

CARGA CARDÍACA COMO BIOMARCADOR PARA AJUSTE ERGONÓMICO Y FACTORES HUMANOS DE ACTIVIDADES LABORALES. A PROPÓSITO DE UN CASO CON PATOLOGÍA CARDIOVASCULAR

CARDIAC LOAD AS A BIOMARKER FOR ERGONOMIC FIT & HUMAN FACTORS OF WORK ACTIVITIES. ABOUT A CASE WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY

Humberto Tapia-Escalante*
Humberto Tapia-Gómez**

Resumen: La Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo emitieron una alerta sobre el impacto negativo de un elemento considerado reiterativo en las jornadas de trabajo. Particularmente lo prolongado de estas, incrementaron entre el 2000 y 2016 las defunciones por cardiopatía isquémica en 42% y por accidentes cerebrovasculares en 19%. Por esto, la vigilancia y control de los colaboradores con comorbilidades cardiovasculares es indispensable frente a esta advertencia. Los biomarcadores han sido considerados como parámetros para evaluación del funcionamiento o impacto de diversos agentes sobre el organismo, algunos son químicos y otros fisiológicos. El objetivo del presente reporte de caso fue estimar como biomarcador la carga cardíaca en un trabajador que presenta comorbilidades instauradas y con régimen de tratamiento farmacológico que requiere prevención terciaria, establecer el impacto de las actividades diarias, y de ser el caso, adaptarlas a su realidad de salud actual y necesidades empresariales. Se seleccionó como biomarcador en este estudio la frecuencia cardíaca registrada mediante sensor Polar V2 y se realizó la conversión a carga cardíaca. Se estimó el nivel de fatiga percibido según la escala de Borg modificada, la composición corporal como perfil restringido de 18 medidas en plataforma Isak Metry, y se monitoreó el 25 % del total del tiempo de trabajo en la semana y el 100% de actividades que se desarrollan. El análisis estadístico se realizó con Statistix 7. El estudio determinó que durante el 12 % del tiempo monitoreado, la carga cardíaca fue mayor al 40%, a partir del cual se considera pesado, y de este, el 37% presentó peaks máximos.

Palabras clave: Frecuencia cardíaca, carga cardíaca, biomarcadores.

Abstract: The World Health Organization and the International Labor Organization issued a warning about the negative impact of an element considered to be reiterative in working hours. Particularly the prolonged nature of these increased between 2000 and 2016 deaths due to ischemic heart disease by 42% and stroke by 19%. For this reason, surveillance and control of collaborators with cardiovascular comorbidities is essential in the face of this warning. Biomarkers have been considered as parameters for evaluating the functioning or impact of various agents on the organism, some of which are chemical and others physiological. The objective of this case report was to estimate the cardiac load as a biomarker in a worker with established comorbidities and a pharmacological treatment regimen that requires tertiary prevention, to establish the impact of daily activities and, if necessary, to adapt them

*Centro de Estudios del Trabajo. Loja, Ecuador. Correo electrónico: humbertotapia2010@yahoo.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3740-7237>. Autor de correspondencia.

**Centro de Estudios del Trabajo. Loja, Ecuador. Correo electrónico: bebto96@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9788-6893>

to his current health reality and business needs. The biomarker selected in this study was heart rate recorded by Polar V2 sensor and converted to cardiac load. The perceived level of fatigue was estimated according to the modified Borg scale, body composition as a restricted profile of 18 measurements in Isak Metry platform, and 25% of the total working time in the week and 100% of the activities developed were monitored. The statistical analysis was performed with Statistix 7. The study determined that during 12% of the monitored time the cardiac load was greater than 40%, from which it is considered heavy, and of this, 37% presented maximum peaks.

Keywords: Heart rate, cardiac load, biomarkers.

Recepción: 01.07.2022 / Revisión: 05.07.2022 / Aceptación: 02.08.2022

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (OMS, 2021, 17 de mayo), emitieron una alerta sobre las jornadas de trabajo. En base a un estudio en donde se incluyeron revisiones sistemáticas y metaanálisis de las pruebas más recientes disponibles, las jornadas prolongadas incrementan las defunciones por cardiopatía isquémica o por accidentes cerebrovasculares. Se recopilaron los datos de 37 estudios sobre cardiopatía isquémica que habían incluido a más de 768.000 participantes y 22 estudios sobre accidentes cerebrovasculares con más de 839.000 participantes. El estudio abarcó los niveles mundial, regional y nacional y se basó en los datos procedentes de más de 2.300 encuestas recogidas en 154 países entre 1970 y 2018. Entre 2000 y 2016, el número de defunciones por cardiopatía isquémica debidas a las jornadas laborales prolongadas aumentó en un 42%, mientras que el incremento en el caso de las muertes por accidente cerebrovascular fue del 19%. El Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, director general de la OMS, ha señalado: “Los gobiernos, los empleadores y los trabajadores deben colaborar para poner límites a esta situación y proteger así la salud de los trabajadores”.

Una herramienta válida para realizar vigilancia es el registro de los biomarcadores, estos han sido definidos por diversas organizaciones y autores en el mundo, se cita por su condición de multidimensional la definición de Arango (2012) como “un evento que se produce en un sistema biológico y se interpreta como indicador del estado de salud, de la esperanza de vida o del riesgo de enfermedad” (p.75). El cuantificar sustancias (enzimas, hormonas, etc.) como signos o características orgánicas (frecuencia cardíaca, consumo oxígeno, carga cardíaca, composición corporal, etc.) se ha constituido en una práctica de gran crecimiento e impacto en áreas como: la medicina aeroespacial, la medicina deportiva, salud ocupacional, cuidados paliativos, cuidados ambulatorios, salud preventiva, ergonomía, etc.

El aporte al obtener información indispensable para el desarrollo de estas ciencias sin las herramientas tecnológicas actuales sería muy complejo; el dimensionar adecuadamente la influencia orgánica de diferentes tipos de actividades y formular acciones de vigilancia, control y monitoreo específico, la revisión y análisis de experiencias desarrolladas en diversos ambientes de trabajo y en actividades variadas son requerimientos normativos, así como determinar el real impacto en quien lo ejecuta mediante el registro de indicadores fisiológicos como respiración, frecuencia cardíaca, tensión arterial, consumo oxígeno, etc., debe ser una

práctica rutinaria en quien quiere apoyar su gestión en datos en tiempo real y confiables.

Poder determinar la condición física como un conjunto de atributos que posee o alcanza una persona como marcador fundamental de salud ya que su medición abarca la mayor parte de las funciones del organismo (locomotor, cardiorrespiratoria, hemato-circulatorio, psiconeurológico y endocrino-metabólico), es estimulante, estas participan en el desempeño de la actividad física diaria y del ejercicio (Ortega et al., 2008). Los componentes de la condición física se pueden diferenciar entre las relacionadas directamente con la salud de las relacionadas con el rendimiento físico, siendo estas primeras más importantes de cara a la salud pública que las segundas (Caspersen et al., 1985).

Según cita Vanhees et al. (2005), las componentes relacionadas con la salud de un individuo incluye el componente cardiorrespiratorio (potencia aeróbica máxima o función cardíaca), una componente muscular (fuerza, potencia o resistencia muscular), una componente motora (agilidad, equilibrio o coordinación), una componente morfológica (composición corporal, densidad ósea o flexibilidad) y una componente metabólica (tolerancia a la glucosa, metabolismo de lípidos y lipoproteínas u oxidación de sustratos característicos) (p. 14).

Cita Shephard et al. (1968) a la OMS en su conclusión que considera el máximo consumo de oxígeno ($VO_{2máx}$) como el mejor indicador del estado cardiorrespiratorio y se puede estimar mediante una prueba máxima o sub-máxima, midiendo la frecuencia cardíaca, y usada para determinar la intensidad del trabajo (Lambrick et al., 2009). Siendo el registro de la frecuencia cardíaca el elemento cardinal para obtener la carga cardíaca, recomendado por su practicidad, eficiencia y no invasividad, se convierte en un indicador necesario al realizar estimaciones sobre otras capacidades vitales y poder establecer con ellas acciones para retrasar estados de fatiga y acortar periodos de recuperación antes, durante y después de la jornada de actividades. La aplicación de esta técnica de medición en diferentes campos, deportiva, escolar, artística, industrial, etc., permite planificar actividades como: jornadas de trabajo, estudio, entrenamiento, equipos de trabajo, tiempos de recuperación, apoyos tecnológicos, mecanización de sistemas, etc., de ahí que el avance en su investigación y empleo en el campo de trabajo constituye un verdadero aporte para lograr calidad de vida laboral y productividad (Tapia, 2020).

El grado de condición física y la composición corporal son potentes indicadores del estado de salud de las personas en todas las edades, existiendo relación entre actividad física, aptitud física y salud (Losada et al., 2005). En áreas como los trabajos forestales han sido ampliamente documentadas las estimaciones de CC como indicador en las múltiples investigaciones y publicaciones desde los años 70 por los profesores Apud et al. (1972), y en particular sobre la salud de los trabajadores y su relación con la productividad por Apud et al. (1989), quienes determinaron que la mayoría de las actividades desarrolladas por estos trabajadores, se realizaban con herramientas manuales, requerían gran esfuerzo muscular y un gasto de energía.

Sin embargo, de las antes citadas prácticas en el campo ocupacional, los registros de la frecuencia cardíaca para estimar la carga cardíaca, como biomarcadores, tienen amplio uso también en personas que no están en plenitud de condiciones físicas y por lo tanto no aspiran

a un trabajo, sino que ya tiene una actividad productiva pero su estado de salud ha cambiado por diversas acciones o condiciones (edad, accidentes, comorbilidades, etc.). Por este tipo de características la necesidad de indicadores que orienten sobre el impacto que ocasionan sus actividades diarias se torna no solo necesario, sino indispensable o hasta vital, se reportan múltiples experiencias en personas con patologías que la guía para acciones fue la frecuencia cardíaca.

Crespo-Salgado et al. (2015) citan el uso de frecuencia cardíaca como indicador de actividad física y su directa relación con el cuidado de enfermedades y factores de riesgo. Hernández-González et al. (2005) evalúan la frecuencia cardíaca en pacientes con infarto de miocardio en el Centro de Actividad Física y Salud, y establecen que el control de la frecuencia cardíaca constituye el medio de control más utilizado en la rehabilitación física de cardiopatas por las ventajas que le brinda a los especialistas que prescriben y controlan el entrenamiento físico (p.175).

Allesøe et al. (2016) en su estudio titulado: ¿Las mujeres hipertensas tienen un riesgo adicional de cardiopatía isquémica debido al trabajo físicamente exigente? Menciona que la combinación de hipertensión y alta actividad física en el trabajo puede aumentar considerablemente la presión arterial y aumentar el riesgo de aterosclerosis y, por lo tanto, de cardiopatía isquémica (CI), pero solo unos pocos estudios en hombres y ninguno entre mujeres han examinado este tema, y concluye que, estudio entre enfermeras danesas indicó que las mujeres hipertensas pueden tener un riesgo particularmente alto de cardiopatía isquémica debido al trabajo físicamente exigente.

Convertir la frecuencia cardíaca a carga cardíaca permite no solamente referenciar la respuesta cardíaca frente a estímulos como, carga, temperatura, postura, repetición, fuerza, etc., y la relación dinámica interdependiente de los sistemas simpático y parasimpático, sino que al incorporar variables como la frecuencia cardíaca en reposo, permite contar con una línea de base de ese organismo frente a la actividad basal en el cual a su vez podrían ya estar contenidas condiciones previas como, la composición corporal, trastornos metabólicos, etc., y la frecuencia cardíaca máxima que a su vez introduce la edad del colaborador como variable esencial en la vida productiva.

La fórmula recomendada para obtener la carga cardíaca (CC) según Apud et al. (2002) es:

$$\%CC = \frac{fC \text{ trabajo} - fC \text{ reposo}}{fC \text{ máxima} - fC \text{ reposo}} \times 100$$

Donde,

fC trabajo = frecuencia cardíaca de trabajo.

fC máxima = frecuencia cardíaca máxima.

fC reposo = frecuencia cardíaca en reposo.

%CC = porcentual de carga cardíaca.

Para obtener la frecuencia cardíaca máxima se puede calcular de manera indirecta con la ayuda de fórmulas predictivas como la recomendada por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM): $fC_{máxima} = 220 - \text{edad}$, citada por Whaley et al. (1992).

La frecuencia cardíaca en reposo también denominada frecuencia cardíaca basal, es aquella que se obtiene en estado de absoluta quietud, Heyward y Gibson (2014) recomiendan descansar de cinco a diez minutos previos a la sesión de entrenamiento en decúbito supino o sentado, este valor debe calcularse de manera precisa.

El porcentaje de carga establecido por Apud et al. (2002), establece 4 niveles de ponderación para trabajos físicos dinámicos.

Tabla 1. Ponderación porcentaje carga cardíaca.

Ponderación	Criterio
4	Carga cardiovascular superior a 40%
3	Carga cardiovascular entre 30 y 40%
2	Carga cardiovascular entre 20 y 29%
1	Carga cardiovascular inferior a 20%

Fuente. Apud et al. (2002).

Materiales y métodos

Caracterización del colaborador

El trabajador estudiado tiene 60 años de edad, la denominación de su contrato es auxiliar de servicios generales en una planta de producción de alimentos que produce como un subproducto de la caña de azúcar la denominada azúcar de panela o panela granulada; las actividades específicas del puesto se denomina “preparador” que consiste en convertir la solución líquida obtenida por molienda de la caña de azúcar sometiéndola a altas temperaturas, en materia sólida granulada y finalmente triturada para ser empacada; su jornada laboral es de 8 horas diarias de lunes a viernes, tiene 13 años de labores ininterrumpidas en la misma empresa.

Como antecedentes clínicos de importancia presenta hipertensión y dislipidemia con 6 años de evolución bajo tratamiento farmacológico (antagonista de los receptores de angiotensina II). Las alteraciones descritas en la evaluación de especialidad y EKG se reportan como: trastornos de despolarización y repolarización ventricular en DIII, hipo voltaje en DIII y AVF, repolarización precoz en V1 y V4, probable hipertrofia ventricular izquierda por criterios de peguero lo-presi:4,5mv, patrón de S profunda en precordiales izquierdas V3 a V5; los antecedentes familiares de consideración son hipertensión y diabetes familiar. Su valoración clínica a la fecha del estudio reporta TA: 120/86, FC: 64 / SO2: 95 / FR: 12 / Tº: 36,3/ PA (perímetro abdominal):112cm. Valores de laboratorio: colesterol de 202,84 y triglicéridos de 249,99.

Si bien el paciente está bajo control médico de especialidad, se torna complejo el ajustar sus actividades laborales diarias sin conocer cuál de ellas en forma individual o en su

conjunto impactan positivamente o negativamente a su condición de salud; el colaborador tiene predisposición absoluta de seguir trabajando, su edad aún no es susceptible de jubilación. Se acordó con él, con su médico tratante y los directivos de la empresa, estudiar en tiempo real las actividades que realiza y su posible repercusión en su salud para orientar ajustes, previa firma del respectivo consentimiento informado.

Operativización

Se realizó un estudio de trabajo, identificando actividades reales, ciclos y tiempos de dedicación a cada una de ellas; las actividades se clasificaron en principales y secundarias, las principales identificadas como las directamente requeridas para hacer la tarea y secundarias las que aportan indirectamente al cumplimiento de la actividad principal, los tiempos de alimentación y otras pausas. Se detalla en tabla 2.

Las características ambientales de las horas de estudio seleccionadas para la evaluación fueron:

Altura de planta de trabajo: 2.200 msm.

Viento: 5 a 8 km/h.

Temperatura: entre 8 - 21°.

Humedad: 79 y 90%.

Tabla 2. Actividades y porcentual de la jornada.

Categoría de actividad	Actividad específica	% tiempo de la jornada
Principal	Bombeo automático tanque - guarapo	8
	Mezcla en tina 1-2-3	66
	Mezcla porrón	2
	Alimentar – triturar-descarga trituradora	2
Secundarias	Limpieza tinas y porrón	4
Otras	Almuerzo	6
	Enfundar	12

El ciclo de las actividades inicia con el bombeo de guarapo desde el tanque de almacenamiento a la tina 1 a partir de la cual al someterlo a altas temperaturas es lograda una cierta característica del líquido el que se decanta a la tina 2 y 3; como producto de la acción del calor se condensa el producto hasta llegar a un punto requerido, se homogeniza con una paleta en intervalos de 5-10 minutos. El depósito final luego de las tinas 1, 2, 3 es lo que se denomina porrón (bandeja de madera) en el cual se bate el contenido que tiene ya una consistencia de jalea cambiando de color de ámbar a crema. Finalmente es depositado en la trituradora la que lo granula y posteriormente será empacado. Todo el ciclo se repite hasta procesar 1.800 litros diarios de materia prima original. Al término de esta actividad se integra el trabajador al enfundado del producto terminado como actividad complementaria adicional (anexo 1).

Se considera como método idóneo y probado el monitoreo de la frecuencia cardíaca,

para lo cual se utilizó el dispositivo Polar V2 y se seleccionó aleatoriamente la jornada a ser sensorizado, a sabiendas que sus actividades laborales diarias son idénticas en tiempo y tareas todos los días de la semana, se monitoreó el 25 % del total del tiempo de dedicación en la semana y el 100% de actividades que desarrolla. Se procesan los datos obtenidos realizando la conversión de la frecuencia cardíaca (fC) a carga cardíaca (CC), de acuerdo a lo descrito por Apud et al. (2002). Para el análisis estadístico se utilizó el software Statistix 7.

Para evaluar la composición corporal, se usó un modelo de dos compartimientos, que divide al cuerpo en masa grasa (MG) y masa corporal libre de grasa (MCLG). La MG se estimó a partir de la medición como perfil express de 18 medidas en plataforma Isak Metry (básicos: peso y talla, diámetros: humeral y femoral; perímetros: brazo relajado, brazo flexionado, cintura mínima, cadera máxima, muslo, pantorrilla máximo; y pliegues: tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supra espinal, abdominal, muslo anterior, pantorrilla medial). Los equipos utilizados fueron: balanza omrom; tallímetro ADE; cinta Lufkin executive thinline w606PM; plicómetro slimguide; y antropómetro calsize (anexo 2).

El contenido corporal de MG de un individuo varón, permite una clasificación en los siguientes términos: físico delgado entre 5% y 10% de grasa corporal, físico corriente entre 10,1% y 15%, sobrepeso entre 15,1% y 20%, y obeso superior a 20% (Durnin & Womersley, 1974; Apud et al., 2002).

Se utilizó complementariamente para la estimar la intensidad del esfuerzo la escala de percepción de Borg modificada recomendada por Burkhalter (1996), al iniciar y finalizar la jornada.

Resultados y discusión

En base a las mediciones antropométricas para determinar la composición corporal, se determina en concordancia con diferentes índices, que el colaborador presenta niveles compatibles con obesidad. Se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Antropometría para composición corporal.

Parámetro	IMC	Sumatoria 6 pliegues	Índice cintura/cadera	Masa adiposa	Metabolismo basal	Gasto energético
Valor	28,8	83	1,09	21,31	2.080	3.536

Nota. Referencia de ISAK-Metry (Ross & Kerr, 1991) y masa muscular (Lee et al., 2000).

Los valores registrados según la aplicación de la escala de Borg modificada al inicio y finalización de la jornada de los 10 niveles probables, alcanzan al final de la jornada como máximo el 4 categorizado como: algo pesado. Se detalla en la tabla 4.

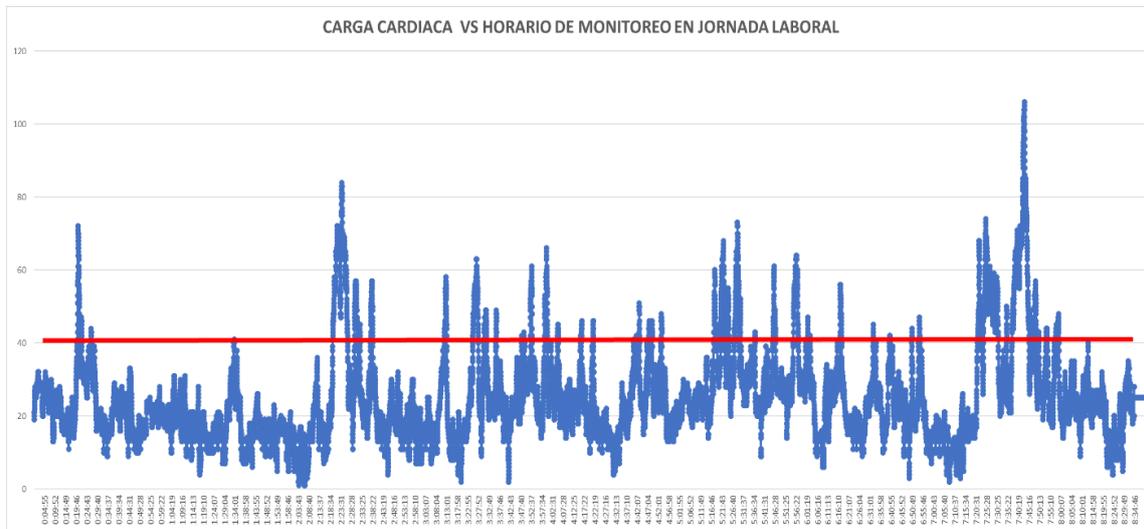
Tabla 4. Escala Borg modificada.

Nivel esfuerzo	AM	PM
Borg 0 a 10	0-1 De reposo a ligero al llegar	4 Algo pesado al terminar

Nota. Al término de la jornada los días registrados fueron siempre nivel 4, lo que equivale a trabajo “algo pesado”.

Los registros obtenidos en las horas de monitoreo reflejan la mayoritaria presencia de carga ocasionada por las actividades, bajo los niveles considerados como límite para trabajo pesado (40%). Se detalla en figura 1.

Figura 1. Carga cardíaca versus jornada laboral.



Aplicada la fórmula para conversión a CC, en la que contiene variables como, edad para frecuencia cardíaca máxima, frecuencia cardíaca de trabajo y reposo, se obtienen los niveles de equivalencia personalizados al colaborador. Se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Niveles de fC y su equivalente en CC en el trabajador evaluado.

Frecuencia cardíaca (fC)	Carga cardíaca (CC)
83	20
92	30
102	40
112	50
123	61
132	70
141	80
151	90
161	101

Los niveles de CC registrada determinan que se incrementa al final de cada hora de actividad (cuartil 3) y en las horas finales de la jornada (H4 a H8), con un descenso significativo en la hora de cierre en la que la actividad es distinta del ciclo descrito (sentado y

enfundando) (H9). Los tiempos de exposición a la carga que supera el 40%, y por lo tanto, considerado como trabajo pesado (Apud et al., 2002), suman 63 minutos (12%) distribuidos en todas las horas de trabajo monitoreadas, de estos los peaks máximos registrados suman 23 minutos (37%); del total de la jornada, estos últimos son el 4%. Se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje de niveles de CC versus tiempo de presentación.

Hora de trabajo	Media CC	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Tiempo sobre 40% CC	Peak máximo % CC	Tiempo peak máximo
H 1	23	17	22	27	1 minuto	72	0,45 segundos
H 2	17	13	16	20	10 minutos	41	2 minutos
H 3	24	14	19	27	9 minutos	84	3 minutos
H 4	25	16	22	31	6 minutos	66	3 minutos
H 5	24	17	23	28	3 minutos	51	2 minutos
H 6	31	24	28	34	10 minutos	73	2 minutos
H 7	23	17	22	28	7 minutos	56	2 minutos
H 8	33	17	27	48	17 minutos	100	0,33 segundos
H 9	21	18	22	25	1 minuto	40	1 minuto
Total					63 minutos		23 minutos

Conclusiones

Se concluye que, el colaborador presenta todos los índices de una persona con un trastorno metabólico de base de tipo obesidad. En cuanto a las actividades y jornada laboral, se identifica que, los tiempos de pausa no programadas superan ampliamente a los de actividad, y en su mayor parte, se mantiene una carga cardíaca no considerada como pesada. Si bien, hay niveles que se registran sobre el rango del 40% que son significativos, son breves y en secuencia a estos, hay una importante capacidad de recuperación casi inmediata. Los niveles peak identificados en el 4% del total del tiempo monitoreado tienen que ver algunas veces con el ascenso de escalones en los tres niveles de las tinajas y mezcla manual de producto, se infiere el primero por la obesidad, y el segundo, por el compromiso de músculos pequeños de miembros superiores. Por otra parte, los registros de la CC son concordantes con la percepción del trabajador valorado por la escala de Borg modificada, al inicio y final de la jornada. A pesar de trabajar con fuentes que emiten calor en la actividad de mezcla, por estar en un área amplia y abierta con gran ventilación, no ocasiona ningún impacto en la estimación de la CC.

Aunque los niveles peak de CC, donde se observan registros mayores al 40%, son esporádicos y espaciados, ameritan intervención con opciones alternativas de manejo en las actividades más demandantes, ya que por la condición de base del colaborador (HTA, cardiopatía), no es posible determinar en proyección cual o en qué momento pudiera desencadenarse un evento grave o fatal. Es por esto que, por ser irregular la presentación de niveles fuera del rango recomendado en las actividades identificadas como demandantes, sería recomendable el no someterlo a ninguna de ellas. Realizado el ajuste respectivo, es

procedente reevaluar su adaptación a la nueva condición, en lo que a actividades se refiere, para documentar su impacto. Además, a la par de vigilar los elementos detallados, debe ser un requisito indispensable la valoración periódica, la medicación continua de la hipertensión arterial, como el mejorar la condición metabólica de obesidad. Es relevante mencionar que, se desaconseja, por las múltiples evidencias reportadas en múltiples investigaciones, las jornadas prolongadas o extendidas en el colaborador.

Referencias

- Allesøe, K., Sogaard, K., Aadahl, M., Boyle, E., & Holtermann, A. (2016). Are hypertensive women at additional risk of ischaemic heart disease from physically demanding work?. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(10), 1054-1061. <https://doi.org/10.1177/2047487316631681>
- Apud, E., Bostrand, L., Mobbs, I. D., & Strehlke, B. (1989). *Guidelines on ergonomic study in forestry*. International Labour Office. https://labordoc.ilo.org/discovery/fulldisplay/alma992666503402676/41ILO_INST:41ILO_V2
- Apud, E., Elgstrand, K., & Teljstedt, H. (1972). *Ergonomics and occupational health activities within chilean forestry. Rapportor och Uppsater N° 53*. Editorial Royal College of Forestry.
- Apud, E., Meyer, F., & Maureira, F. (2002). *Ergonomía en el combate de incendios forestales*. Universidad de Concepción.
- Arango, S. S. (2012). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(1), 75-82. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So120-386X2012000100009&lng=en&tlng=es
- Burkhalter, N. (1996). Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 4(3), 65-73. <https://doi.org/10.1590/S0104-11691996000300006>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920711/>
- Crespo-Salgado, J. J., Delgado-Martín, J. L., Blanco-Iglesias, O., & Aldecoa-Landesá, S. (2015). Basic guidelines for detecting sedentarism and recommendations for physical activity in primary care. *Atención Primaria*, 47(3), 175-183. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.09.004>
- Durnin, J. V., & Womersley, J. V. G. A. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British journal of nutrition*, 32(1), 77-97. <https://doi.org/10.1079/BJN19740060>
- Hernández-González, R., Aguilar, E., Ponce, E., González, P., & Rentería, P. (2005). Evaluación de la frecuencia cardiaca en pacientes con infarto del miocardio. Estudio por caso. *Revista Digital - Buenos Aires*, 10(84). <https://efdeportes.com/efd84/frec.htm>
- Heyward V., & Gibson A. (2014). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Human Kinetics.
- Lambrick, D. M., Faulkner, J. A., Rowlands, A. V., & Eston, R. G. (2009). Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal ratings of perceived exertion and heart rate during a continuous exercise test: The efficacy of RPE 13. *European Journal of Applied Physiology*, 107(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1093-7>
- Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 796-803. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.796>
- Losada, J., Mora, J., & Fernández, E. M. (2005). *Valoración de la capacidad aeróbica en sujetos mayores. Resultados de tests directo e indirectos*. Simposio virtual de fisiología del ejercicio aplicada al entrenamiento, la aptitud física y la salud.

http://www.sobretrenamiento.com/CurCE/Simposios/Download/JA2_post412_valoracion.pdf

- Organización Mundial de la Salud. (2021, 17 de mayo). *La OMS y la OIT alertan de que las jornadas de trabajo prolongadas aumentan las defunciones por cardiopatía isquémica o por accidentes cerebrovasculares*. <https://www.who.int/es/news/item/17-05-2021-long-working-hours-increasing-deaths-from-heart-disease-and-stroke-who-ilo>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Ross, W. D., & Kerr, D. A. (1991). Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Sports Medicine*, 28(109), 175-188. <https://www.apunts.org/en-fraccionamiento-masa-corporal-un-nuevo-articulo-X0213371791052237>
- Shephard, R. J., Allen, C., Benade, A. J., Davies, C. T., Di Prampero, P. E., Hedman, R., Merriman, J. E., Myhre, K., & Simmons, R. (1968). The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardiorespiratory fitness. *Bulletin of the World Health Organization*, 38(5), 757-764. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2554684/>
- Tapia, H. (2020). *Frecuencia cardiaca: En vigilancia y control de carga por el trabajo. Seguridad y salud en el trabajo Ecuador*. SST Edición 1. https://apsstec.com/mvc/paginas/difusion_s/
- Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T., & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 12(2), 102-114. <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000161551.73095.9c>
- Whaley, M. H., Kaminsky, L. A., Dwyer, G. B., Getchell, L. H., & Norton, J. A. (1992). Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(10), 1173-1179. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1435167/>

Anexos

Anexo 1. Registros fotográficos de ciclo de elaboración de producto.

Tanque de bombeo de jugo de caña



Tres niveles de trabajo en tinas



Cada nivel de tina condensa



Mezcla final en porrón



Triturado mecánico



Enfundado de producto



Anexo 2. ISAK metry.



Informe Express 19-07-2022



Datos		Evaluado por	Humberto Tapia Escalante
Nombre	<input type="text"/>	Certificación	ISAK nivel 2
Edad	60	Evaluación nº	1 / 1
Género	Masculino	Fecha	19-07-2022
Raza	Caucásico	Días transcurridos de la última evaluación	0
Deporte	-		
Nivel de actividad	Entre 3 y 5 veces en semana		

		Resultados	Z Score
Medidas Básicas	Masa corporal (kg)	88,10	1,90
	Talla (cm)	175,00	

Pliegues	Tríceps (mm)	12,00	-0,83
	Subescapular (mm)	26,00	1,59
	Supraespinal (mm)	11,00	-1,05
	Abdominal (mm)	18,00	-1,01
	Muslo (mm)	9,00	-2,19
	Pierna (mm)	7,00	-1,97

Perímetros	Brazo relajado (cm)	32,10	1,86
	Brazo flexionado y contraído (cm)	34,30	1,74
	Cintura (cm)	112,00	8,32
	Caderas (cm)	101,50	0,72
	Muslo medio (cm)	42,00	-2,71
	Pierna (cm)	37,00	0,32

● Actual
◆ Previa

Realizado por: Humberto Tapia Escalante
Mail: humbertotapia2010@yahoo.com



Informe Express 19-07-2022

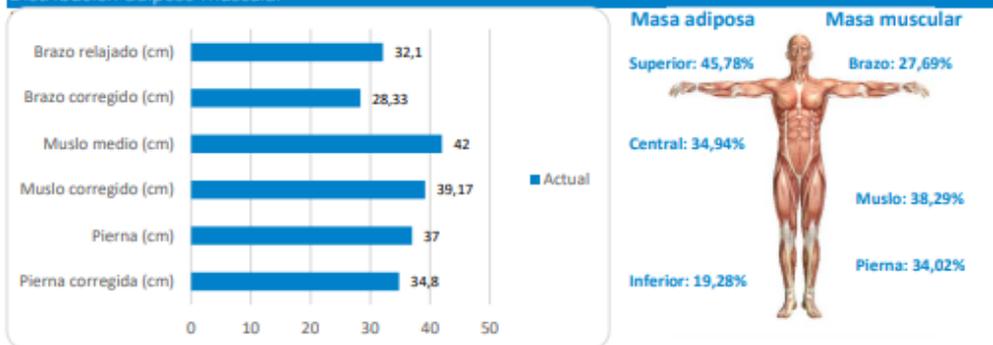
Fraccionamiento tisular

	Actual	Z Score
Masa adiposa (Kerr, 1991) (kg):	21,31	2,3
Masa muscular (Lee, 2000)(kg):	29,48	0,52

Composición corporal actual



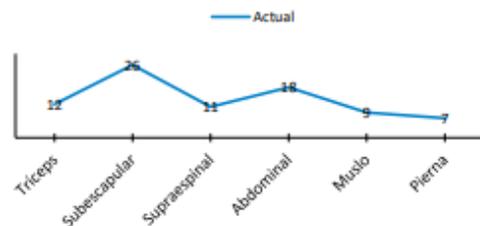
Distribución adiposo muscular



Adiposidad

Actual	Actual
Sumatorio de 6 pliegues	83
Brazo corregido (cm)	28,33
Muslo corregido (cm)	39,17
Pierna corregida (cm)	34,8

Perfil de pliegues



Z brazo corregido	2,88
Z muslo corregido	-2,58
Z pierna corregida	1,84

	Valor actual	Clasificación actual	Interpretación
Índice adiposo muscular	0,72	Aceptable	A menor valor, más eficiente desplazamiento
Estimación de gasto energético			
Harris & Benedict (1919)	1,7	Interpretación	Activo. Actividad moderada
Metabolismo basal (kcal)		Actual	2080

- Actual
- ◆ Previa

Realizado por: Humberto Tapia Escalante
Mail: humbertotapia2010@yahoo.com



Informe Express 19-07-2022

Gasto energético total estimado (kcal) 3536

Índices de salud

	Valor	Rango saludable	Interpretación
 Perímetro cintura (cm)	112	70-90	Riesgo cardiometabólico muy aumentado
 Índice cintura cadera	1,1	0,96-1	Riesgo cardiovascular muy alto
 Índice de conicidad	1,45	1-1,4	Cuanto más lejos de la unidad, más grasa
Pliegue abdominal (mm)	18	<12	Excesivo > 12
IMC (kg/m ²)	28,8	18,5-24,9	Sobrepeso
Pliegue tríceps (mm)	12	<12	Excesivo > 12

Índices de rendimiento

	Valor	Clasificación actual
Diferencia brazo contraído - brazo relajado	2,2	Valor normal: >0.1 cm
Área superficie corporal (m ²)	2,04	Valor normal: 1.9 m ²
Índice de pérdida de calor IPC	232	A mayor área, mayor capacidad para disipar calor

Observaciones	
----------------------	--