencia cardíaca. El promedio de la frecuencia cardíaca de trabajo fue de 122,8 latidos por minuto (bt. min-1), mientras que el corazón en reposo, antes del trabajo fue de 70,5 latidos por minuto (bt. min-1). El promedio del rango de la tasa de carga de trabajo físico (%HRR) rango de tasa fue 44,79, mientras que la relación entre la frecuencia cardíaca de trabajo y la frecuencia cardíaca en reposo fue de 1,74. La proporción media de la frecuencia cardíaca de trabajo al nivel del 50% fue de 0,97.

Los trabajadores tenían una media estimada de capacidad aeróbica máxima (VO₂ máx.) de 43,34 mililitros por kilogramo y minuto (ml kg⁻¹ min⁻¹). Todas las medidas fisiológicas colocaron la tarea de operaciones de motosierra en las categorías de trabajo pesado. La producción media por hora disminuyó del 8,5 m³ por la mañana a 7 m³ por la tarde. La fase de corte-caída representó el 30% de los peligros, el 70% restante se producía durante la limpieza de las ramas. Este estudio también muestra que los índices de frecuencia cardíaca pueden utilizarse como un medio eficaz para determinar la tensión fisiológica de los sujetos en el campo aplicado. Los trabajadores alcanzarían un rendimiento físico y mental óptimo, si se les proporcionara un líquido y un alimento adecuados a lo largo del día.

En Chile, 2016 una investigación acerca de la influencia de fatiga laboral, riesgos psicosociales y conflicto trabajo-familia en la accidentabilidad de trabajadores forestales (11), determinó que los turnos son un factor que afecta la vida familiar, debido a que no permiten coincidir las rutinas normales del trabajo con las que son relevantes en la familia. Poder equilibrar el trabajo con la familia se vuelve una disputa constante, debido a que se debe satisfacer las demandas, tanto del área laboral como familiar, lo que conduce frecuentemente a la fatiga y al agotamiento de los sujetos. La fatiga es un fenómeno común en los ambientes de trabajo donde se requiere una alta carga de esfuerzo físico y mental, los cuales, al incrementar sus niveles, podrían aumentar las probabilidades de errores y accidentes de trabajo. Se realizó un estudio en una empresa forestal, con el objetivo de determinar la influencia de los niveles de fatiga, riesgos psicosociales y conflicto trabajo-familia en la accidentabilidad de trabajadores forestales. La muestra estuvo compuesta por 26 trabajadores que pernoctan en pensión y 23 trabajadores que retornan a su hogar. Los resultados de los niveles de fatiga determinaron que ambos trabajadores presentan un nivel de fatiga moderada. Respecto a la evaluación de riesgos psicosociales, tanto los trabajadores que pernoctan en pensión como los que retornan a su hogar se encuentran sin riesgo. Los trabajadores que pernoctan en pensión presentan un nivel de conflicto

trabajo-familia alto, mientras que los trabajadores que retornan a su hogar presentan un nivel moderado. El análisis estadístico determinó correlación significativa entre accidentabilidad, exigencias psicológicas y trabajo activo. No se encontró relación entre fatiga laboral, conflicto trabajo-familia y las variables sociodemográficas.

5. MARCO TEORICO

5.1. CARGA DE TRABAJO

En la realidad laboral no se vá a encontrar trabajos puramente físicos ni trabajos puramente mentales, sino que en cualquier tipo de actividad van a estar presentes ambos aspectos. Sin embargo, desde un punto de vista teórico, sí se va a diferenciar el trabajo físico del trabajo mental, según el tipo de actividad que predomine. Es decir, cuando la actividad desarrollada sea predominantemente física, se hablará de trabajo físico o muscular, y por lo tanto, de “Carga Física de Trabajo”, y cuando, por el contrario, la actividad implique un mayor esfuerzo intelectual, se hablará de trabajo mental, y en consecuencia, de “Carga Mental de Trabajo” (12)

La carga de trabajo, tanto física como mental, podría ser considerada como un peligro o factor de riesgo presente en todas las actividades laborales y en cualquier tipo de empresa. Esta carga viene determinada por la interacción o relación que se establece entre:

- Las exigencias del trabajo (que incluyen las exigencias de la tarea y las condiciones en que se realiza), por un lado, y
- Las características del individuo que realiza la tarea, por otro. Estas características son las que determinan el grado de movilización de las facultades psicofísicas del trabajador y el esfuerzo que debe realizar para llevar a cabo la tarea.

Esto significa que, para una misma tarea, con unas mismas exigencias, y realizada en las mismas condiciones, la carga de trabajo va a ser diferente en función de las características del individuo, las cuales determinan su capacidad de respuesta.

Cuando las exigencias del trabajo no se adecuan a las capacidades del trabajador, es decir, cuando existe una incapacidad o al menos una dificultad del trabajador para, en un momento dado, dar respuesta a la tarea que tiene encomendada, se hablará de carga de trabajo inadecuada.

Las exigencias del trabajo vienen determinadas, fundamentalmente, por las exigencias de la tarea a realizar, es decir, por el contenido del trabajo o de la tarea, que a su vez depende de la información que debe tratarse o manejarse en el puesto de trabajo, es decir, de la información que el individuo recibe en su puesto de trabajo y a la que debe dar respuesta. Pero, además, las exigencias del trabajo están influenciadas por las condiciones en las que

se realiza la tarea, es decir, por factores del entorno de trabajo, como los factores del ambiente físico, los factores psicosociales y de organización del trabajo, y los factores relacionados con el diseño del puesto.

5.1.1. CARGA MENTAL DE TRABAJO

Se define como el conjunto de requerimientos mentales, cognitivos o intelectuales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral, es decir, nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual necesario para desarrollar el trabajo. INSST, 2000.

Para conocer los requerimientos mentales, se hace necesario reconocer las exigencias de la tarea y las condiciones en que se realiza, es por ello que se determinó hacer uso del método HTA:

5.1.2. Método HTA

Hierarchical task analysis (HTA), es un método cognitivo conductual con el cual se analiza no acciones per se, sino objetivos y operaciones y los medios para alcanzar objetivos (13). Las tareas complejas se descomponen en una jerarquía de operaciones y suboperaciones con el objetivo de identificar aquellas que probablemente fracasen debido a un diseño deficiente o falta de experiencia y, por lo tanto, proponer soluciones que podrían implicar rediseñar la tarea o proporcionar capacitación especial. El método se desarrolla en siete pasos:

Paso 1: Decidir sobre el propósito del análisis

HTA no es simplemente un registro de cómo se realiza normalmente una tarea; más bien también es un medio para identificar las fuentes de fallas de desempeño reales o potenciales y proponer soluciones (ver paso 7). Estos pueden ser en forma de rediseño del equipo, cambiando la forma en que se lleva a cabo la tarea u optimizando el uso del personal o el contenido o estilo de capacitación. Por lo tanto, el resultado de una HTA es un informe que aborda la pregunta original, como un diseño de equipo modificado o un procedimiento operativo, un programa de capacitación o medio de capacitación recomendado, una evaluación de riesgos / peligros, etc.

Paso 2: Determinar los objetivos de la tarea y los criterios de rendimiento

Los "propietarios" de la tarea y las partes interesadas, como diseñadores, gerentes, supervisores, instructores y operadores, deben acordar los objetivos, los valores organizacionales y los resultados deseados. Lo más importante es que deben acordar criterios de desempeño objetivos. Este paso puede requerir un interrogatorio cercano e incluso una negociación entre las partes interesadas, ya que las personas a veces pueden

no estar claras acerca de sus objetivos y valores y costos aceptables, o incluso resistir el impulso de decir lo que realmente quieren.

Paso 3: Identificar las fuentes de información de la tarea.

Es deseable utilizar tantas fuentes como sea posible. Estos incluyen documentación, como dibujos y manuales para procedimientos de mantenimiento y operación; opinión experta de diseñadores, gerentes, instructores y operadores; y registros del rendimiento de la planta o del operador, incluidos los datos de accidentes y mantenimiento. La observación directa a menudo es útil para la orientación inicial y para verificar la opinión, pero cuanto más variada es la tarea y mayor es la participación de los procesos cognitivos (en oposición a la actividad física), menos útil es como fuente principal de datos.

Paso 4: Adquirir datos y borrador de la tabla / diagrama de descomposición

Se inicia con los objetivos de nivel superior, preguntando a su vez cómo se alcanza cada meta. También es importante preguntar no solo qué debería suceder, sino también qué podría suceder y, especialmente, qué puede salir mal y cuáles serían las consecuencias de no lograr ningún objetivo o meta. La tabla y el diagrama de descomposición debe revelar la estructura general de la tarea, incluidos los planes significativos, como procedimientos largos, reglas de decisión crítica, tareas duales, etc. Todas las operaciones en el mismo nivel de análisis deben ser (a) mutuamente excluyentes y (b) explicar completamente la operación superior de la cual derivan.

Paso 5: Volver a verificar la validez de su descomposición con las partes interesadas

Raramente es fácil extraer información inequívoca, y las partes interesadas deben asegurarse de que el análisis sea coherente con los hechos, las limitaciones y los valores asociados con la tarea y su contexto. Puede ser necesario volver a visitar el análisis, o partes de él, en varias ocasiones para resolver ambigüedades. Es particularmente importante establecer criterios objetivos de desempeño asociados con metas de alto nivel y suboperaciones críticas, ya que este es el único medio por el cual el análisis puede ser validado por la evidencia de problemas identificados y resueltos.

Paso 6: Identificar operaciones significativas a la luz del propósito del análisis

Para detener el análisis se determina hacerlo a través de la probabilidad de fallo (P) multiplicada por (x) el costo de la falla (C) a un nivel aceptable, conocido como la regla $P \times C$. Si su resultado es aceptable, entonces se debe detener el análisis de la tarea; si $P \times C$ es inaceptable, entonces el análisis debe continuar.

No es necesario volver a describir cada subobjetivo hasta el nivel más básico, elemental, si el fracaso en la realización de ese subobjetivo no tiene consecuencias. Piso (1981) señala que el criterio de $P \times C$ es complicado y lleva mucho tiempo. Su propuesta de solución a

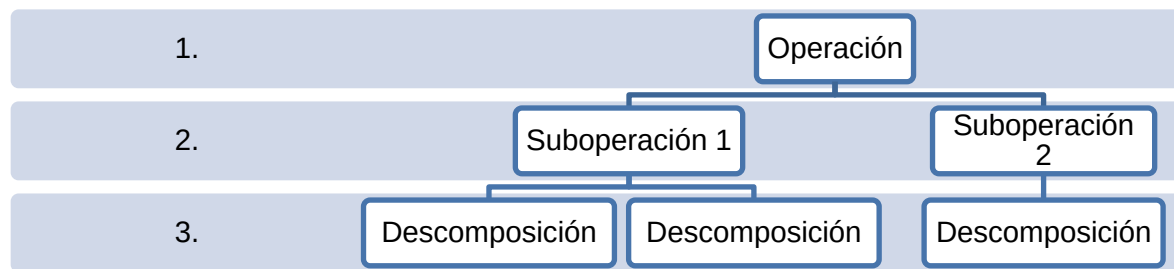
este problema es continuar el análisis hasta que la submeta esté clara tanto para el analista como para el/los experto/s en la materia.

Paso 7: Generar y probar soluciones hipotéticas para el rendimiento. Problemas identificados en el análisis.

Una vez identificadas las fuentes probables de desempeño insatisfactorio, se presentan soluciones plausibles, basadas en la teoría actual y las mejores prácticas. Estos pueden estar relacionados con el diseño de la tarea y el equipo, el uso del personal, los procedimientos o la capacitación, y otras formas de apoyo, según el propósito del análisis establecido en el paso 1.

Por lo general, el tipo de solución, por ejemplo, para modificar el diseño del equipo o para construir un programa de capacitación, está predeterminado, pero el analista no debe abstenerse de llamar la atención sobre soluciones alternativas donde estas puedan ofrecer ventajas.

Gráfico 1: Análisis jerárquico de tareas HTA



Medidas de carga mental

Las medidas de carga mental se concentran en 5 grupos, las medidas de rendimiento, las técnicas psicofisiológicas, las medidas analíticas y las técnicas subjetivas, entre las medidas de rendimiento y las técnicas subjetivas, emergen las medidas de exigencia (14).

Medidas	Salida
Medidas de rendimiento	Evaluación de parte del sistema de ejecución
Técnicas psicofisiológicas	Registran el cambio físico en el cuerpo respecto a la demanda
Medidas analíticas	Tentativa de modelación de la carga
Técnicas subjetivas	Nivel de carga percibido por el trabajador
Medidas de exigencia	Basándose en el análisis de la tarea, da una evaluación de las condiciones de trabajo

Es habitual que las personas emitan juicios de valor sobre la dificultad que entraña la realización de alguna tarea, aunque estas impresiones no suelen cuantificarse o no llegan a verbalizarse (15).

Los métodos subjetivos requieren que los propios interesados califiquen el nivel de esfuerzo necesario para la realización de una tarea y reflejan, por tanto, la opinión directa acerca del esfuerzo mental exigido en el contexto del entorno del puesto y de la experiencia y las capacidades del operador. En comparación con otros métodos la evaluación subjetiva supone, pues, la única fuente de información del impacto de las tareas sobre las personas.

Son de amplia aplicación para la evaluación de la carga de trabajo debido a su facilidad de uso, su validez (contrastada por correlación con criterios de conducta) y su aceptación por parte de los interesados. Además, ofrecen la ventaja frente a los métodos de valoración psicofisiológica de no ser intrusivos ya que suelen aplicarse una vez se ha realizado la tarea. Por estos motivos son los más utilizados para la medición de la carga en situaciones reales de trabajo, mientras que las medidas de tipo psicológico o fisiológico son aplicadas en situación de laboratorio.

Dentro de las técnicas subjetivas, de medición de carga mental, se diferencian 4 tipos: FPSICO, ISTAS 21, NASA TLX Y SWAT.

Stanton N. (13), considera la técnica FPSICO, como una escala unidimensional, que considera la influencia, de la frecuencia y las consecuencias de los errores como aspectos que incrementan el nivel de atención; le da relevancia al contenido del trabajo es decir a la precisión, concentración y memoria que requiere la tarea y no a la carga mental, por tanto, es una técnica que se descarta.

En cuanto a ISTAS 21, evalúa la consecuencia o daño de las dimensiones psicosociales lo que permite un análisis de causa – efecto, sin embargo no es un instrumento específico de carga mental, de las 21 dimensiones propuestas, 3 son directamente relacionadas con la carga mental: exigencias psicológicas cuantitativas, en la cual se plantean 4 preguntas y dos son iguales; exigencias psicológicas sensoriales y exigencias psicológicas cognitivas, la cual considera como carga mental, solo, si la organización no facilita los recursos necesarios. Al no cumplir con los requerimientos del proyecto, se descarte dicha técnica.

Por otra parte, SWAT Y NASA TLX, son métodos multidimensionales y son específicos para evaluar la carga mental, la idoneidad del método «NASA Task Load Index» (TLX), ha sido comprobada por numerosas investigaciones, produciendo resultados más precisos que el SWAT, esto, unido a su facilidad de uso, hace que sea actualmente el instrumento de evaluación de carga mental más ampliamente utilizado y uno de los métodos más citados en la bibliografía especializada (Hancock,P.A. y Meshkati; Salvendy G., Wierwille,W.W.), así como en el borrador de la tercera parte de la norma ISO 10075 sobre evaluación de la carga mental. Este método permite la valoración de la tarea desde una perspectiva multidimensional por lo que se ha demostrado útil por su capacidad de diagnóstico en cuanto a las posibles fuentes de carga.

5.1.3. Método NASA TLX

El método NASA Task Load Index es un procedimiento de valoración multidimensional que da una puntuación global de carga de trabajo, basada en una media ponderada de las puntuaciones en seis subescalas, cuyo contenido es el resultado de la investigación dirigida a aislar de forma empírica y a definir los factores que son de relevancia en la experiencia subjetiva de carga de trabajo.

El concepto de carga de trabajo no puede definirse sólo en términos de exigencias de la tarea, sino que es el producto de una combinación de factores entre los que cobra especial importancia la apreciación subjetiva de carga. Uno de los problemas que puede aparecer es que las personas pueden tener distintos conceptos de carga: unas pueden achacarla al ritmo, otras a la cantidad o a la complejidad, etc. El método de la NASA, partiendo de estos criterios, establece en primer lugar la necesidad de definir las fuentes de carga y en segundo lugar establece la valoración de los mismos. El objetivo que se perseguía en su diseño era conseguir una escala sensible a las variaciones dentro y entre tareas, con capacidad de diagnóstico sobre las fuentes de carga y relativamente insensible a las variaciones interpersonales.

Se parte del supuesto, que la carga de trabajo es un concepto hipotético que representa el coste que supone para el componente humano el conseguir un determinado nivel de rendimiento. La definición de carga se centra más en el ser humano que en la tarea. La experiencia subjetiva de carga resume las influencias de diversos factores además de las demandas objetivas impuestas por la tarea. Así pues, la carga no es una característica inherente a la tarea, sino que es el resultado de la interacción entre los requerimientos de la tarea; las circunstancias bajo la que se desarrolla y las capacidades, conductas y percepciones del trabajador. Sin embargo, a pesar de la diversidad de opiniones sobre el concepto y la naturaleza de la carga, es una entidad valorable.

Las exigencias de la tarea (objetivos, duración, estructura, recursos) conforman la carga de trabajo impuesta. Ésta puede verse modificada, en mayor o menor medida, por una serie de variables incidentales, por ejemplo, cambios el entorno; fallos del sistema; errores.

Por su parte la respuesta del operador está sujeta no sólo a estas exigencias impuestas sino también a las propias percepciones y expectativas sobre su conducta. Para dar respuesta a lo que se espera de ella, la persona ha de realizar un esfuerzo tanto físico como mental. El feed-back sobre los resultados obtenidos permite a la persona adoptar diferentes estrategias o realizar el esfuerzo necesario para corregir los propios errores.

Anteriores versiones del método consideraban nueve subescalas pero, en sucesivas revisiones y mejoras, quedó finalmente en seis que se refieren a: exigencias mentales (actividad mental y perceptiva); exigencias físicas (grado de esfuerzo físico); exigencias temporales (sensación de presión temporal); rendimiento (grado de cumplimiento de los

objetivos); esfuerzo (cantidad de esfuerzo físico y mental) y nivel de frustración (sensación de presión, desánimo, inseguridad ... durante la realización de la tarea).

De estas variables tres se refieren a las demandas impuestas a la persona (demandas mentales, físicas y temporales) y las otras tres se refieren a la interacción de la persona con la tarea (esfuerzo, frustración y rendimiento o "Performance").

5.1.4. CARGA FÍSICA DE TRABAJO

El cuerpo humano es requerido continuamente a realizar un trabajo físico, tanto en el entorno laboral como en el extra laboral. Básicamente, tres son los tipos de demandas que nos podemos encontrar:

- Mover el cuerpo o alguna de sus partes (andar, correr, etc.)
- Transportar o mover otros objetos (acarrearlos, levantarlos, darles la vuelta, alcanzarlos)
- Mantener la postura del cuerpo (tronco hacia delante, tronco girado, brazos elevados)

Para responder a estas demandas, el cuerpo pone en marcha complejos mecanismos que finalizan en la contracción muscular, la cual permite que realicemos la actividad o ejercicio demandados. Estos mecanismos tienen lugar en muy diversos órganos: sistema nervioso, pulmones, corazón, vasos sanguíneos y en los músculos.

A la respuesta que se produce en el organismo la denominamos carga física de trabajo y depende de la capacidad física de cada persona. Por ello, aunque las demandas sean idénticas, la carga física derivada puede ser distinta en cada persona, aspecto que debe tenerse muy presente al planificar la evaluación de riesgos (16).

Determinadas demandas físicas, como andar o correr, obligan a que el músculo se contraiga (acorte) y estire (alargue) rítmicamente. A este tipo de contracción muscular se la denomina isotónica. El trabajo o ejercicio realizado recibe el nombre de dinámico.

En otras ocasiones, el músculo debe contraerse y mantener la contracción durante un tiempo variable. Es lo que ocurre cuando mantenemos una fuerza (sosteniendo un peso, por ejemplo) o una postura determinada. A este tipo de contracción se la denomina isométrica y al trabajo o ejercicio derivado, estático (16).

De acuerdo al tipo de contracción muscular hay métodos o instrumentos para medir la carga física de trabajo:

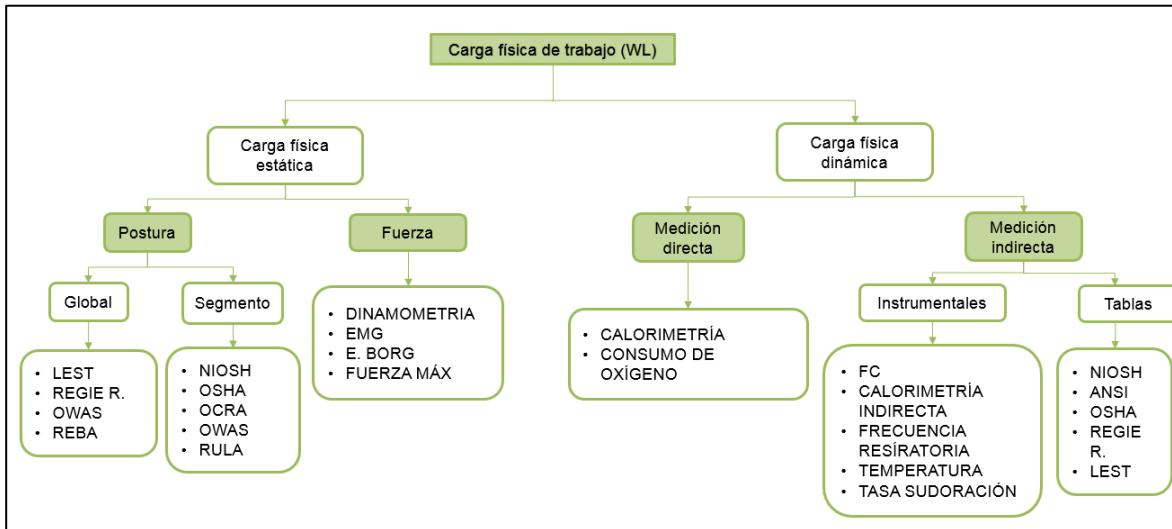


Ilustración 1. Tomado de la presentación: carga física del trabajo del Dr Juan Carlos Velásquez Valencia

La carga física estática puede ser medida a través de la postura, la cual puede hacerse con cuerpo completo o por segmentos, es decir, miembros superiores / inferiores, para ello existen métodos tales como LEST, REGIE R., OWAS, REBA, NIOSH, OSHA, OCRA, OWAS o RULA.

Así mismo hay métodos como la dinamometría, la fuerza máxima, EMG o E. BORG los cuales permiten medir la carga física de trabajo a través de la fuerza.

Por otra parte, la carga física dinámica, tiene métodos de medición directos o indirectos, dentro del primer grupo se encuentran la calorimetría y el consumo de oxígeno, mientras que los métodos indirectos podrán ser medidos a través de instrumentos o tablas.

Los instrumentos son una medida bastante confiable para la medición de carga física de trabajo, se disponemos de dos instrumentos bien diferenciados para monitorizar la frecuencia cardíaca:

- El pulsómetro o cardiofrecuencímetro.
- El «Holter» que consiste en la grabación de forma continuada y ambulatoriamente de la actividad cardíaca mediante una «grabadora» de bajo peso conectada a unos electrodos que se colocan en el tórax del explorado. Las señales emitidas por el corazón son registradas sobre una banda magnética que posteriormente será desmenuzada por un analizador.

Para el presente estudio, el instrumento seleccionado para monitorear la frecuencia cardíaca es el pulsómetro.

Las ventajas de la frecuencia cardíaca frente al consumo de oxígeno en la valoración "in situ" de la carga física se debe principalmente a:

La aceptación del método por parte del trabajador: el medidor de consumo de oxígeno requiere de la utilización de una mascarilla y de una conexión engorrosa con el medidor, lo que lo hace poco atractivo para el trabajador. No siendo así el pulsómetro que se llevan de forma más disimulada y menos aparatosa.

La no interferencia con las tareas habituales: cuando la persona está unida a un aparato sus movimientos pueden verse modificados por el mero hecho de llevarlo, lo que implicaría cambios en los hábitos de trabajo, mayor esfuerzo por el peso del aparato y posturas inadecuadas. Cuestiones estas que son mucho más flagrantes con el pulsómetro.

La validez aceptable del test escogido en relación a su reproducibilidad, especificidad y sensibilidad. La frecuencia cardiaca es un método que nos permite estudiar las reacciones derivadas (17):

5.1.4.1. Tasa de sudoración

En actividades laborales con cargas de trabajo pesadas o intensas y ambientes calurosos, la pérdida de agua está aumentada por la evaporación y puede incrementarse por la dificultad en su reposición durante el desarrollo del trabajo, como ocurre con algunas actividades agrícolas, industriales y la minería. (18)

Cuando la temperatura corporal alcanza un cierto nivel, se suda; al evaporarse el sudor, se enfría la piel, creándose un gradiente de temperatura, donde el interior del cuerpo está más caliente en relación con la piel, el efecto es que se transporte calor de un sitio de temperatura mayor, los órganos internos, hacia un lugar de temperatura menor, la piel, resultando una disminución efectiva de la temperatura interna del cuerpo. Se pierde aproximadamente 1 kcal por cada 1.7 ml de sudor. Infortunadamente, incluso en los casos de máxima eficacia, el sudor solo puede eliminar entre 400-500 Kcal /h.

El sudor es una solución débil de Cloruro de sodio (NaCl) y agua, que contiene adicionalmente pequeñas cantidades de potasio, urea, trazas de otros electrolitos y ácido láctico. Tiene un peso específico de 1,002 y un pH que oscila entre 4.2 y 7.5 La concentración de NaCl oscila entre 50 y 100 mEq/l.

Así, cuando la temperatura ambiental excede a la corporal, el calor se pierde solo por la evaporación asociada al sudor. El principal mecanismo para disipar el calor es aumentar la tasa de sudoración. Su mantenimiento requiere la reposición de las pérdidas de líquidos y de iones de Cl^- y Na^+ . De lo contrario, no sería posible mantener la producción de sudor en forma indefinida.

Si el trabajo físico se mantiene por un tiempo prolongado, pueden aparecer síntomas como sudoración abundante, aumento de la temperatura corporal, aumento de la frecuencia cardiaca al mismo tiempo se producirá vasodilatación cutánea, disminución del flujo renal y

de la hormona antidiurética (ADH) (19). Este fenómeno se conoce como Fatiga por sudor, es uno de los tres síndromes relacionados con el calor; los calambres por calor son el más leve y la insolación, el más grave.

En un ambiente caliente, el calor se gana por el metabolismo, radiación, convección y conducción y solo podrá perderse a través de la evaporación. Con temperaturas corporales superiores a los 33.5°C se pierde calor corporal por evaporación, por la perspiración insensible y a través del sudor; éste último mecanismo no se pone en marcha hasta que no se hace necesario enfriar la temperatura corporal.

Después de haber perdido 1 ó 2 litros por sudor, aumenta la concentración plasmática de sodio (Na^+) y su osmolaridad, apareciendo el reflejo de la sed, aunque a partir de esa cantidad la producción de sudor descienda. Cuando hay sudoración, la ingesta de sal, es tan importante como la de agua, ya que, con índices elevados y constantes de sudoración, pueden perderse diariamente hasta 20g de Na^+ que deben ser sustituidos.

La producción de sudor es distinta según las diferentes áreas del cuerpo, así, la secreción sudoral del tronco es el 50% de la total, el 25% corresponde a la de los miembros superiores, cabeza y cuello y el 25% restante a los inferiores. La capacidad de sudoración puede verse retrasada si no se ingiere glucosa ya que su ingesta está relacionada con la producción de sudor (por transporte activo). Así pues, debe tenerse en cuenta, que, en ambientes cálidos, el no dar azúcar, podría retrasar o afectar este mecanismo de termorregulación.

Cuando se necesita eliminar calor desde el interior del cuerpo, se produce por un incremento del flujo sanguíneo y aumento de la superficie de los vasos. La vasodilatación cutánea es responsable de una hipovolemia relativa, por redistribución del flujo, lo que originaría taquicardia. Si hubiera una excesiva producción de sudor sin aporte hídrico, la hipovolemia sería real, resultando también un aumento de la frecuencia cardíaca como primer mecanismo de adaptación al calor. Cuando se produce deshidratación, la frecuencia cardíaca permanece aumentada así se hayan repuesto las pérdidas hídricas.

La tasa de sudoración se calcula pesando a la persona desnuda o vestida con ropa seca, antes y después de la tarea, y pesando los alimentos y líquidos ingeridos y las heces y orina excretadas durante el periodo de observación.

5.1.4.2. Peso y pérdida de peso

El agua es la sustancia más abundante en el cuerpo humano, compone aproximadamente entre un 50-60% del peso total del cuerpo y tiene gran importancia en el mantenimiento de la vida. Los cambios agudos en el peso corporal durante el ejercicio normalmente ocurren, principalmente, por la pérdida de agua en forma de sudor. Esas pérdidas deben ser lo más prontamente restituidas para que no resulten en efectos negativos en el rendimiento físico,

tampoco en la salud. Desde por lo menos cinco décadas de investigaciones en el área de la deshidratación, se ha demostrado que la deshidratación durante el ejercicio altera las funciones de los sistemas cardiovascular, termorregulador, metabólico y endocrino. El deterioro de estos sistemas debido a la deshidratación, puede acelerar la aparición de la fatiga en ejercicios aeróbicos de larga duración (20).

Durante la actividad intensa, especialmente en climas cálidos, la pérdida de agua puede llegar a cifras muy altas (hasta el 8% del peso corporal al iniciar el trabajo). Esto trae como resultado un deterioro en el rendimiento que se manifiesta por la elevación de la temperatura rectal y de la frecuencia del pulso (indicadora de los esfuerzos adicionales de los mecanismos de regulación térmica y cardiovascular requeridos durante el ejercicio) y el agotamiento precoz.

Durante el ejercicio prolongado en tiempo caluroso el trabajador debe beber agua con la suficiente frecuencia y cantidad necesaria para reponer líquido corporal que se pierde con el sudor, pero el cuerpo no retiene el agua, si ésta no se acompaña de electrolitos (el consumo de agua conduce a una pérdida similar por orina). Si el peso disminuye más del 3% durante el trabajo, hay que aumentar el consumo de sal (electrolitos) (18).

En el siguiente cuadro se describe, el efecto de la pérdida de agua corporal en el rendimiento físico de una persona (21).

Porcentaje de pérdida de peso corporal	Efecto en el individuo
2%	Disminuye el rendimiento y produce sed
4%	Disminuye el rendimiento y además la fuerza
6%	Siente mucha sed, debilidad, irritabilidad y agotamiento
>6%	Se acentúan los síntomas, suele sentirse mareo, aparecen alteraciones psíquicas y se manifiesta una deficiente coordinación motriz.
>10%	Se entra en el límite de peligro mortal

Sin embargo, basta con que se pierda el 1% del peso corporal, para notar una disminución en la capacidad de rendimiento, de resistencia, siempre que la pérdida tenga lugar con rapidez, comprometiéndose también las funciones cognitivas, como discriminación perceptiva y tiempo de reacción.

El agua corporal total (ACT) está determinada por el equilibrio entre el ingreso de agua (incluyendo la contenida en los alimentos y la producida durante el metabolismo) y la pérdida hídrica con la orina, heces, sudor y aire espirado. El equilibrio se mantiene con ajustes adecuados entre esos distintos factores cuando hay modificaciones, por ej., si se pierde excesiva cantidad de agua con la sudoración, disminuye la excreción urinaria; y si ingresa agua en exceso, por la misma vía se incrementa la excreción.

Los tres factores de regulación más importantes en el mantenimiento del equilibrio hídrico son:

Ingestión voluntaria de agua, controlada por la sensación de sed.

Excreción de orina, controlada por la hormona antidiurética ADH.

Regulación de la excreción de sodio por la aldosterona (resorción de agua).

La pérdida de agua bajo temperaturas extremas o durante la realización de ejercicio físico puede ser de unos 10-12 Lt/día o incluso más. Estas altas pérdidas se deben compensar adecuadamente para evitar alteraciones graves del balance de agua y sales minerales.

Mecanismo de pérdida de agua	Cant. (L)	Requerimiento de agua para el mantenimiento de funciones corporales	Cant. (L)
Heces	0.2		
Tracto respiratorio	0.4	Metabolismo celular	0.3
Sudoración	0.5	Agua de los alimentos	1
Excreción de orina	1.5	Ingesta de líquidos	1.3

5.1.4.3. Densidad urinaria

La densidad se define como la relación entre el peso de una sustancia contra el peso de un volumen de agua destilada que tiene una densidad específica de 1,000 a una temperatura específica. La densidad es una función directa del número y peso de las partículas disueltas en solución. Ya que la orina es en realidad agua que contiene sustancias disueltas, la densidad urinaria es una medida del número y peso de las sustancias disueltas en la muestra. La diferencia relativa entre la densidad específica del agua destilada y la orina refleja el grado de concentración de la muestra de orina, y es una medida de la capacidad que tiene el riñón para concentrarla (22).

Existen tres formas, con la cuales se puede evaluar la densidad urinaria: densitometría refractometría y tiras reactivas, considerando estas últimas como un método, sencillo, práctico y confiable para determinar el estado de hidratación. Los indicadores urinarios de la deshidratación incluyen disminución en el volumen de orina, gravedad específica de la orina (GEO) alta, osmolaridad de la orina (Oosm) alta y color de orina (Ocol) oscuro. La orina es una solución de agua y varias otras sustancias; la concentración de estas sustancias aumenta con la disminución en el volumen de orina, la cual está asociada con la deshidratación. Una gravedad específica mayor a 1.020 así como una osmolalidad mayor a 500 Mosm/L indican deshidratación.

Los resultados obtenidos con las tiras reactivas proporcionan información referente al metabolismo de carbohidratos, función hepática y renal, balance ácido-base e infecciones de las vías urinarias. La medición de cada uno de los parámetros en las tiras, varía de acuerdo al objetivo de cada uno de los sitios de reacción (23).

Armstrong ha demostrado que el color de la orina es directamente proporcional al nivel de hidratación que presenta cada persona, es por esto que se ha establecido una escala que incluye rangos de color desde amarillo pálido hasta café oscuro, los cuales se pueden comparar con una muestra de orina y así conocer el estado de hidratación de la persona.

Una persona que tiene un color urinario amarillo pálido se considera bien hidratada, mientras que una persona con color urinario más oscuro puede estar deshidratada. Sin embargo, los mismos estudios demostraron que el color urinario, utilizado aisladamente, no es tan preciso como la densidad urinaria o la osmolaridad (19).

La concentración de orina, así como el porcentaje de pérdida de peso, constituyen indicadores sencillos, prácticos y confiables; pero ninguno de estos indicadores utilizados aisladamente da suficiente evidencia de deshidratación; sin embargo, la combinación de ambos sí determina el estado de hidratación en una persona. Así, la combinación de éstos se ha considerado un indicador estándar de oro para la determinación del estado de hidratación (19).

Las tiras reactivas se componen de papel filtro y zonas compuestas con reactivos químicos que reaccionan al contacto con la orina. Este cambio de color es el que se utiliza para interpretar los resultados de la prueba. La escala de colores que se muestran en las tiras reactivas en cuanto a la densidad va desde un azul verdoso intenso a un amarillo verdoso, los cuales se presentan en 5-6 cuadros de diversas tonalidades.

La densidad de la orina se verá reflejada con un color para la cual corresponde una representación numérica así:



Los resultados obtenidos mediante la escala de color corresponden a un nivel de solutos, los resultados se leen así:

Valor	Lectura	Interpretación
De 1.000 a 1.010	Orina Hipotónica o Hipodensa	Hace referencia a la poca cantidad de solutos, entre ellos electrolitos como sodio, potasio, calcio además de magnesio, así como componentes orgánicos como glucosa, hierro, cobre y zinc. Este tipo de orinas se presentan en personas que toman medicamentos diuréticos (inducen la micción), medicamentos antihipertensivos, así como trastornos en la síntesis, función y concentración de la hormona antidiurética (regula la micción y solutos).

De 1.015 a 1.025	Orina Normal	Debido a que no existe lesión en riñones y la hormona antidiurética se encuentra regulando adecuadamente la cantidad de orina que se excreta, así como la absorción de nutrientes y electrolitos a nivel renal.
Mayor o igual a 1.025	Orina Hipertónica o Hiperdensa	En estos casos las personas podrían estar presentado deshidratación, hemorragia, diabetes sacarina, fiebre además de enfermedades gastrointestinales.

5.1.4.4. Frecuencia cardíaca

La carga física asociada a una tarea puede medirse a través del consumo de energía que requiere su desarrollo por parte del trabajador (metabolismo energético). La tasa metabólica puede estimarse a través del consumo de oxígeno del trabajador cuando desempeña la tarea, dado que existe una relación conocida entre consumo de oxígeno y consumo de energía. Sin embargo, medir el consumo de oxígeno mientras el trabajador desempeña la tarea puede resultar poco operativo por el instrumental a emplear. En este caso es posible estimar el consumo de energía a través de la frecuencia cardíaca dado que existe una relación lineal entre la frecuencia cardíaca y el consumo de energía. Para emplear este procedimiento es necesario emplear un pulsómetro para medir la frecuencia cardíaca del trabajador (24),

La frecuencia cardíaca es un método que nos permite estudiar las reacciones derivadas de:

- Las condiciones de trabajo:

Carga física de trabajo tanto dinámica como estática.

Carga térmica de trabajo.

Carga emocional de trabajo: reacciones a los ruidos, al estrés.

- Las propias del individuo:

Digestión.

Estado emocional particular.

Ritmo biológico propio.

Estado de salud: integridad cardíaca, condición física

El análisis de la frecuencia cardíaca nos permite estudiar la carga física desde dos puntos de vista bien diferenciados, aunque complementarios:

Cualitativo: El estudio del perfil de la frecuencia cardíaca a lo largo del día, durante las horas de trabajo, nos permite detectar aquellas operaciones en las que la demanda cardíaca es intensa; e incluso compararlas según sea el turno de trabajo (mañana, tarde, noche).

Cuantitativo: Los valores que se pueden obtener a partir de la monitorización de la frecuencia cardíaca son:

FC de reposo: Este valor es la piedra de toque de todo el método en sí; de él dependen la mayoría de los índices sobre los que basamos la valoración de la carga física.

Varias han sido las propuestas realizadas:

- Frecuencia cardíaca intrínseca:
 $FCI = 118,1 - 0,57 * \text{edad (años)}$
 $\pm 14\%$ en menores de 45 años
 $\pm 18\%$ en sujetos de 45 años o más.
- Frecuencia teórica de reposo: Considerar para el hombre una frecuencia de reposo de 60 latidos por minuto y para la mujer de 70.
- Frecuencia cardíaca durante 5-10 minutos en posición sentado, de pie o estirado, antes de la jornada laboral.
- Valor alrededor del cual se estabiliza la frecuencia cardíaca durante al menos tres minutos durante un periodo de reposo, en posición sentada.
- Frecuencia cardíaca determinada a partir de métodos estadísticos utilizando los percentiles: Percentil 1 ó 5 del periodo monitorizado de trabajo; percentil 5 ó 10 de los valores de 24 horas; percentil 50 de un registro de seis horas de reposo nocturno.

Ante la dificultad de muchas de estas medidas, y para un trabajo puramente de «campo», en empresa, las frecuencias cardíacas más útiles serían:

- FCR1 = Percentil 1 del periodo de trabajo monitorizado.
- FCR2 = Moda de un periodo de reposo de 10 minutos sentado, antes de iniciar el trabajo.

FC media de trabajo (FCM): Es la frecuencia media de trabajo para las horas de registro; se tomará la media de todos los valores obtenidos durante el periodo determinado. El rango de dicha variable estará comprendido entre el percentil 5 (FCMmin) y el percentil 95 (FCMmáx).

Costo Cardíaco absoluto: $CCA = FCM - FCR$. Nos permite estudiar la tolerancia individual de un trabajador frente a una tarea determinada. Nos datan sólo una idea aproximada de la carga física de un puesto de trabajo

5.1.4.5. Índice de costo cardiaco relativo

Costo Cardiaco relativo: $CCR = CCA / (FMT - FCR)$. Este índice nos da una idea de la adaptación del sujeto a su puesto de trabajo. Se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor $FMT = (220 - \text{edad})$, con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determinaría mediante una prueba de esfuerzo.

Aceleración de la FC: $DFC = FCM_{\text{máx}} - FCM$

A partir de todos estos valores, podemos categorizar el puesto de trabajo estudiado según la carga física que representa. La valoración tanto individual como colectiva se realizará utilizando:

El índice de costo cardiaco relativo, es producto de la relación entre el consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca.

$$ICCR = \frac{FC_{\text{Trabajo}} - FC_{\text{Reposo}}}{FC_{\text{Máx teórica}} - FC_{\text{Reposo}}} \times 100$$

Criterio de Chamoux a partir de CCA		A partir del CCR	
0 - 9	Muy ligero	0 – 9%	Muy ligero
10 -19	Ligero	10 -19	Ligero
20 - 29	Muy moderado	20 - 29	Moderado
30 -39	Moderado	30 -39	Pesado
40 - 49	Algo pesado	40 - 49	Bastante pesado
50 -59	Pesado	50 o más	Extremadamente pesado
60 o +	Intenso		

5.1.4.6. Índice de penosidad de Frimat

Para la valoración de la carga física, se pueden utilizar métodos de medición directos o indirectos. En cuanto a los indirectos, el de Paul Frimat es uno de los más reconocidos, el cual contempla la monitorización de la frecuencia cardíaca en períodos cortos de la jornada laboral. Este método es explicado en la norma técnica preventiva 295 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Con la sumatoria de la frecuencia cardiaca en reposo, media, máxima y el índice de costo cardíaco relativo, se obtiene el índice de Frimat, que tiene ocho asignaciones de coeficientes de penosidad con la correspondiente interpretación cualitativa; la suma de los coeficientes nos permite asignar una puntuación de trabajo al puesto, clasificándolo según su penosidad.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento de la carga de trabajo en motosierristas de una empresa forestal de El Tambo, Cauca, 2020

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las condiciones sociodemográficas de los motosierristas que laboran en una empresa forestal de El Tambo, Cauca, 2020

Estimar la carga mental de los operadores de motosierra de una empresa forestal de El Tambo, Cauca

Medir la capacidad de respuesta fisiológica a la carga física mediante la frecuencia cardiaca, en motosierristas que laboran en una empresa forestal de El Tambo, Cauca

7. METODOLOGÍA

7.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Estudio descriptivo que busca especificar propiedades y características importantes del proceso de tala y del perfil o características de las personas relacionadas en la tarea. En este diseño se recolecta la información sin manipularla y sin influencia del entorno (25).

En investigación humana, un estudio descriptivo puede ofrecer información acerca del estado de salud común, comportamiento, actitudes u otras características de un grupo en particular. Los estudios descriptivos también se llevan a cabo para demostrar las asociaciones o relaciones entre la respuesta psicofísica y la carga de trabajo.

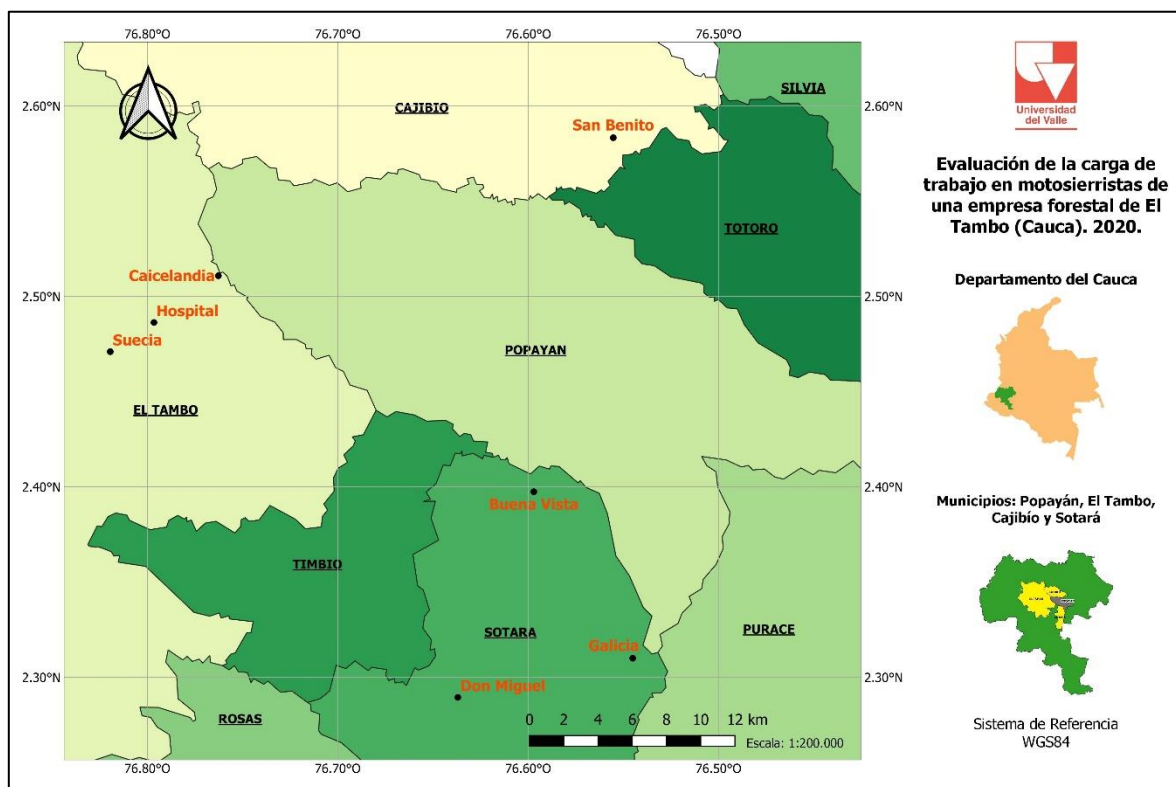
7.2 ÁREA DE ESTUDIO

La recolección de datos se hizo in situ, en plantaciones forestales comerciales, ubicadas en zona rural de los municipios de El Tambo, Sotará y Cajibío.

El municipio de El Tambo, Cauca, se encuentra a una altitud aproximada de 1700 msnm, con precipitación media anual de 2169 mm, temperatura que oscila entre los 12° y 22° y vientos entre 4 y 7 km/h.

En términos demográficos el 92,23% de la población se encuentra en el área rural y el 7,7% en la cabecera municipal. Una cantidad importante de la población se encuentra en las cohortes de edad de personas jóvenes y adultas, la proporción de ancianos es baja.

En cuanto al empleo, el 71% de la población se ocupa de labores agrícolas, donde la actividad forestal representa un importante renglón económico y posiciona al departamento como el primero en área comercialmente aprovechable.



Por condiciones de orden público la empresa que inicialmente desarrollaba sus labores únicamente en El Tambo, debió trasladar y distribuir su operación en siete frentes de trabajo, agrupados en tres municipios del departamento del Cauca, así:

Municipio	Cantidad de frentes de trabajo	Frentes de trabajo
Cajibío	1	San Benito
Sotará	3	Buena vista, Galicia y Don Miguel
El Tambo	3	Suecia, hospital, y Caicelandia

7.3 RECOLECCIÓN DE DATOS Y PARTICIPANTES DEL ESTUDIO DE CASO

5.3.1. Observación directa

Uno de los métodos elegidos, para la recolección de datos y en congruencia con el modelo metodológico, es la observación directa (26), la cual se utiliza sobre todo en investigaciones

pertenecientes del paradigma positivista e implica la utilización de una guía, como instrumento para registrar las conductas aplicando un tratamiento objetivo, en el que los resultados son numéricos y admiten un tratamiento estadístico; en este sentido se plantean 3 elementos para centrar la atención en la observación: el tiempo, las personas y el contexto.

El tiempo, en términos de medición, es un insumo de completa importancia, pues las respuestas físicas y mentales varían a lo largo de la jornada laboral, ya sea por las condiciones climáticas, topográficas o por las demandas de la tarea, es por ello que se plantea que la evaluación de la respuesta fisiológica, se haga a través del monitoreo de las 9 variables fisiológicas durante un periodo de 4 horas en la jornada laboral.

Se iniciará con la medición, en estado de reposo inicial y el registro de las variaciones que se presentan hasta el mediodía, hora en que se espera haya otro espacio de reposo y finalmente registrar los cambios que se presenten hasta terminar la jornada. Así mismo, determinar los ciclos de trabajo, su duración y frecuencia. En lo que concierne a la carga mental, se aplicará la herramienta de evaluación, al finalizar la jornada laboral, con acompañamiento y tomándose el tiempo necesario para el diligenciamiento del instrumento.

Las personas que participarán del proyecto, fueron seleccionadas por el cargo, es decir, motosierristas activos, que, a través del consentimiento informado, deseen hacer parte de la investigación y que, en el cargo, tengan una experiencia mayor a dos años o tiempo similar entre los participantes, esto con el fin de evitar sesgos en la recolección de los datos, puesto que, teóricamente una persona con menor experiencia que otra, tiende a sentir mayor carga mental en la realización de la tarea. Se tendrá en cuenta en la descripción de los participantes, a las personas que se encuentran en el escenario y los roles que éstos asumen, así como también las actividades informales, es decir, el sentido simbólico de las palabras y la comunicación no verbal. No se define tamaño de muestra o un número mínimo de personas en la participación, puesto que no es un aspecto relevante dentro del diseño, sin embargo, se espera la participación de 18 motosierristas activos en la empresa.

5.3.2 Documentación

Este método se utilizó como fuente de evidencia para plasmar, conservar y dar acceso a la información recolectada, para apoyar y triangular las conclusiones obtenidas.

La documentación se hizo a través de medio físico y magnético.

Para lograr el objetivo de medir la carga mental y la respuesta fisiológica de los trabajadores, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

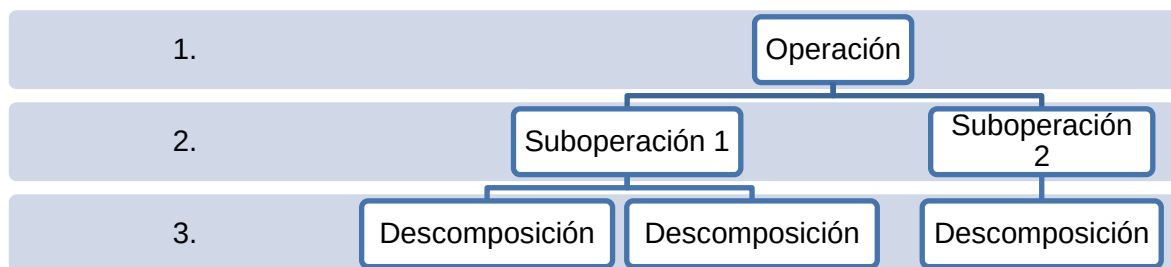
COMPRENSIÓN DEL SISTEMA DE TRABAJO: para realizar la evaluación de la carga física y mental, fue necesario conocer en detalle la actividad desarrollada por el trabajador,

es por ello que la metodología de análisis jerárquico de tareas, HTA (gráfico 2), por sus siglas en inglés, Hierarchical Task Analysis, fue una herramienta que permitió tener una visión amplia acerca del funcionamiento del proceso de tala.

Los tres principios que hicieron parte del análisis son los siguientes:

1. Se consideró la tala como la tarea de más alto nivel, la cual se constituye como la operación principal de la tarea y el objetivo en sí mismo no solo de la tarea sino del sistema en términos de producción, de calidad y otros en torno a la cadena productiva forestal.
2. La operación (tala) se dividió en suboperaciones, cada una definida por una sub-meta nuevamente medida en términos reales por su contribución al sistema en general y por lo tanto medible en términos de estándares y criterios de desempeño.
3. La importante relación entre operaciones y las suboperaciones son realmente de inclusión; es una relación jerárquica, aunque las tareas son a menudo procesados, es decir, los subobjetivos tienen que ser alcanzados en una secuencia.

Gráfico 2: Análisis jerárquico de tareas HTA



CARGA MENTAL DE TRABAJO: La estimación de la carga mental de trabajo, se hizo a través de los instrumentos definidos en la nota técnica preventiva No. 544, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Aplicación del método NASA TLX, se llevó a cabo en dos fases: una fase de ponderación, en el momento anterior a la ejecución de la tarea y otra fase inmediatamente después de la ejecución, llamada fase de puntuación.

Se partió de la base de que las fuentes específicas de carga impuesta por las diferentes tareas son determinantes en la experiencia de carga, es decir de la sensación subjetiva de carga, por esto el requisito previo es que los participantes hagan una ponderación con el fin de determinar el grado en que cada uno de los seis factores contribuye a la carga en cada tarea o subtarea específica. El objetivo de esta fase fue la definición de las fuentes de carga.

Se le presentó a cada participante las definiciones de cada una de las dimensiones a fin de que hicieran una comparación por pares y eligiesen para cada par, cuál es el elemento que

se percibe como una mayor fuente de carga. A partir de estas elecciones se obtuvo un peso para cada dimensión, en función del número de veces que fue elegido.

Definición de las dimensiones:

Dimensión	Extremos	Descripción
1. Exigencia mental (M)	Baja / Alta	• ¿Cuánta actividad mental y perceptiva fue necesaria? (Por ejemplo: pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, investigar, etc.) • ¿Se trata de una tarea fácil o difícil, simple o compleja, pesada o ligera?
2. Exigencia física (F)	Baja / Alta	• ¿Cuánta actividad física fue necesaria? (Por ejemplo: empujar, tirar, girar, pulsar, accionar, etc.) • ¿Se trata de fácil o difícil, lenta o rápida, relajada o cansada?
3. Exigencia temporal (T)	Baja / Alta	• ¿Cuánta presión de tiempo sintió, debido al ritmo al cual se sucedían las tareas o los elementos de la tarea? • ¿Era el ritmo lento y pausado o rápido y frenético?
4. Esfuerzo (E)	Bajo / Alto	• ¿En qué medida ha tenido que trabajar (física o mental mente) para alcanzar su nivel de resultados?
5. Rendimiento (performance) (R)	Bueno / Malo	• ¿Hasta qué punto cree que ha tenido éxito en los objetivos establecidos por el investigador (¿o por usted mismo)? • ¿Cuál es su grado de satisfacción con su nivel de ejecución?
6. Nivel de frustración (Fr)	Bajo / Alto	a. Durante la tarea, en qué medida se ha sentido inseguro, desalentado, irritado, tenso o preocupado o por el contrario, se ha sentido seguro, contento, relajado y satisfecho?

Fase de ponderación: por cada tarea eligieron el par de dimensiones que de acuerdo a su criterio contribuye a la carga de la tarea.

M – F	F – T	T – E
M – T	F – R	T – Fr
M – R	F – E	R – E
M – E	F – Fr	R – Fr
M – Fr	T – R	E – Fr

Escala de puntuación:

En esta fase de puntuación, las personas valoraron la tarea o subtarea que acababan de realizar por cada una de las dimensiones, marcando una equis la escala que se les presentó. Cada dimensión se presentó en una línea dividida en 20 intervalos iguales

(puntuación que es reconvertida a una escala sobre 100) y limitada bipolarmente por unos descriptores (por ejemplo: elevado/bajo, como muestra la figura y teniendo presentes las definiciones de cada una:

EXIGENCIA MENTAL																				ESFUERZO																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Baja										Alta										Bajo										Alto									
EXIGENCIA FÍSICA																				RENDIMIENTO (Performance)																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Baja										Alta										Bueno										Malo									
EXIGENCIA TEMPORAL																				NIVEL DE FRUSTRACIÓN																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Baja										Alta										Baja										Alta									

Evaluación:

Estos pesos tomaron valores entre 0 (para la dimensión que no ha sido elegida en ninguna ocasión y por tanto no se considera relevante) y 5 (para la dimensión que siempre ha sido elegida y por tanto se considera que es la fuente de carga más importante). El peso da información diagnóstica acerca de la naturaleza de la carga de trabajo impuesta por la tarea ya que proporciona datos acerca dos fuentes de variabilidad interpersonal:

- Las diferencias interpersonales en la definición de carga de trabajo, en cada tarea considerada.
- Las diferencias en las fuentes de carga de trabajo entre distintas tareas. El segundo requisito es adjudicar un valor para cada factor, que representa la magnitud de cada factor en una tarea determinada.

Variable	(a) Peso	(b) Puntuación	(c) Puntuación convertida (bx5)	(d) Puntuación ponderada (cxa)
Exigencias mentales				
Exigencias físicas				
Exigencias temporales				
Esfuerzo				
Rendimiento				
Frustración				
TOTAL	15			
Media ponderada global				$\sum d / 15$

Para cada factor se obtuvo la puntuación directa y luego se convirtió esa puntuación a una escala sobre 100, se calculó la puntuación ponderada para cada uno de los factores, multiplicando la puntuación convertida por el valor obtenido en la ponderación de cada factor. (Columna: puntuación ponderada).

Finalmente dividiendo la suma de estos valores entre 15, se obtuvo la puntuación media ponderada de la carga de trabajo global de la tarea en estudio.

Tabla de puntaje:

NASA TLX	NIVEL DE CARGA MENTAL
500 puntos o menos	Bajo
Sobre los 500 puntos y por debajo de los 1000 puntos	Medio
Evaluación global sobre 1000 puntos y cuyos factores predominantes posean un carácter intrínseco (independientemente que la suma de factores intrínsecos no alcance los 100 puntos)	Alto

CARGA FÍSICA DE TRABAJO: la medición de la carga física, se hizo a través de indicadores procedentes del funcionamiento del organismo:

Tasa de sudoración:

- Se pesó en balanza digital al trabajador antes de iniciar la jornada laboral
- Antes de iniciar labor, se pesaron los alimentos y la bebida hidratante que cada trabajador llevó a campo.
- A cada trabajador se le suministró un pato clínico de hombre, en el que depositó la orina excretada durante la jornada laboral.
- Se planeó pesar los alimentos o líquidos no ingeridos, sin embargo, no los hubo.
- Al finalizar la jornada laboral, se pesó nuevamente el trabajador
- Se aplicó la fórmula descrita en la tabla de variables.

Pérdida de peso:

- Se pesó el trabajador antes de iniciar la jornada laboral.
- Se pesó el trabajador al finalizar la jornada
- Se aplicó la formula descrita en la tabla de variables

Densidad urinaria:

Se entregó a cada participante un pato clínico para hombre, se solicitó al trabajador recoger la totalidad de la orina que excretara para hacer entrega de la misma en el menor tiempo posible, con el fin de hacer la prueba con la tira urinaria.

Una vez se obtuvo la muestra, se sacó una tira reactiva nueva y se sumergió por poco tiempo el extremo de la tira en la orina, se esperó que por capilaridad la muestra llegara a los reactivos, se procedió a hacer la interpretación y registro de la información.

Se indagó al trabajador acerca del uso de medicamentos diuréticos, antihipertensivos, medios de contraste entre otros, puesto que estos medicamentos pueden alterar los resultados de la prueba. Para la prueba no se requirió que los participantes estuviesen en ayuno.

Frecuencia cardiaca:

La valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca se hizo teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Trabajador con mínimo dos semanas haciendo la tarea objeto de valoración.
- El trabajador realizó la labor durante su jornada normal y no a tiempo parcial,
- Trabajador que no padeciera ninguna enfermedad cardiaca o respiratoria, incluyendo el resfriado común.

Se llenaron los datos de la ficha de datos definida en la nota preventiva, antes de proceder a la colocación del pulsómetro. Una vez colocado el instrumento de medida, se dejó descansar al trabajador 10 minutos en posición sentado.

Durante la monitorización, se registró:

- Inicio y final de la actividad desarrollada
- Inicio y final de cada ciclo de trabajo.
- Cualquier evento significativo: interrupciones del ciclo de trabajo, movimientos o periodos extremos en relación a la carga física.

Finalmente, se procedió a desconectar el medidor.

Índice de costo cardiaco relativo

Para el cálculo de esta variable, se tuvo en cuenta la frecuencia cardiaca del trabajo, la frecuencia cardiaca en reposo y la máxima teórica. Con esto se aplicó la fórmula descrita en la tabla de variables.

Índice de penosidad de frimat:

Se asignó coeficientes de penosidad entre 1 y 6 a los diferentes criterios cardiacos. La suma de dichos coeficientes permitió asignar una puntuación al puesto de trabajo clasificándolo según su penosidad e incluso el según requerimiento cardiaco (17).

	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
ΔFC	20-24	25-29	34-30	35-39	>40
FMC _{Máx}	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

Valoración de las puntuaciones

Puntos	Interpretación
25	Extremadamente duro
24	Muy duro
22	Duro
20	Penoso
18	Soportable
14	Ligero
12	Muy ligero
≤ 10	Carga física mínima

Como valoración de referencia más sencilla se pudo utilizar la siguiente clasificación:

Demanda cardiaca	FMC	ΔFC
Importante	>110	>30
Soportable	100 – 110	20 – 30
Aceptable	<100	<20

PARTICIPANTES: 14 hombres, mayores de edad, en buen estado de salud y motosierristas de ocupación, que voluntariamente firmaron el consentimiento informado y una experiencia mayor a dos meses en el cargo o tiempo similar entre participantes.

7.4 VARIABLES

Con la encuesta sociodemográfica se describió las características de la población objetivo:

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN	Sexo	Masculino, Femenino	Nominal	Encuesta socio-demográfica
	Edad	Edad en años	Númerica	
	Escolaridad	Máximo nivel de estudio alcanzado	Nominal	
	Convivencia en pareja	Estado civil	Nominal	
	Estrato	Estrato socioeconómico de la vivienda	Ordinal	
	Número de personas a cargo	Número de personas que dependen económicamente del trabajador	Númerica	
	Área de trabajo	Lugar donde desarrolla la labor	Nominal	
	Tiempo de antigüedad en el cargo.	Tiempo en años como motosierrista	Númerica	

Medición de la carga física a través de indicadores procedentes del funcionamiento del organismo.

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
CARGA FÍSICA	Tasa de sudoración	$[(\text{Peso inicial} - \text{peso final}) + (\text{Vol líquido ingerido} - \text{vol de orina excretada})] / \text{Horas trabajadas}$	Númerica Razón	Báscula y recipiente medidor
	Peso	Peso corporal en Kg	Númerica	Báscula
	Pérdida de peso	$[(\text{Peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}] \times 100$	Númerica	Báscula
	Densidad urinaria		Númerica	
	Frecuencia cardiaca en reposo	# Latidos / Min	Númerica	Pulsómetro
	Frecuencia cardiaca media	# Latidos / Min	Númerica	Pulsómetro
	Frecuencia cardiaca máxima	# Latidos / Min	Númerica	Pulsómetro
	Índice de costo cardiaco relativo	$\frac{FC \text{ Trabajo} - FC \text{ Reposo}}{FC \text{ Máx teórica} - FC \text{ Reposo}} \times 100$	Númerica	
	Índice de penosidad		Númerica	

Variables de la carga mental de trabajo.

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
CARGA MENTAL	Exigencias mentales	¿Qué tan demandante mentalmente es la tarea?	Ordinal	NASA-TLX
	Exigencias físicas	¿Qué tan demandante Físicamente es la tarea?	Ordinal	
	Exigencias temporales	¿Qué tan fuerte o rápido es el ritmo impuesto para hacer la tarea?	Ordinal	
	Rendimiento	¿Qué tan exitoso ha sido para lograr los requerimientos?	Ordinal	
	Esfuerzo	¿Qué tan duro tiene que trabajar para lograr un adecuado nivel de rendimiento?	Ordinal	
	Nivel de frustración	¿Qué tan inseguro, irritado o estresado y molesto está por la tarea?	Ordinal	

7.5 PLAN DE ANÁLISIS

De acuerdo a la calificación / ponderación que cada trabajador le asignó a cada una de las 6 dimensiones de carga mental, se hizo el análisis de los datos cualitativos a través de la prueba de chi cuadrado, la cual prueba la asociación entre variables, y luego la usa para evaluar en qué medida se ajusta la distribución de frecuencias obtenida con los datos de una muestra, a una distribución teórica o esperada, para ello se siguieron estos pasos:

- Se plantearon las hipótesis que se someterían a prueba (hipótesis nula y alternativa)
- Se calcularon las frecuencias esperadas, las cuales se obtuvieron de la distribución de frecuencias del total de los casos. Estas son las frecuencias que debieran presentarse si la hipótesis nula fuera verdadera y, por consiguiente, las variables fueran independientes. Estos valores se anotan en una tabla con las mismas celdas que la anterior; así se tendrá una tabla con los valores observados y una tabla con los valores esperados.
- Se calculó el estadístico de prueba, chi cuadrado, el cual comparó las frecuencias que entregan los datos de la muestra (frecuencias observadas) con las frecuencias esperadas, con la siguiente formula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde o_i representa a cada frecuencia observada y e_i representa a cada frecuencia esperada.

- d) Con un nivel de significancia se 0.05, se procedió a hacer la lectura en la tabla y posteriormente a aceptar o rechazar la hipótesis nula.

En cuanto al manejo de los datos cuantitativos, se construyó una base de datos con todos los elementos recolectados en campo y se hizo un análisis en dos fases:

Fase 1: Análisis estadístico Univariado

Consistió en analizar cada variable por separado y aplicar estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas (promedio y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, esto dependiendo de la distribución de los datos) y tablas de frecuencia para las variables cualitativas, con su respectiva interpretación.

Fase 2: Análisis multivariado

Apoyados en modelos estadísticos y con un nivel de significancia del 5%, se determinó la relación entre las variables de la carga de trabajo.

7.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo al artículo 11 de la resolución 8430 de 1993, la presente investigación, se clasifica como investigación con riesgo mínimo, puesto que se registraron datos a través de procedimientos comunes, consistentes en exámenes físicos y psicológicos de diagnóstico en los que no se manipuló la conducta del trabajador.

El estudio supone un riesgo para los participantes en términos psicosociales, pues dentro del componente cualitativo, se preguntó al trabajador acerca la exigencia que implica la tarea a nivel físico y mental, así como la presión del tiempo y su esfuerzo para alcanzar las metas propuestas por la empresa, esto pudo significar en el trabajador, estrés al sentir evaluado su desempeño o indagado en su pensar y sentir frente al desarrollo de la labor.

Para afrontar este supuesto, la investigadora dejó claro que el objetivo de la investigación, es la determinación de la carga de trabajo y no la evaluación del trabajador en la tarea.

A nivel físico, el pulsómetro pudo ser generador de distracción y causar un accidente, en este caso, se garantizó que el equipo permaneciera bajo la manga de la camisa de trabajo.

La investigación contó con la participación de operadores de motosierra, a quienes se le socializó el proyecto, su objetivo y sus riesgos, y con base en la información fue el trabajador, quien autorizó su asistencia, la cual fue voluntaria y notificada a través de consentimiento informado; el cual fue entregado a cada trabajador en términos comprensibles, de modo que se garantizó que fuera entendido y consentido, predominando el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos, su bienestar y su privacidad.

Una estrategia para garantizar la dignidad, protección de derechos y bienestar de los participantes fue hacer acompañamiento durante la lectura del consentimiento informado de modo que se aseguró una respuesta rápida ante las dudas del procedimiento, los riesgos y/o beneficios que la investigación conlleva. La segunda estrategia de garantía fue darles el espacio y tiempo suficiente de modo que se evitara la presión, tensión o ansiedad, para que ellos pudiesen hacer una lectura tranquila y que bajo su autonomía decidieran si participarían o no, también se les informó que eran libres de desistir de su participación en cualquier momento, sin que esa decisión generara perjuicios en su tarea diaria.

Se entregó al trabajador información clara y actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando, también se dio la seguridad que no se identificaría al trabajador, y que se mantendría la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad y los datos proporcionados, los cuales fueron codificados en una base de datos a la que tuvo acceso, única y exclusivamente la investigadora y su tutor, en esta no se registró nombres, números de identificación personal o direcciones que permitieran identificar a los participantes, el código será, un número consecutivo con el que cada persona se identificará en el desarrollo del trabajo de investigación.

Los datos recolectados son custodiados por la investigadora, los consignados en medio físico (papel) serán destruidos antes de ser desechados y los que permanecen en medio magnético, están guardados en un dispositivo externo al computador mientras la investigación se encuentre en proceso; una vez presentado el informe final, la base de datos será guardada en la nube por un periodo no mayor a 5 años, para que sea utilizada como línea base, en futuros estudios similares.

Para garantizar la funcionalidad del consentimiento informado, se tuvo en cuenta consideraciones como: la concertación de la reunión para la aplicación de los instrumentos, el uso de un lenguaje neutral, de forma que no se indujo a respuestas o mal interpretaciones del contenido de los instrumentos, se hizo énfasis en el objetivo investigativo del proyecto, sin conflicto alguno de intereses por parte de la investigadora.

En lo que concierne a la utilización de cámara de video o fotográfica, se explicó su utilidad y funcionamiento metodológico, y únicamente se procedió a hacer uso de las mismas con la debida autorización de los participantes.

Propósito y uso de los datos:

La hizo recolección de datos, con fines únicamente académicos y de investigación, por tanto, no se dio un uso diferente al planteado en el presente documento. La investigadora declaró no tener una relación laboral o personal con la empresa o sus miembros y así mismo que no buscó contribuir al beneficio particular, personal, o de un tercero, ese sentido no hubo conflicto de intereses en el desarrollo de la investigación. También declaró no haber recibido ningún tipo de sanción disciplinaria o ética durante el ejercicio de su profesión, además que su fuente de financiación proviene exclusivamente de su ejercicio como profesional.

Procedimiento de protección ante el Covid-19

Antes de iniciar se solicitó el diligenciamiento de la encuesta de síntomas de covid-19 (Anexo 2)

En el desarrollo del trabajo investigativo:

Para diligenciar el consentimiento informado, la encuesta sociodemográfica y de síntomas, se le entregó a cada trabajador una tabla de anotación y un lapicero, debidamente desinfectados con alcohol al 70%, con el fin de evitar el préstamo de elementos.

Para el pesaje, se hizo desinfección antes y después de usar la balanza, con alcohol al 70% y toallas de papel desechables.

En la prueba de densidad urinaria, se dispuso de agua, jabón, alcohol al 70% y toallas de papel desechables, a fin de garantizar el lavado y desinfección de manos, antes y después de tener contacto con la muestra.

Con respecto al uso del pulsómetro, cada trabajador tuvo en su muñeca un equipo, debida y cuidadosamente desinfectado antes y después de su uso.

Manejo de residuos

Se identificó los residuos generados en el área de trabajo y se informó a los trabajadores, las medidas para la correcta separación de residuos.

Se realizó la disposición en bolsas y canecas de acuerdo con el código de colores de la empresa.

En todos los espacios, abiertos o cerrados e independiente de la cantidad de personas presentes, fue obligatorio el distanciamiento físico de por lo menos 1m.

8. RESULTADOS

La empresa forestal tiene su oficina en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca, esta empresa fue constituida como sociedad por acciones simplificada y se dedica a la silvicultura y otras actividades forestales, dentro de las cuales, su operación principal es la cosecha forestal, cuenta en promedio con 250 colaboradores, quienes se organizan tal como lo evidencia el siguiente organigrama.

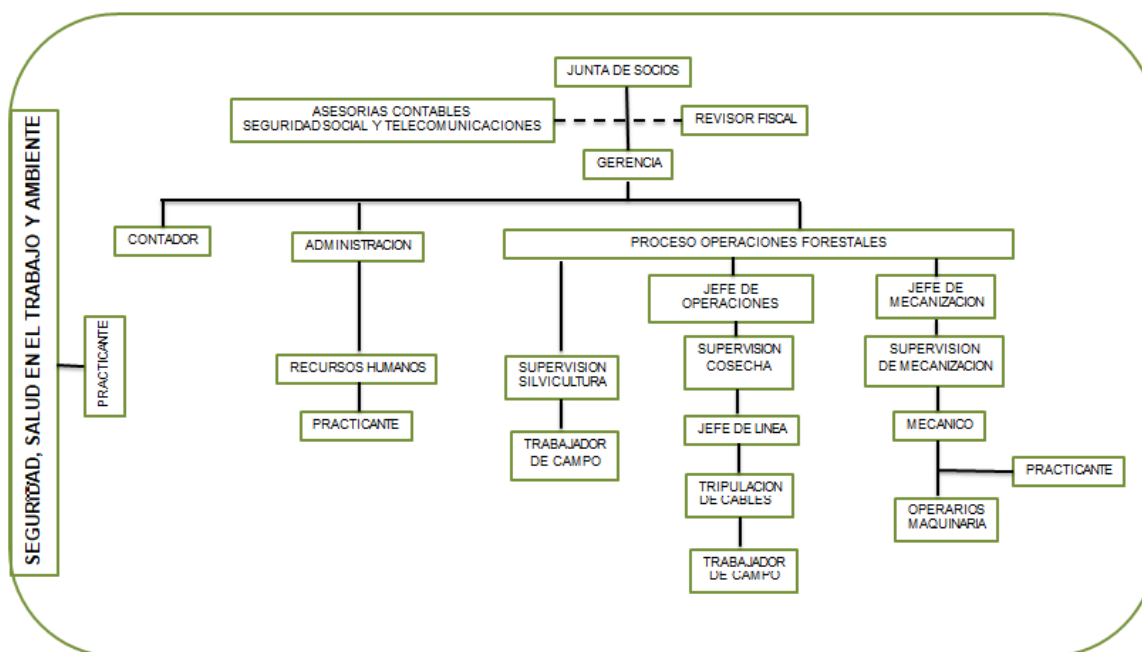


Imagen No 1. Organigrama de la empresa

Para determinar el comportamiento de la carga de trabajo en los motosierristas de esta empresa forestal, se recurrió a la utilización de la herramienta HTA, Hierarchical Task Analysis, la cual permitió tener una visión amplia acerca del funcionamiento del proceso de tala, luego se aplicaron instrumentos para estimar la carga mental, NASA TLX y la carga física a través de la frecuencia cardíaca.

Los instrumentos se aplicaron a 14 participantes, pertenecientes a esta empresa con 35 años de experiencia, fundada en el año 1987, con oficina en la ciudad de Popayán, Cauca y cuya actividad económica es “Silvicultura y otras actividades forestales”, su especialidad es la cosecha de madera. Entre los años 2017 y 2019 desarrolló actividades con 248 colaboradores en promedio.

8.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TALA

De acuerdo a la descripción hecha por los participantes de la investigación se determinó que la tala es la operación y el objetivo principal de la actividad, la cual se divide en cinco sub operaciones que a su vez se subdivide en tareas específicas.

Operación: Tala

La tala incluye todas las sub operaciones dirigidas a tumbar los árboles en una dirección deseada de modo que no dañe o dañe lo menos posible la madera objetivo, que no toque o deteriore árboles vecinos y se facilite el arrastre de los mismos para su extracción.

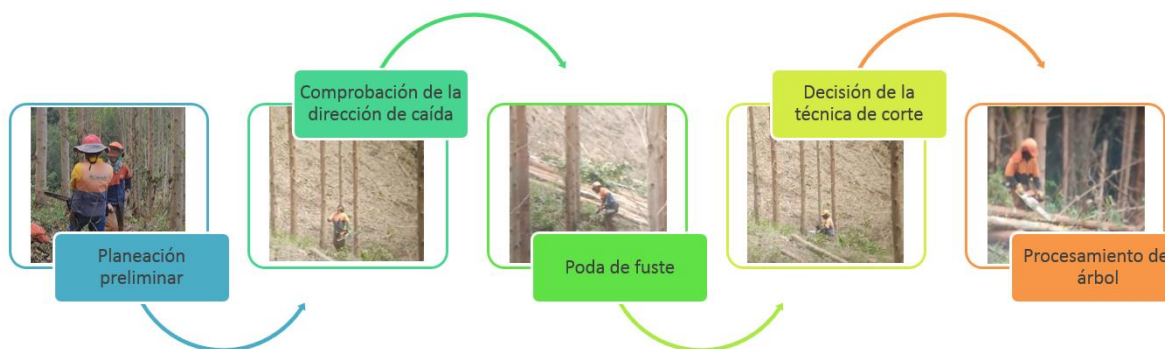


Ilustración 2. Proceso de tala

Sub operación 1: Planeación preliminar

Antes de iniciar la operación, diariamente los motosierristas deben realizar tareas específicas como asistir a la reunión inicio, alistar equipos y elementos de protección, identificar peligros, comunicarse con el supervisor una vez esté en el área de trabajo y señalar el área donde está realizando la labor.

Tarea 1. Reunión de inicio: esta tarea está a cargo del supervisor o jefe inmediato, en ella se dicta el orden de trabajo, se asignan las responsabilidades del día, se les informa de los riesgos previamente identificados, se les hace recomendaciones de seguridad y se hace evaluación de las situaciones (si las hay) que se hayan presentado el día anterior.

Tarea 2. Alistar equipo y elementos de protección personal: consiste en verificar el buen estado y funcionamiento de la motosierra.

- En esta tarea se debe hacer el mantenimiento diario de la motosierra, el cual consiste en engrasar la estrella de re envío.
- Verificar los dispositivos de seguridad (interruptor, seguro del acelerador, el acelerador, protector de la empuñadura, amortiguación, captor, garra, protector o resguardo, silenciador y funda de la espada).
- Invertir la espada y verificar rectitud.
- Limpiar la ranura guía y los orificios para el aceite
- Limpiar salva mano delantero y verificar estado de la cinta del freno.

El motosierrista debe también garantizar un mantenimiento semanal en el cual debe:

- Limpiar y verificar la bujía
- Desmontar, limpiar y engrasar el rodamiento de arranque}
- Engrasar rodamiento del embrague
- Limpiar aletas de volante y cilindro
- Eliminar rebabas de la espada
- Revisar los rieles de la espada y verificar que no haya grietas ni deformaciones
- Revisar los amortiguadores y cambiar de ser Necesario
- Mantener tensa y afilada la cadena
- Utilizar aceite limpio para lubricar la cadena
- Usar el aceite de dos tiempos en las proporciones recomendadas

Debe verificar que cuente con las herramientas de apoyo necesarias:

- Cuñas
- Hacha o Palanca de volteo
- Radio-teléfono
- Pito
- Bidón
- Herramientas de la motosierra
- Cinturón

Así mismo, deben verificar el buen estado de sus elementos de protección personal:

- Casco color naranja con protector facial y auditivo
- Piñera o pantalón profesional anticorte
- Guantes (con protección anticorte en el dorso de la mano izquierda)
- Botas (con tachas, puntera de acero y protección anticorte en el empeine)

Tarea 3. Identificación de peligros: la empresa ha desarrollado metodologías de evaluación de peligros y riesgos, la más aplicada es la aplicación del triángulo de riesgo el cual consiste en tres pasos:

El primer paso consiste en autoevaluarse y evaluar el entorno:

Maquina y motosierrista	El terreno	Los árboles y el trabajo
El motosierrista debe autoevaluar su condición mental y física.	Es una situación peligrosa que el viento haga mover las copas de los árboles, haciendo que se golpeen las ramas o los fustes,	Cuando esté trabajando cerca de otras personas, redes eléctricas, edificaciones o máquinas, existe mayor riesgo, debe tener cuidado.
Evaluar su máquina.		
Debe usar todos los EPP y tener comunicación con su supervisor y compañeros de trabajo	Si la pendiente es mayor del 30% debe tener más precaución en el trabajo.	Si está tumbando árboles, no debe haber nadie a 2,5 veces la altura de los

El supervisor debe diligenciar semanalmente una lista de chequeo la cual debe estar al 100% para poder iniciar labor. En cada tanqueada el motosierrista debe evaluar el riesgo y comunicarse.	El motosierrista debe aprender a medir la pendiente d.el terreno Si el terreno tiene huecos, cárcavas o peñascos, hay mayor riesgo En suelo húmedo hay mayor riesgo de caída. Riesgo biológico: debe estar atento a la presencia de abejas, avispas, serpientes o plantas que producen alergia.	árboles (sólo personal autorizado por el motosierrista) Si el sotobosque es mayor de 1,5 metros o no hay limpia de pre-cosecha no debe iniciar labor. CUIDADO CON LOS ÁRBOLES PELIGROSOS: INESTABLES (delgados y altos o que han quedado aislados o sin soporte) doblados o arqueados con flexión en el fuste (en tensión). CON RAMAS Y COPAS REVENTADAS que están colgadas. ÁRBOLES MUERTOS EN PIE Que tienen BEJUCOS QUEBRADOS GOLPEADOS POR OTRO ARBOL ENGANCHADOS DESENRAIZADOS BIFURCADOS
--	---	--

El motosierrista no deberá iniciar labor si en la evaluación no es satisfactoria en algunos de los tres aspectos mencionados en la tabla.

El segundo paso consiste en comunicarse cuando tenga dudas o detecte el peligro, el motosierrista debe hablar con su supervisor y demás compañeros.

El tercer paso consiste en actuar de acuerdo a los procedimientos y al plan de acción definido por su supervisor

La segunda metodología es la de 7A, que consiste en evaluar el riesgo en el entorno del trabajador, observando e identificando el riesgo arriba, abajo, adelante, atrás, a un lado, al otro lado y adentro (autoevaluación de condiciones físicas y mentales)

La tercera metodología es la de las 4P (Paro, Pienso, Pregunto, Prosigo), la cual se utiliza cuando se está ante un riesgo identificado, el motosierrista debe parar la actividad, pensar o buscar una alternativa de intervención, preguntar al supervisor (pedir autorización para

intervenir o no el riesgo) y proseguir de acuerdo a la comunicación que tuvo con el supervisor.

La empresa ha determinado reglas de vida, que son:

- Antes de iniciar la tumba el motosierrista debe aplicar el triángulo del riesgo.
- En pendientes por encima del 30% árbol tumbado - árbol procesado. Si requiere tumbar más de uno, aplicar nuevamente el triángulo de riesgo.
- Siempre tumbar los árboles de abajo hacia arriba.
- Siempre procesar los árboles ubicado en la parte superior de la pendiente.
- Todo trabajo en alturas, superior a 1.5 metros, debe ser autorizado.
- Diariamente realizar la lista de chequeo de la instalación de cables antes de iniciar el madereo.
- Sin comunicación por radioteléfono no hay operación.
- El último árbol que se tumba es el primero que se extrae en el madereo con cables.
- Respetar las líneas de fuego señalizadas.
- En rutas con máquinas desplazándose o en operación no debe haber personas
- Antes de iniciar el cargue realizar la lista de chequeo del vehículo.
- Suspender actividades cuando se presentan tormentas eléctricas

Tarea 4. Comunicarse con el supervisor: cada motosierrista porta un radioteléfono, con el cual se debe reportar cada vez que vaya a tanquear la motosierra (cada 45 minutos aproximadamente).

Tarea 5. Señalización de advertencia: cada motosierrista debe tener dos banderas color naranja para señalar su área de trabajo, de esa forma los demás trabajadores identificarán cual es la labor que se está desarrollando y la podrá asociar con los riesgos a los que se exponen.

Sub operación 2: Comprobar la dirección de caída

Para lograr que el árbol caiga en la dirección deseada, se deben tener en cuenta cinco tareas tales como evaluar el crecimiento y grosor de ramas, crear y despejar la ruta de escape, identificar y evaluar la dirección del viento, despejar el área alrededor de la dirección de caída y observar la dirección natural de la caída del árbol.

Tarea 1. Evaluar el crecimiento y grosor de ramas: Se debe examinar con cuidado hacia qué lado hay mayor peso, ya que esto influirá al momento de la caída. También es importante darse cuenta si el fuste tiene alguna bifurcación que pueda partir el fuste en forma longitudinal al golpear con el suelo.

El tamaño de la copa determina significativamente el posible daño a otros árboles. Si la copa es muy grande, mayor será su impacto en el suelo y seguramente estará más enredada con otros árboles. Asimismo, hay que observar las ramas, su distribución, grosor e inclinación.

Tarea 2. Observar la dirección natural de la caída: Se debe observar la forma del tronco desde ángulos y puntos diferentes, para así decidir sobre la técnica más adecuada a emplear. Si el tronco está doblado o inclinado, ello influirá en la dirección de caída del árbol.

Tarea 3. Evaluar la dirección del viento: si este es muy fuerte, es recomendable no talar el árbol hasta que el viento haya cesado.

Tarea 4. Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída: se hace para evitar que en la caída del árbol cambie la dirección, se desprendan partículas de forma descontrolada, se dañe la madera o cause daños en el entorno.

Tarea 5. Crear y despejar ruta de escape: se constituye como la acción más importante, se procede a limpiar el terreno circundante con la finalidad de facilitar el desplazamiento de los operadores, la ruta se prepara diagonalmente hacia atrás 45° con respecto a la caída del árbol, para ello se debe cortar al ras del suelo toda la vegetación existente alrededor de una circunferencia de 1 metro de radio, con centro en el fuste. Luego, se establece la ruta de escape, que es el camino por el cual saldrá el motosierrista, teniendo en cuenta que cuando el árbol está cayendo puede llegar a desplazarse, en ciertas ocasiones hacia atrás o hacia un lado.

Sub operación 3: Poda del fuste

Consiste en cortar las ramas que se encuentren hasta la altura de los hombros, no se deberá realizar cortes más arriba de la altura de los hombros pues por la posición se tiende a perder la estabilidad con riesgo de accidentarse

Sub operación 4: Decidir técnica de corte

Son cuatro acciones las que componen la decisión de técnica de corte, se elige el corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente, se debe hacer corte de dirección, no se deberá perder de vista el árbol durante su caída y se hará uso de herramienta cuando sea necesario.

Sub operación 5: Procesar el árbol

Esta sub operación consiste en desramar y dimensionar el árbol, en esta actividad se está continuamente expuesto al golpe de retroceso el cual se evita usando lo menos posible la punta de la espada.

En el dimensionado se presenta riesgo de atrapamiento de la espada, por descuidos y falta de concentración, para lo cual se debe tener cuidado en el punto en que el fuste está sometido a tensión.

8.2. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

La encuesta sociodemográfica fue diligenciada en el año 2021 por los 14 participantes de la investigación, todos de género masculino, con una edad mínima de 19 años, máxima de 56 años, una edad promedio de 38 años y desviación estándar de 12,4.

Se evaluaron motosierristas con una experiencia mínima de 2 meses (0.17 años) y máxima de 25 años en el cargo, se presentó una desviación estándar de 8.8.

Tabla 1. Información sociodemográfica de los participantes

Variable sociodemográfica	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Género		
Masculino	14	100%
Femenino	0	0%
Estado civil		
Unión libre	10	71%
Soltero	3	21%
Casado	1	7%
Vivienda		
Propia	8	57%
Familiar	4	29%
Arrendada	2	14%
Estrato socioeconómico		
1	14	100%
Personas a cargo		
0 personas	1	7%
2 personas	4	29%
3 personas	4	29%
4 personas	2	14%
6 personas	2	14%
7 personas	1	7%
Escolaridad		
Primaria	8	57%
Bachiller	4	29%
Técnico	2	14%
Antigüedad en el cargo		
0 a 5 años	7	50%
5 a 10 años	1	7%
10 a 15 años	2	14%
15 a 20 años	2	14%
20 a 25 años	2	14%
Tipo de remuneración		

Al destajo	14	100%
Temporalidad del pago		
Quincenal	0	0%
Mensual	14	100%

En la tabla 1, se puede observar que el 78.5% de los motosierristas, comparte una relación de pareja, de ellos el 7.1% es casado y el 71.4% convive en unión libre, el 21.4% restante es soltero.

Así mismo, se ve que el 57% tiene vivienda propia, el 29% vivienda familiar y 14% arrenda vivienda, todas ellas ubicadas en el estrato socioeconómico 1. El 65% de los participantes manifestó tener a cargo 3 personas o menos, el 35% restó tienen a su cargo 4 personas o más.

En cuanto al grado de escolaridad, el 59% de los participantes manifestaron tener estudios de primaria, el 29% son bachilleres y el 14% técnicos.

El 50% de los motosierristas, tiene 5 años de experiencia o menos en el cargo, el 7% entre 5 y 10 años, y el 47% restante tienen entre 10 y 25 años de experiencia, el 100% manifestó tener un contrato al destajo, el cual es una de las formas de remuneración contempladas por el numeral 1 del artículo 132 del código sustantivo del trabajo, en el cual, al trabajador se le paga según la tarea que desarrolle en su jornada laboral, o según las unidades producidas, para este caso, de acuerdo al rendimiento en tala.

8.3. CARGA MENTAL

La aplicación del método Nasa TLX se llevó a cabo en dos fases, una de ponderación la cual se realizó antes de iniciar la tarea y otra de puntuación, la cual se hizo inmediatamente después de realizar la tarea.

La fase de ponderación se hizo con el fin de conocer desde la perspectiva de cada participante, cual es el grado en que, cada uno de los seis factores contribuye a la carga de las tareas o subtareas y esta forma determinar la fuente de carga.

Se contaron las elecciones de cada factor o dimensión de carga, por ejemplo, la exigencia mental salió elegida 5 veces en la tarea de alistamiento de elementos de protección personal y quipo forestal, mientras que para la misma tarea se eligió solo una vez (1) el nivel de frustración.

Cabe recordar que la carga mental de trabajo puede ser atribuida a dos grandes ejes, la exigencia propia de la tarea (mental, física y temporal) y la asignación auto personal (rendimiento, esfuerzo y nivel de frustración)

De acuerdo a la tabla 2, la dimensión que mayor exigencia tiene al realizar la tala, es la mental, seguida de la exigencia temporal y finalmente la física; dentro de las exigencias personales, los participantes consideran el esfuerzo y el nivel de frustración como de mayor relevancia y en menor medida el rendimiento.

Es decir, que los motosierristas consideran que la mayor exigencia dentro del proceso de tala son acciones como pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, investigar o concentrarse, en segundo lugar, consideran la presión del tiempo como la fuente de carga y en tercer y último lugar, consideran la exigencia física como fuente de carga.

En cuanto a la atribución personal, consideran que el esfuerzo realizado, junto al nivel de frustración son la mayor carga, mientras que el rendimiento en la labor, no es un factor que se considere fuente de carga.

Tabla 2. Fase de ponderación (peso de la carga mental)

Tareas / Sub tareas	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	TOTAL
1. PLANEACION PRELIMINAR							
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	5	2	4	2	1	1	15
Comunicación (radio,pito)	5	1	4	1	1	3	15
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	5	2	4	1	1	2	15
Reunión de inicio	5	1	4	1	1	3	15
Señalización de advertencia	5	4	2	2	1	1	15
2. COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA							
Crear y despejar ruta de escape	5	4	3	1	1	1	15
Crecimiento y grosor de ramas	5	1	4	1	1	3	15
Dirección del viento	5	1	4	2	1	2	15
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	5	2	3	2	1	2	15
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	5	1	4	3	1	1	15
3. PODA DE FUSTE							
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	5	2	4	1	1	2	15
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0
4. DECIDIR TÉCNICA DE CORTE							
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	5	4	3	1	1	1	15
Hacer corte de dirección	5	3	4	2	0	1	15
No perder de vista el árbol en su caída	5	3	3	2	1	1	15
Uso de cuña (cuando aplique)	5	2	4	2	1	1	15
5. PROCESAR EL ÁRBOL							
Desramar	4	5	3	2	0	1	15
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	5	4	3	1	1	1	15

Una vez realizada la fase de ponderación, cada participante procedió a puntuar cada subtarea dentro de las 6 dimensiones de carga, para determinar no solo la fuente de la carga, sino la magnitud de la misma.

Tal como el método dicta, cada participante calificó de 1 a 20, el grado de carga que a su consideración es la que en mayor o menor medida cada dimensión influencia la tarea.

Tabla 3. Fase de puntuación (calificación de la carga mental)

Tareas / Sub tareas	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	TOTAL
1. PLANEACION PRELIMINAR							
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	9	2	4	3	1	1	20
Comunicación (radio,pito)	8	1	6	1	1	1	18
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	12	2	8	1	1	2	26
Reunión de inicio	13	1	6	2	2	2	25
Señalización de advertencia	6	3	2	2	1	1	14
2. COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA							
Crear y despejar ruta de escape	14	7	5	2	1	2	30
Crecimiento y grosor de ramas	15	1	4	1	1	2	24
Dirección del viento	8	1	10	1	1	1	22
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	8	2	3	3	1	2	19
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	12	1	5	4	1	2	24
3. PODA DE FUSTE							
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	15	1	10	1	1	1	29
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0
4. DECIDIR TÉCNICA DE CORTE							
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	17	10	9	4	1	1	41
Hacer corte de dirección	14	6	8	4	1	2	34
No perder de vista el árbol en su caída	12	10	10	5	1	1	39
Uso de cuña (cuando aplique)	15	4	8	3	2	2	34
5. PROCESAR EL ÁRBOL							
Desramar	8	11	7	3	1	1	31
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	12	11	7	2	2	1	35

Una vez calificada cada subtarea, se proyectó la puntuación a una escala de 1 a 100 para obtener la puntuación convertida, logrando la tabla 4:

Tabla 4. Puntuación convertida de la carga de mental

Tareas / Sub tareas	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración
1. PLANEACION PRELIMINAR						
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	43	12	21	13	5	6
Comunicación (radio,pito)	40	5	30	5	5	5
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	60	11	41	5	5	9
Reunión de inicio	65	5	29	8	8	12
Señalización de advertencia	28	13	10	10	5	5
2. COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA						
Crear y despejar ruta de escape	70	35	25	10	5	8
Crecimiento y grosor de ramas	73	5	22	5	5	10
Dirección del viento	40	5	50	5	5	5
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	40	11	15	14	5	8
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	59	5	24	20	5	8
3. PODA DE FUSTE						
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	75	5	50	5	5	5
Despejar área	0	0	0	0	0	0
4. DECIDIR TÉCNICA DE CORTE						
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	83	48	43	19	7	5
Hacer corte de dirección	69	29	39	19	5	8
No perder de vista el árbol en su caída	62	48	48	27	6	5
Uso de cuña (cuando aplique)	76	21	41	15	9	8
5. PROCESAR EL ÁRBOL						
Desramar	40	54	36	14	5	6
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	62	54	33	11	10	5

Una vez se obtuvo la puntuación convertida, se multiplicó por el peso de la carga y el resultado de ello es la puntuación ponderada, la cual da respuesta a la carga de mental de trabajo para cada tarea (tabla 5):

Tabla 5. Carga mental de trabajo en el proceso de tala

Tareas / Sub tareas	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	Total	VALORACIÓN
1. PLANEACION PRELIMINAR								
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	213	24	84	25	5	6	358	BAJA
Comunicación (radio,pito)	200	5	120	5	5	15	350	BAJA
Identificación de peligros (triángulo de riesgo)	300	23	165	5	5	18	516	MEDIA
Reunión de inicio	325	5	116	8	8	37	498	BAJA
Señalización de advertencia	138	50	20	20	5	5	238	BAJA
2. COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA								
Crear y despejar ruta de escape	348	139	75	10	5	8	585	MEDIA
Crecimiento y grosor de ramas	364	5	89	5	5	30	498	BAJA
Dirección del viento	200	5	200	10	5	10	430	BAJA
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	200	23	45	28	5	16	316	BAJA
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	293	5	97	60	5	8	468	BAJA
3. PODA DE FUSTE								
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	375	10	200	5	5	10	605	MEDIA
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0	BAJA
4. DECIDIR TÉCNICA DE CORTE								
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	413	190	130	19	7	5	763	MEDIA
Hacer corte de dirección	346	86	157	39	0	8	635	MEDIA
No perder de vista el árbol en su caída	308	145	143	53	6	5	660	MEDIA
Uso de cuña (cuando aplique)	382	43	165	31	9	8	638	MEDIA
5. PROCESAR EL ÁRBOL								
Desramar	160	268	109	29	0	6	572	MEDIA
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	311	214	99	11	10	5	649	MEDIA
CARGA MENTAL PONDERADA							8.779	
CARGA MENTAL MEDIA PONDERADA							585	MEDIA

El resultado general es una carga mental de trabajo, media, donde cada tarea tiene una subtarea que genera mayor peso y mayor importancia subjetiva:

8.3.1. En la planeación preliminar

La identificación de peligros es la subtarea que genera mayor peso, en esta los participantes manifiestan que la metodología de evaluación a través del triángulo de riesgo, exige observar y evaluar los árboles o el lote que van a intervenir, así como también las condiciones locativas a las que están expuestos, esta subtarea les exige también recordar y tener claro el protocolo de seguridad, razón por la que toma mayor importancia la dimensión mental. Por otro lado, los motosierristas manifiestan que la dimensión temporal, juega un papel elemental en la evaluación del riesgo, pues es una subtarea que se debe realizar con la mayor precisión posible, por tanto, no puede hacerse de forma rápida pues la integridad personal, del equipo y de la empresa depende en gran medida de la correcta evaluación, sin embargo, tampoco puede hacerse de modo que tome mucho tiempo, pues el rendimiento productivo depende de en gran medida de la labor que realiza el motosierrista.

La reunión de inicio es la subtarea que ocupa el segundo lugar de importancia, los participantes manifiestan lo significativa que es la dimensión mental en esta subtarea, pues declaran que la concentración y la atención son fundamentales para recibir la información, sin embargo, aunque consideran importante y positiva la reunión de inicio, también se convierte en carga cuando esta tiende a ser extensa, pues empieza a tomar mayor relevancia la exigencia temporal, ya tienen bajo control de sus tiempos de descanso y/o del tiempo para terminar su jornada de trabajo.

8.3.2. En la comprobación de la dirección de caída del árbol

Crear y despejar la ruta de escape es la subtarea de mayor importancia, en esta, las dimensiones mental y física tiene mayor peso, pues la concentración y evaluación del terreno juegan un papel de vital importancia, ya que la ruta de escape es el camino por el cual saldrá el motosierrista en el preciso momento en que el árbol estará punto de caer, es la ruta que le garantiza su seguridad e incluso su vida, así mismo, la demanda física es alta, pues el equipo protección y la motosierra tienen un peso considerable y el traslado debe ser rápido para evadir la zona de peligro y salvaguardar su integridad.

8.3.3. En la poda

El predesrame es una subactividad que los participantes identifican con una importante fuente de carga mental y temporal, en esta manifiestan que la observación y el dominio de las técnicas de corte son fundamentales en la realización de la subtarea, así mismo, el tiempo que se toman no puede ser prolongado.

8.3.4. En decidir la técnica de corte

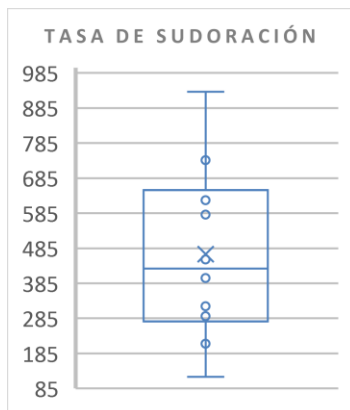
Esta tarea implica la realización de 4 subtareas: elegir el corte de acuerdo a la condición del árbol, hacer el corte de dirección, observar el árbol y no perderlo de vista mientras se interviene y finalmente utilizar herramientas de seguridad cuando sea necesario, las 4 subactividades fueron identificadas como fuente importante de carga mental, física y temporal, donde la atención, concentración, observación, esfuerzo físico y agilidad son intrínsecas al desarrollo de la tarea.

8.3.5. En procesar el árbol

Hacer el desrame y dimensionado son subtareas con una carga física significativa (241) la cual va acompañada carga mental (235) y temporal (104) que hacen de la tarea una fuente de carga sustancial en el proceso de tala.

8.4. CARGA FÍSICA

8.4.1. Tasa de sudoración

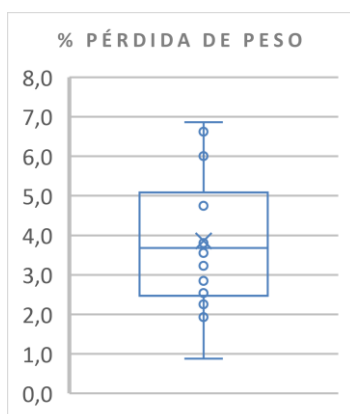


La tasa de sudoración tuvo un valor promedio de 468 mL/h, un mínimo de 118 mL/h y un máximo de 931 mL/h, el 50% de las tasas de sudoración están alrededor 374 mL/h.

La parte superior de la caja es más amplia que la inferior lo que indica que las tasas de sudoración comprendidas entre el 50% y el 75% de la población esta mas dispersas que las comprendidas entre el 25% y el 50%.

El bigote inferior demuestra mayor concentración en las tasas de sudoración menor.

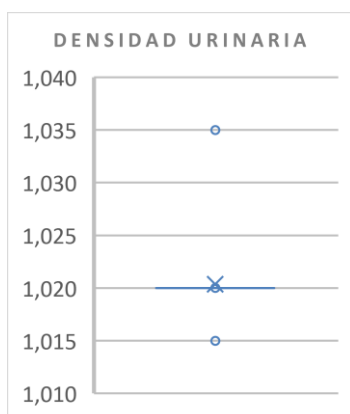
8.4.2. Pérdida de peso



La pérdida de peso tuvo un valor promedio de 3.9%, un mínimo de 0.9% y un máximo de 6.9% de pérdida del peso corporal, el 50% de los datos están alrededor 2.6%, sin embargo, los datos presentados, tienen un margen de error bastante elevado, pues se presentaron inconvenientes al momento de realizar el pesaje, dado que la superficie del suelo no era firme, y esto pudo conllevar distorsionar en el peso registrado.

Aunque la caja y los bigotes, muestran una distribución homogénea los resultados dan cuenta un estado fisiológico alarmante que, de ser real, pondría en alto riesgo la integridad física de los motosierristas.

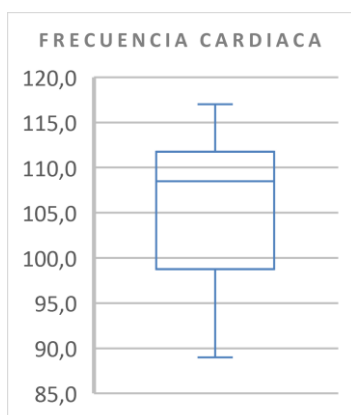
8.4.3. Densidad urinaria



De acuerdo a la información que brindan las tiras reactivas de uroanálisis 10v de IHR diagnóstica, la densidad específica normal de la orina oscila entre 1.001 y 1.035.

Los resultados se concentran en una densidad urinaria 1.020, sin embargo, hay dos datos extremos 1.015 y 1.035, los cuales podrían deberse a un error en la lectura de la tira reactiva ya que no evidenció signos de deshidratación en los participantes.

8.4.4. Frecuencia cardíaca



La frecuencia cardíaca mínima fue de 89 lat/min y la máxima de 117 lat/min, la mediana fue de 108.5 lat/min.

La parte inferior de la caja es más amplia que la superior lo que indica que la frecuencia cardíaca comprendidas entre el 25% y el 50% de la población está más dispersas que la comprendida entre el 50% y el 75%.

El bigote superior demuestra mayor concentración en las frecuencias cardíacas mayores,

Esta variable es un estimador del consumo de oxígeno e indicador de carga física, demuestra que aquel trabajador que menor incremento presente en la FC, será el más apto para desarrollar la actividad de tala. La frecuencia cardíaca normal oscila entre 60 y 90 latidos/min, mientras que la frecuencia cardíaca en reposo en hombres es de 60.

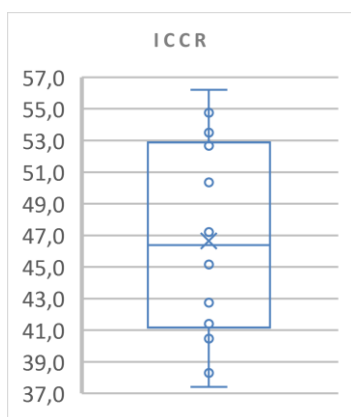
Dados los resultados, se determina que el 28% de los participantes tienen frecuencia promedio dentro del rango normal, mientras que el 71% está por encima. Por otra parte, se identificó que el 100% de los motosierristas, presentaron frecuencia cardíaca en reposo muy por debajo del promedio normal, lo que indica que su cuerpo ha pasado por un periodo de adaptación y para acoplarse a las demandas físicas de la actividad.

Trabajador	FC promedio	FC en reposo	Aumento de FC
1	99	48	29
2	114	46	41
3	117	38	48
4	103	47	41
5	116	40	55
6	98	40	49
7	111	39	66
8	89	36	45
9	109	40	21
10	111	39	38
11	93	39	27
12	108	39	31
13	109	40	32
14	108	38	27

Durante la realización de cualquier trabajo físico existe un aumento evidente de la FC, esto depende de la velocidad, intensidad y duración del trabajo, el contenido emocional, la temperatura ambiente, la humedad, y la aptitud física de la persona entre otros aspectos.

Factores emocionales como nerviosismo, estrés, presión de tiempos pueden aumentar la frecuencia cardiaca durante el reposo y el desarrollo de la actividad laboral.

8.4.5. Índice de costo cardiaco relativo



La mediana del ICCR es 46.4, los datos variaron entre 37.4 y 56.2, la caja y los bigotes, muestran una distribución homogénea

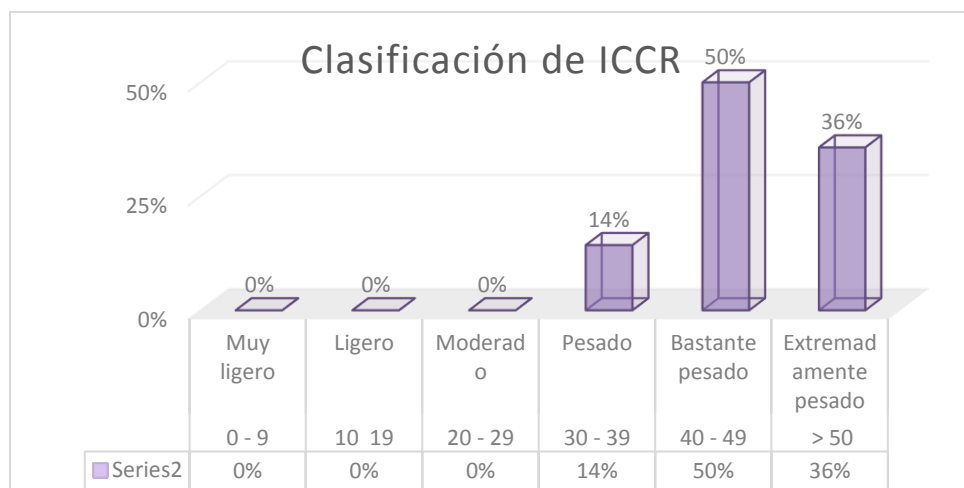
Teniendo en cuenta variables como la edad, la frecuencia cardiaca promedio, la frecuencia cardiaca en reposo y la frecuencia máxima teórica ($220 - \text{edad}$), se calculó el índice de costo cardiaco relativo (ICCR) y el costo cardiaco absoluto (CCA), para luego clasificar la carga de trabajo de acuerdo a los resultados.

Id	Edad	FC Trabajo	FC Reposo	FC Máxima teórica	ICCR	CCA	TMAT
1	46	99	48	174	40,5	51	5.3
2	53	114	46	167	56,2	68	2.7
3	32	117	38	188	52,7	79	3.1
4	42	103	47	178	42,7	56	4.7
5	19	116	40	201	47,2	76	4.0
6	25	98	40	195	37,4	58	6.0
7	38	111	39	182	50,3	72	3.5
8	56	89	36	164	41,4	53	5.1
9	51	109	40	169	53,5	69	3.1
10	23	111	39	197	45,6	72	4.3
11	40	93	39	180	38,3	54	5.8
12	55	108	39	165	54,8	69	2.8
13	34	109	40	186	47,3	69	4
14	27	108	38	193	45,2	70	4.3

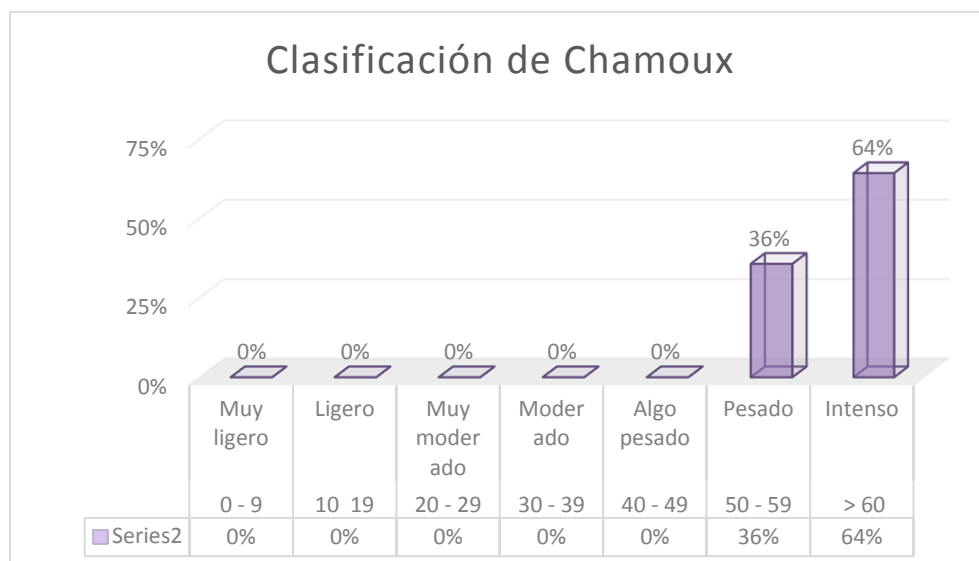
De acuerdo a los requerimientos físicos de la tala, a la capacidad fisiológica mostrada por los motosierristas y al diseño actual del puesto de trabajo, los motosierristas pueden trabajar en promedio 4.1 horas máximo, sin que el trabajo le genere fatiga.

El tiempo de trabajo máximo aceptable, TMAT, en promedio debe ser de 4.1 horas, pudiendo variar de acuerdo a la capacidad fisiológica del motosierrista desde 2.7 hasta 6 horas.

Clasificando la carga física de acuerdo al índice de costo cardiaco relativo (ICCR), el proceso de tala, es una actividad catalogada en un 14% como pesada, en un 50% como bastante pesada y 36 como extremadamente pesada.



De acuerdo a los criterios de Chamoux, la carga física de trabajo se clasifica desde muy ligero hasta intenso, teniendo en cuenta el costo cardiaco absoluto; de acuerdo a la respuesta fisiológica del 36% de los motosierristas, el trabajo físico es pesado, mientras que el 64% da cuenta de un esfuerzo físico intenso.

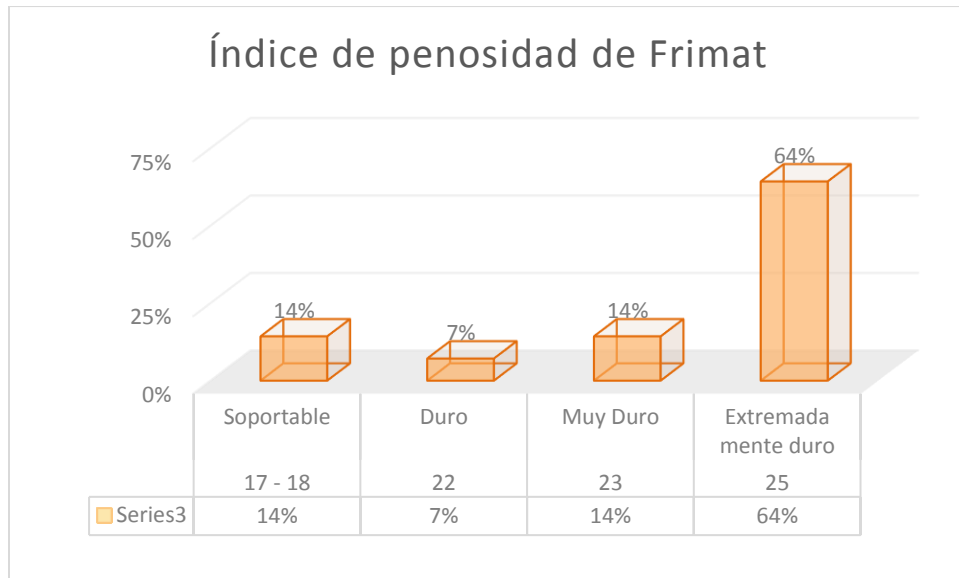


Desde un punto de vista fisiológico, se considera trabajo pesado todo aquel que supere el umbral anaeróbico, el cual se define como la máxima intensidad de exigencia física a la que se puede someter el cuerpo por un periodo de tiempo prolongado sin que se acumule demasiado ácido láctico en el torrente sanguíneo, lo cual puede provocar tensión muscular.

8.4.6. Índice de penosidad de Frimat

CRITERIO		Edad	FC media	▲ FC	FC max t	FC max teórica	FC reposo	CCA	CCR	ÍNDICE
Trabajador 1	Variable	46	99	29	128	174	48	51	40	
	Valor		2	2	2			6	6	18
Trabajador 2	Variable	53	114	41	155	167	46	68	56	
	Valor		6	6	6			6	6	30
Trabajador 3	Variable	32	117	48	165	188	38	79	53	
	Valor		6	6	6			6	6	30
Trabajador 4	Variable	42	103	41	144	178	47	56	43	
	Valor		4	6	5			6	6	27
Trabajador 5	Variable	19	116	55	171	201	40	76	47	
	Valor		6	6	6			6	6	30
Trabajador 6	Variable	25	98	49	147	195	40	58	37	
	Valor		2	6	5			6	6	25
Trabajador 7	Variable	38	111	66	177	182	39	72	50	
	Valor		6	6	6			6	6	30
Trabajador 8	Variable	56	89	45	134	164	36	53	41	
	Valor		1	6	4			6	6	23
Trabajador 9	Variable	51	109	21	130	169	40	69	53	
	Valor		5	1	4			6	6	22
Trabajador 10	Variable	23	111	38	149	197	39	72	46	
	Valor		6	5	5			6	6	28
Trabajador 11	Variable	40	93	27	120	180	39	54	38	
	Valor		1	2	2			6	6	17
Trabajador 12	Variable	55	108	31	139	165	39	69	55	
	Valor		5	4	4			6	6	25
Trabajador 13	Variable	34	109	32	141	186	40	69	47	
	Valor		5	4	5			6	6	26
Trabajador 14	Variable	27	108	27	135	193	38	70	45	
	Valor		5	2	4			6	6	23

De acuerdo a los datos recolectados, la respuesta fisiológica demuestra una excelente condición física, en la que el 14% de los participantes indica que el proceso de tala tiene una carga física soportable, para el 7% el trabajo físico es duro, para el 14% muy duro y para el 64% el esfuerzo físico es extremadamente duro.



8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

8.5.1. Prueba chi cuadrado

a. Definición de hipótesis:

Hipótesis	Regla de decisión
Nula Ho: Las tareas realizadas en el proceso de tala no se relacionan con la carga mental de los motorieristas	Se rechaza Ho si: $X^2 > \text{Valor crítico}$
Alternativa HA: Las tareas realizadas en el proceso de tala se relacionan con la carga mental de los motorieristas	Se acepta HA si: $X^2 < \text{Valor crítico}$

Definición de alfa

Para concluir si las dimensiones de carga mental y las tareas proceso de tala son independientes o no, se asumirá un riesgo del 5% ($\alpha = 0.05$)

b. Cálculo de frecuencias observadas y esperadas

En la matriz de frecuencias observadas se relacionó la carga media ponderada en cada una de las dimensiones por tarea, es decir que cada valor de la tabla 5 se dividió por 15, obteniendo así la siguiente la siguiente matriz:

Tabla 6.. Tabla de frecuencia observada

Tarea / Dimensión de la carga	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	Total
1 PLANEACION PRELIMINAR							
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	14	2	6	2	0	0	24
Comunicación (radio,pito)	13	0	8	0	0	1	23
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	20	2	11	0	0	1	34
Reunión de inicio	22	0	8	1	1	2	33
Señalización de advertencia	9	3	1	1	0	0	16
2 COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA							
Crear y despejar ruta de escape	23	9	5	1	0	1	39
Crecimiento y grosor de ramas	24	0	6	0	0	2	33
Dirección del viento	13	0	13	1	0	1	29
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	13	2	3	2	0	1	21
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	20	0	6	4	0	1	31
3 PODA DE FUSTE							
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	25	1	13	0	0	1	40
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0
4 DECIDIR TÉCNICA DE CORTE							
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	28	13	9	1	0	0	51
Hacer corte de dirección	23	6	10	3	0	1	42
No perder de vista el árbol en su caída	21	10	10	4	0	0	44
Uso de cuña (cuando aplique)	25	3	11	2	1	1	43
5 PROCESAR EL ÁRBOL							
Desramar	11	18	7	2	0	0	38
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	21	14	7	1	1	0	43
Total	325	83	134	24	6	13	585

La matriz de frecuencias esperadas se logró con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ei = \frac{ni * nj}{n}$$

Donde,

Ei = Frecuencia esperada

Ni = Frecuencia marginal de la fila

Nj = Frecuencia marginal de la columna

N = La sumatoria de las frecuencias esperadas

Tabla 7. Tabla de frecuencias esperadas

Tarea / Dimensión de la carga	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	Total
1 PLANEACION PRELIMINAR							
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	13	3	5	1	0	1	24
Comunicación (radio,pito)	13	3	5	1	0	1	23
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	19	5	8	1	0	1	34
Reunión de inicio	18	5	8	1	0	1	33
Señalización de advertencia	9	2	4	1	0	0	16
2 COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA							
Crear y despejar ruta de escape	22	5	9	2	0	1	39
Crecimiento y grosor de ramas	18	5	8	1	0	1	33
Dirección del viento	16	4	7	1	0	1	29
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	12	3	5	1	0	0	21
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	17	4	7	1	0	1	31
3 PODA DE FUSTE							
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	22	6	9	2	0	1	40
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0
4 DECIDIR TÉCNICA DE CORTE							
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	28	7	12	2	1	1	51
Hacer corte de dirección	24	6	10	2	0	1	42
No perder de vista el árbol en su caída	24	6	10	2	0	1	44
Uso de cuña (cuando aplique)	24	6	10	2	0	1	43
5 PROCESAR EL ÁRBOL							
Desramar	21	5	9	2	0	1	38
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	24	6	10	2	0	1	43
Total	325	83	134	24	6	13	585

c. Cálculo del estadístico de prueba chi cuadrado

La tabla de frecuencia se calculó con la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde,

χ^2 = Estadístico de prueba

o_i = Representa a cada frecuencia observada

e_i = representa a cada frecuencia esperada

Tabla 8. Tabla de contingencia _ Chi cuadrado

Tarea / Dimensión de la carga	Exigencia mental	Exigencia física	Exigencia temporal	Esfuerzo	Rendimiento	Nivel de frustración	Total
1 PLANEACION PRELIMINAR							
Alistamiento de epp, equipo forestal (revisión)	0	1	0	0	0	0	2
Comunicación (radio,pito)	0	3	1	0	0	0	5
Identificación de peligros (triangulo de riesgo)	0	2	1	1	0	0	5
Reunión de inicio	1	4	0	0	0	4	9
Señalización de advertencia	0	1	1	1	0	0	3
2 COMPROBACIÓN DE DIRECCIÓN DE CAÍDA							
Crear y despejar ruta de escape	0	3	2	1	0	0	5
Crecimiento y grosor de ramas	2	4	0	1	0	2	9
Dirección del viento	0	3	7	0	0	0	11
Limpiar/Despejar alrededor de la dirección de caída	0	1	1	1	0	1	4
Observar dirección natural de la caída (o patrón de tumba)	0	4	0	6	0	0	10
3 PODA DE FUSTE							
A la altura del hombro deshacerse de ramas grandes y pequeñas que puedan entorpecer el corte de tala	0	4	2	1	0	0	8
Despejar área	0	0	0	0	0	0	0
4 DECIDIR TÉCNICA DE CORTE							
Elegir corte de tala de acuerdo al estado y tamaño del árbol, de la motosierra y de la pendiente.	0	4	1	0	0	1	6
Hacer corte de dirección	0	0	0	0	0	0	1
No perder de vista el árbol en su caída	1	2	0	2	0	0	5
Uso de cuña (cuando aplique)	0	2	0	0	0	0	2
5 PROCESAR EL ÁRBOL							
Desramar	5	29	0	0	0	0	35
Dimensionar (a favor de la pendiente y sin personas al rededor)	0	11	1	1	0	0	14
Total	10	77	18	15	1	10	132

d. Prueba de hipótesis

Indicador	Símbolo	Fórmula	Resultado
Chi cuadrado	χ^2	$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$	132
Grados de libertad	gl	Gl = (6-1)*(17-1)	80
Error asumido	α	1 – 5%	0.05
Valor crítico	$Z_{\alpha/2}$	Inversa chi cuadrado (0.05, 80)	101.8

e. Decisión

Se rechaza la hipótesis nula puesto que el estadístico de prueba Chi cuadrado (132) es mayor al valor crítico (101.8), por lo tanto, se concluye que existe asociación entre las dimensiones de carga mental y las tareas desarrolladas en el proceso de tala.

8.5.2. Análisis univariado

Tabla 9. Estadísticos descriptivos para las variables de carga física

Estadístico	Tasa de sudoración	Perdida peso %	Densidad urinaria	FC	ICCR	índice de penosidad
Media	467,9	3,9	1,02	106,1	46,6	25,3
Error típico	64,2	0,5	0,00	2,3	1,6	1,2
Mediana	426,6	3,7	1,02	108,5	46,4	25,5
Moda	#N/D	#N/D	1,02	111,0	#N/D	30,0
Desviación estándar	240,2	1,8	0,00	8,5	6,2	4,3
Varianza de la muestra	57694,2	3,2	0,00	72,4	38,0	18,7
Curtosis	-0,8	-0,6	9,35	-0,3	-1,2	-0,4
Coeficiente de asimetría	0,4	0,3	2,64	-0,7	0,1	-0,6
Rango	812,7	6,0	0,02	28,0	18,8	13,0
Mínimo	118,5	0,9	1,02	89,0	37,4	17,0
Máximo	931,2	6,9	1,04	117,0	56,2	30,0
Suma	6551,0	54,0	14,29	1485,0	653,0	354,0
Cuenta	14,0	14,0	14,00	14,0	14,0	14,0
Nivel de confianza (95,0%)	138,7	1,0	0,00	4,9	3,6	2,5

La tasa de sudoración promedio fue de 467.9 mL/h, y desviación de 240 mL/h, lo que indica una alta dispersión de datos, para la tarea se esperaría una tasa de sudoración no menor a 329.2 mL/h y no mayor a 606.6.

La pérdida de peso fue en promedio de 3.9% con una desviación de 1.8%, lo que indica una alta dispersión, en el proceso de tala se esperaría una pérdida de peso entre 2.1% y 5.7%, sin embargo, se deben tener en cuenta los posibles errores en la recolección de datos antes de tener en cuenta los valores aquí expuestos.

Con un nivel de confianza del 95% y una desviación de 0.004, la densidad urinaria promedio es de 1.20 lo que indica normalidad en la prueba.

La frecuencia cardiaca promedio fue de 106.1 latidos por minuto. Con una desviación de 8.5 y un nivel de confianza del 95%, se esperaría que, en el desarrollo de tareas propias de la tala, la variable no presente valores inferiores a 101.2 lat/min y no mayor a 111 lat/min.

El índice de costo cardiaco fue en promedio de 46.6, razón por la que se cataloga la tala como una tarea bastante pesada, con un nivel de confianza del 95% y una desviación de 6.2, se esperaría que proceso de tala presente un costo cardiaco entre 43 y 50.2, lo que indica una demanda intensa o extremadamente intensa.

El índice promedio en la clasificación de Frimat fue de 25.3, lo cual significa que la tala es una tarea extremadamente pesada, de la cual se esperaría que el menor índice sea de 22.8 siendo de igual manera una tarea que requiere de un esfuerzo físico muy duro.

8.5.3. Análisis multivariado

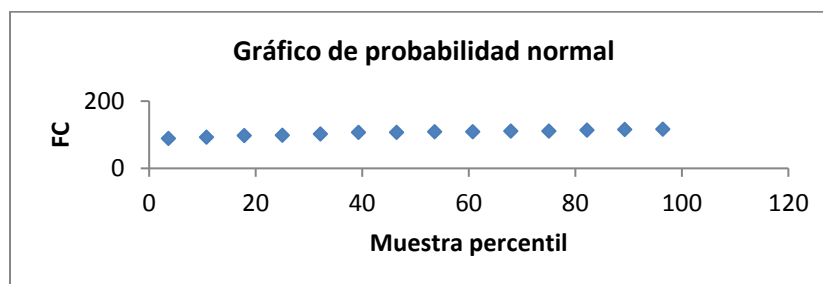
Se calculó el coeficiente de correlación entre las variables de carga física, determinando que en un 87.8% hay relación directa y fuerte entre las variables estudiadas, el coeficiente de determinación indica un 62.7% de probabilidad que, si una variable cambia su valor, las demás también lo harán, lo cual confirma la relación entre ellas.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,87804288
Coeficiente de determinación R ²	0,77095929
R ² ajustado	0,62780885
Error típico	5,19026668
Observaciones	14

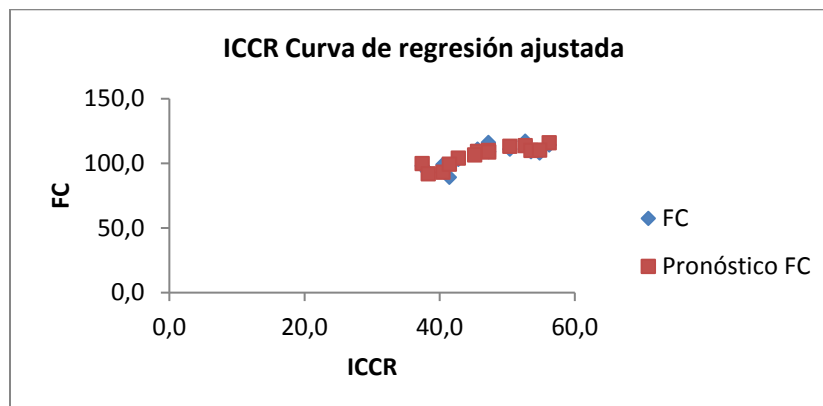
Aunque la estadística de la regresión indica relación entre las variables, es necesario hacer la prueba del estadístico t, para determinar qué tan significativa es cada variable en la regresión:

	<i>Coeficiente</i> <i>s</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico</i> <i>t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior</i> <i>95%</i>	<i>Superior</i> <i>95%</i>	<i>Inferior</i> <i>95,0%</i>	<i>Superior</i> <i>95,0%</i>
Intercepción	120,759103	437,895913	0,27577125	0,78971329	889,030683	1130,54889	889,030683	1130,54889
Tasa de sudoración	0,01806393	0,02246258	0,80417892	0,4445314	0,03373487	0,06986274	0,03373487	0,06986274
Pérdida peso %	-1,72570892	2,9944103	0,57631011	0,58025368	8,63083146	5,17941361	8,63083146	5,17941361
Densidad urinaria	-71,4135586	421,26778	0,16952058	0,86959539	-1042,8588	900,031683	-1042,8588	900,031683
Índice de penosidad Frimat	0,98250663	0,50747714	1,93606087	0,08888525	0,18773775	2,15275101	0,18773775	2,15275101
ICCR	0,67611064	0,2825487	2,3928995	0,04365783	0,02455217	1,32766911	0,02455217	1,32766911

El valor crítico calculado es 2.178, lo que representa que todo valor del estadístico t que sea menor al valor crítico debe ser descartado ya que no es significativo dentro de la ecuación lineal.



Dada esta razón se determina que índice de costo cardiaco y la frecuencia cardiaca están significativamente relacionadas



9. DISCUSIÓN

Al estudiar el comportamiento de la carga de trabajo en los motosierristas, se observa una actividad dinámica que requiere del trabajador la activación de mecanismos mentales y físicos en los que, por el lado mental, la tala exige permanecer concentrados y en estado de alerta permanente y en lo físico, demanda un alto esfuerzo.

En lo que concierne a la carga mental, los motosierristas expresan que están expuestos a un nivel medio de carga, resultado que coincide con el estudio realizado por Ibañez J, 2016, (11), denominado “Influencia de fatiga laboral, riesgos psicosociales y conflicto trabajo-familia en la accidentabilidad de trabajadores forestales”, Chile, en el que evaluaron tres dimensiones a través de instrumentos en escala Likert, en el que la fatiga física y mental se evaluó de manera perceptiva y subjetiva, encontrando un nivel de fatiga moderado, trabajadores forestales libres de riesgos psicosociales y un conflicto medio/bajo en la interferencia trabajo – familia.

Aunque los dos estudios se realizan con instrumentos de evaluación distintos, los dos tienen una población objetivo similar, que coincide en expresar que mentalmente existe una carga inherente al trabajo forestal.

El estudio realizado por Ibañez J, 2016, centra la evaluación, en el efecto de la carga mental, identificando la fatiga en un nivel medio, mientras que el instrumento del presente estudio evalúa de manera subjetiva la fuente de carga mental, sin estimar signos, síntomas o efectos de la carga expresada, sin embargo, con la observación directa como método de recolección de datos, se identificó en los trabajadores la presencia de un efecto de fatiga.

El efecto observado se relaciona con la hipovigilancia, la tarea de tala, de principio a fin les exige un nivel sostenido y alto de atención, sin embargo, el ciclo de trabajo es tan corto y repetitivo que la atención o vigilancia sobre el riesgo se ve reducida y se desarrollan algunas acciones que tienden a potenciar el riesgo en la tarea.

Se identificó que hay tareas específicas con las que se pasa por alto ciertas situaciones de peligro, tal como operar con viento fuerte o romper las reglas de vida definidas por la empresa e intervenir árboles en riesgo

De acuerdo a la norma técnica preventiva 177, en la carga física, los músculos usan oxígeno para transformar los alimentos en energía mecánica, cuanta más energía se requiere para llevar a cabo una tarea determinada, más oxígeno se necesita para exigir el aumento de la circulación sanguínea, en consecuencia, una frecuencia cardíaca alta implica en proporción un mayor consumo de oxígeno y por tanto mayor intensidad del trabajo, así entonces, los resultados indican que los motosierristas evaluados están expuestos a un nivel muy alto de carga física, lo cual se convierte en un patrón de comparación, con respecto al estudio realizado por Apud et al (27), en el cual evaluó un grupo de trabajadores del sector silvícola, encontrando un umbral de frecuencia cardíaca de 123 latidos por minuto.

De acuerdo Apud et al. 1999, es muy importante destacar que los valores presentados (FC de 123 lat/min, ICCR 60%), representan el nivel promedio más alto para trabajo sostenido y que no es habitual que los trabajadores realicen sus actividades justo en ese límite, lo cual no sólo conlleva a la fatiga por la carga cardiovascular, sino que también por problemas de hidratación, alimentación y fatiga local en piernas y brazos, entre otros factores.

Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenidos y a las declaraciones de los motosierristas se puede decir que la tarea de tala, les exige someterse físicamente a una intensidad tan fuerte de trabajo que desde el primer día sobrepasan su umbral anaeróbico, manifiestan que cuando inician en la actividad de tala, pasan por un periodo de adaptación en la que hay sensaciones de ardor, de contracciones musculares y espasmos, que en algunos casos son tan fuertes que no les permiten terminar la jornada laboral y deben detenerse para tomar un descanso y recuperarse físicamente.

Declaran que las sensaciones descritas pueden extenderse por un periodo de 30 a 45 días, mientras logran hacer la actividad sin que el esfuerzo físico les genere dificultades. Lo anterior indica que una vez los motosierristas nuevos empiezan en la actividad, rápidamente superan el umbral anaeróbico y el lactato en la sangre empieza a acumularse provocando también un aumento de la frecuencia cardíaca. Esto sucede porque el ácido láctico no se puede eliminar lo suficientemente rápido y se combina con otras moléculas para producir más energía. Una vez el metabolismo anaeróbico del motosierrista se adapta, el cuerpo procesa más rápido el lactato y le permite desarrollar la actividad con normalidad. De acuerdo a J. Chicharro, (28), las cargas de trabajo que superan el umbral láctico, tienen mejoras en la transición aeróbica anaeróbica, lo que ofrece mejor resistencia y capacidad

de respuesta física, esto debido a la relación estrecha entre el umbral anaeróbico y el rendimiento físico, lo que confirma, que la capacidad de adaptación fisiológica de los motosierristas está relacionada con el nivel de exigencia de la tarea.

Por otra parte, el resultado obtenido es similar con el estudio “Evaluación de la carga fisiológica de trabajadores forestales en operaciones de tala”, (10) realizado en Turquía, el cual demostró que la tala es un trabajo pesado, registrando una frecuencia cardiaca promedio de 122.8 lat/min, una frecuencia en reposo de 70.5 lat/min y un índice de costo cardiaco relativo promedio de 44.79%. Los dos estudios tienen en común la utilización de una banda polar para monitorear la frecuencia cardiaca.

Por otra parte, al hacer una revisión de la carga física de trabajo en el sector agrícola se encontró un estudio realizado en Argentina, (29) que evaluó la carga de trabajo en trabajadores de cosecha de patatas, encontrando una frecuencia cardiaca de 165 latidos por minuto y un índice de costo cardiaco de 65%, en este estudio predomina la fuerza y la posición corporal en cuquillas y agachado, los resultados indican una carga alta de trabajo lo que en consideración con el actual estudio, se podría asociar no solo a la labor sino a las condiciones ambientales y locativas en las que se desarrolla la labor.

Al evaluar la tasa de sudoración y la pérdida de peso, se encuentra que Da Silveria F, 2006 (20) afirma que la deshidratación expresada a través de la pérdida de peso aun en niveles bajos de tan solo el 2% del peso corporal perdido, pueden perjudicar el rendimiento físico. Por otra parte, un estudio desarrollado por García J, 2010 (30), evaluó la tasa de sudoración en jugadores de futbol sala profesional por un tiempo de 55 minutos, encontrando que la tasa promedio de sudoración es de 2629 mL/h y una pérdida de peso de 0.99%, lo cual es confirmado por otro estudio similar realizado por Barbero J, 2006, (31) que encontró una pérdida de peso de 0.88%, lo cual resulta incongruente con los datos obtenidos en el presente estudio donde se evaluó a los motosierristas por un periodo de tiempo de 6 horas y se encontró que la tasa de sudoración fue de apenas 468 mL/h y 3.9% de pérdida de peso.

En vista de tener datos tan alejados de la fundamentación teórica y de estudios que evalúan la misma variable e incluso por menos tiempo, se determina que el resultado obtenido debe ser descartado como una característica o variable de referencia y que este se tribuye a un error instrumental, pues durante la recolección de datos en todos los casos, no fue posible encontrar una superficie completamente firme que pudiera soportar la balanza digital lo que pudo generar error en el registro de peso corporal.

10. CONCLUSIONES

Los resultados evidencian que los requerimientos mentales y físicos de la tarea de tala son altos y que la capacidad de adaptación física de los motosierristas es buena, sin embargo, a pesar de su buena condición física no logra ser suficiente para soportar la carga de trabajo, por seguridad de los trabajadores y de acuerdo a los resultados estimados del TMAAT, la jornada no debe extenderse por más de 6 horas.

La observación y concentración son las funciones cognitivas mas demandadas por los trabajadores, donde los participantes ponen en juego todos sus sentidos para captar el momento, objeto o situación y reconstruyen mentalmente para dar respuesta o solución a las demandas de la tarea.

De acuerdo al comportamiento de la frecuencia cardiaca y el índice de costo cardiaco relativo, se pudo establecer que la actividad de tala es una actividad pesada o extremadamente pesada, esto permite concluir que la relación demanda / respuesta física, no es equilibrada y pone en riesgo la integridad de los trabajadores si no se interviene este factor de riesgo ocupacional.

La carga de trabajo para los motosierristas evaluados es independiente de factores como la edad o la antigüedad en el cargo, lo que hace necesario pensar en evaluar aspectos organizacionales como los tiempos de exposición a la labor, y algunos factores tecnológicos de la misma pueden ser intervenidos y modificados.

11. RECOMENDACIONES

Se deben realizar pausas de corta duración y con mayor frecuencia para reducir o evitar la fatiga mental y física, estas pausas deberán ser diferentes a las que se realizan durante el tanqueo de la motosierra.

En la etapa iniciación de los motosierristas se recomienda suministrar bebidas iso o hipotónicas con cloro, sodio, magnesio, potasio o calcio y zinc.

Si los trabajadores presentan sensación de ardor, contracción o espasmo muscular, se recomienda suspender el trabajo y realizar una pausa de recuperación con estiramiento, e hidratación adecuada.

Descansar o dormir por lo menos 8 horas, tener una alimentación adecuadamente balanceada en proteína, carbohidratos, grasas y minerales.

Complementar la alimentación con productos suplementarios como el citrato de magnesio

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Silva Herrera LJ. La silvicultura y el desarrollo socioeconómico [Internet]. Vol. 9, Revista Colombia forestal. 2006. p. 217–32. Available from: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/3361/4891>
2. Organización Internacional del Trabajo. Goog Practices in labour inspection the rural sector with special attention to agriculture [Internet]. Ginebra; 2012 [cited 2020 Mar 4]. Available from: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/instructionalmaterial/wcms_183022.pdf
3. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Directrices sobre la inspección del trabajo en la silvicultura [Internet]. GINEBRA ; 2005 [cited 2020 Mar 4]. Available from: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112510.pdf
4. Blombäck P, Poschen P. ¿Es digno el trabajo del sector forestal? Mejora del trabajo forestal y de los medios de subsistencia que dependen de los bosques [Internet]. 2003 [cited 2020 Mar 1]. Available from: <http://www.fao.org/3/XII/MS8-S.htm>
5. Fasecolda. Riesgos laborales y el agro Colombiano [Internet]. 2012 [cited 2020 Mar 1]. Available from: <https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/08/agro-colombiano-2012.pdf>
6. Ministerio del trabajo, Organización Iberoamericana de seguridad social. INFORME EJECUTIVO II ENCUESTA NACIONAL GENERAL DE RIESGOS LABORALES DE COLOMBIA. Bogotá; 2013.
7. Objetivos de Desarrollo Sostenible | PNUD [Internet]. [cited 2020 Mar 4]. Available from: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
8. Grzywiński W, Jelonek T, Tomczak A, Jakubowski M, Bembenek M. Does body posture during tree felling influence the physiological load of a chainsaw operator? Ann Agric Environ Med. 2017;24(3):401–5.
9. Gerasimov Y, Sokolov A. Ergonomic evaluation and comparison of wood harvesting systems in Northwest Russia. Appl Ergon [Internet]. 2014;45(2 PB):318–38. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.04.018>
10. Çalışkan E, Çağlar S. An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. African J Biotechnol. 2010;9(35):5651–8.
11. Trabajadores Forestales A DE, Bahamondes Valenzuela G. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN CAMPUS LOS ÁNGELES ESCUELA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA VEGETAL INFLUENCIA DE FATIGA LABORAL, RIESGOS PSICOSOCIALES Y CONFLICTO TRABAJO-FAMILIA EN LA.
12. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. CARGA MENTAL DE

TRABAJO [Internet]. Madrid; 2002 [cited 2020 Mar 3]. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/carga+mental+de+trabajo/2fd91b55-f191-4779-be4f-2c893c2ffe37>

13. Stanton N. Human Factors and Ergonomics Methods. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods. 2004. 1-1-1-9 p.
14. Dalmau PI. Evaluación de la carga mental de trabajo en tareas de control: técnicas subjetivas y medidas de exigencia. :482.
15. Nacional C, Trabajo DECDE. Metodo_Nasa. NTP 544 Estimación la carga Ment Trab el método NASA TLX [Internet]. :6. Available from: [https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP_544 - Estimacion de la carga mental de trabajo el metodo NASA TLX.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP_544_-_Estimacion_de_la_carga_mental_de_trabajo_el_metodo_NASA_TLX.pdf)
16. Álvarez, Zarate JM. Manual de Ergonomía y Psicosociología. Carga Física. Man Ergon y Psicosociología Carga Física [Internet]. 2012;597. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/524420/La+carga+física+de+trabajo/9ff0cb49-db5f-46d6-b131-88f132819f34>
17. Solé Gómez M, Ubieto P. Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca. Salud y Trab. 1992;(90):22-5.
18. Velasquez JC, Medicina M, Trabajo F. CARGA FISICA DE TRABAJO, BASES FISIOLÓGICAS Y METODOLÓGICAS PARA SU ESTUDIO. 2015. 138 p.
19. Rivera Cisneros AE, Sánchez González JM, Escalante J, Caballero Lambert O. Utilidad de la densidad urinaria en la evaluación del rendimiento físico. Rev Mex Patol Clin. 2008;55(4):239-53.
20. Da Silveira F. El Efecto De La Deshidratación En El Rendimiento Anaeróbico. Rev Ciencias del Ejerc y la Salud ®. 2006;4(1):9.
21. Gonzales Gallego, Javier Sanchez Collado, Pilar Mataix Verdú J. Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje [Internet]. 2006. p. 246. Available from: https://books.google.com.co/books?id=ZBip31e_QacC&pg=PA246&dq=ayudas+ergogenicas+y+dopaje.+2006+2%25&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiJ2r_7na3sAhWQuVkkHUjrBngQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q&f=false
22. La MDE, Urinaria D. ¿tira reactiva o refractómetro? un análisis comparativo en la medición de la densidad urinaria. 2020;(January 2019).
23. Ackerknecht C. Occupational safety indicators for forest operations, sawmilling and wood-based panels manufacture: An international benchmarking / Indicadores de seguridad ocupacional para operaciones forestales, aserraderos y fabricación de tableros en base a madera: U. Cienc Trab VO - 17 [Internet]. 2015;(53):89. Available from: <http://bd.univalle.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0718.24492015000200001&lang=es&site=eds-live>
24. Diego-Mas JA. Estimación de la carga física [Internet]. Universidad Politécnica de

Valencia. 2015. Available from:
<https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/frimat/frimat.php>

25. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. *Metodol la Investig* [Internet]. 2014;6:88–101. Available from: http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf?sequence=1
26. Rovira C, Codina L, Marcos M del C, Palma M del V. Fundamentos de la investigación en ciencias sociales y humanidades: el estudio de caso [Internet]. *Información y documentación digital*. Barcelona; 2004. 11–40 p. Available from: http://www.upf.edu/intranet/iula/repositori/pub_complet/rovira_2004_485_cl_aut.pdf
27. Esteban F, Cohen M, Salvador E, Simon A. Aplicaciones ergonómicas para la mejora del rendimiento de los brigadistas de incendios forestales. *Rev Ing Ind*. 2003;2(1):71–82.
28. *Fisiología del Ejercicio*, López Chicharro.pdf. 2006. 1176 p.
29. Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). Medición del esfuerzo físico de los trabajadores durante la cosecha de camotes (*Ipomoea batatas* L.). 2011;8. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-eeasp_ip_hys_2.pdf
30. García- Jiménez J V., Yuste JL. Tasa de sudoración y niveles de deshidratación en jugadores profesionales de fútbol sala durante competición oficial. *Arch Med del Deport*. 2010;27(140):457–64.
31. Barbero JC, Castagna C, Granda J. Deshidratación y reposición hídrica en jugadores de fútbol sala: Efectos de un programa de intervención sobre la pérdida de líquidos durante la competición. *Eur J Hum Mov*. 2006;17:97–110.