

Estimación del consumo metabólico demandado por el foguista dentro de un secadero en la Provincia de Misiones

Berent, Cristian ^{a*}, Kitt, Jonathan ^b, Sosa, Armando Hugo ^c

^a Dpto. de Lic. en H. y S. en el T., FI, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b Estudiante, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

^c Dpto. de Lic. en H. y S. en el T, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: Cristian.berent @fio.unam.edu.ar, yo-ni10@hotmail.es, ahugsososa@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo, se realizó la estimación del consumo metabólico que le demanda la actividad al operario conocido como foguista dentro del proceso de secado de la yerba mate. El mismo se llevó a cabo, en un Secadero de Yerba Mate, ubicado en la Ciudad de Guaraní, Misiones (Argentina). Asimismo, la estimación del consumo metabólico se realizó a través de la medida de un parámetro fisiológico conocido como frecuencia cardíaca. Por otra parte, para obtener datos más precisos se realizó un relevamiento fotográfico, una encuesta y mediciones. Por consiguiente, este trabajo se concretó en una serie de etapas, por el hecho de que las mediciones realizadas son numerosas y se debió elegir el lugar más representativo donde se instalará el instrumental de medida. De igual importancia, se trabajó en base a Leyes, Decretos, Resoluciones y Normas de Seguridad e Higiene aprobadas en la República Argentina. Además, se indagó sobre legislaciones y normativas internacionales. Por lo que, se comenzó por realizar un relevamiento fotográfico y una encuesta en el puesto laboral a dicho operario. Luego, se coordinó el día y la hora más adecuada para realizar las mediciones mencionadas. De lo recabado en la encuesta se observó que el operario del puesto en estudio no cuenta con suficiente conocimiento acerca de los riesgos que demanda dicha actividad. Por otra parte, de los valores obtenidos en dichas mediciones, se prosiguió a encuadrar la actividad que es realizada en el puesto, en función de los rangos de “trabajo-descanso” que se encuentran en la Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo N°19587. De igual importancia, se utilizó como instrumentos de medida un Termo Higrómetro, Pulsómetro, balanza personal y una cinta métrica. Asimismo, con los resultados obtenidos se interpretó y evaluó, que el operario sufre de estrés térmico dentro del puesto. Consecuentemente, para reducir la exposición y los efectos del calor sobre el operario surge la necesidad de implementar medidas de seguridad. Con el objetivo de proteger y preservar tanto la salud como la seguridad de los trabajadores en el puesto en cuestión. Por esta razón, se recomendó la ingesta de agua antes y durante la actividad laboral, comidas ricas en carbohidratos y el debido descanso luego de cumplido el correspondiente tiempo de trabajo. Además, se recomendaron posibles soluciones o medidas administrativas e ingenieriles para el puesto en estudio.

Palabras Clave – consumo metabólico, foguista, secadero

1. Introducción

El calor actúa de forma compleja, sus variaciones afectan tanto a la fisiología del ser humano como a la actividad laboral que pueda realizar. Por esta razón, la existencia de condiciones térmicas extremas en el ambiente laboral constituye una fuente de problemas que afecta tanto a la salud de los trabajadores como a la eficiencia del desarrollo de las actividades laborales.

Está demostrado que a temperaturas elevadas hay disminución de atención y conciencia, a consecuencia de esto, una alteración en la efectividad y seguridad de la operación laboral.

El presente trabajo tiene como objetivo crear condiciones sanas y seguras para aquellos trabajadores que se encuentran expuestos a estrés térmico por la característica del trabajo que realizan. Además, la mayoría de los trabajadores que se encuentran expuestos a este riesgo carecen de conocimientos técnicos para poder mitigar los efectos del calor sobre su salud.

Por otra parte, en la provincia de Misiones, Argentina, el secado de la yerba mate, es llevado a cabo en secaderos, donde la misma al pasar por las tamboras se deshidrata a causa del calor producido en hornos. De igual importancia, estos son alimentados por combustibles sólidos (troncos, chip de madera, etc.), en los mismos es imprescindible la mano de obra humana, algunos por ser más modernos, no necesitan de la presencia constante del operario.

En cuanto a la parte final del proceso de secado, se encuentra un horno, en el mismo se genera el calor necesario para terminar con el excedente de humedad en la materia prima. Asimismo, este horno está a cargo de un operario, conocido como Foguista, el mismo tiene la tarea de encender el fuego, inspeccionar y verificar el estado de secansa de la materia prima.

La tarea realizada por el foguista le demanda un esfuerzo tanto físico como mental, por el hecho de estar expuesto a una fuente térmica (radiante) como lo es el horno. Además, la distancia que debe recorrer para la inspección, sumado a las temperaturas ambientales que se tienen en las estaciones de primavera y verano (las más calurosas) en la provincia. Por consiguiente, estas características del puesto, sumado al uniforme de trabajo y los esfuerzos corporales que debe realizar, le generan estrés térmico al operario.

La existencia de una fuente generadora de calor radiante, como es el caso del horno, es el motivo por el cual la salud de los trabajadores que se encuentren en el área del mismo podría verse afectada y llegar a sufrir trastornos a su salud, como golpe de calor, deshidratación, agotamiento, calambres, etc.

Por otra parte, la “carga térmica” conocida como “estrés térmico”, corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

Asimismo, la “sobrecarga térmica” es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico y corresponde al coste que le supone al cuerpo humano el ajuste necesario para mantener la temperatura interna en el rango adecuado.

La pregunta general del presente trabajo es: ¿Cuál es el consumo metabólico que le demanda la actividad al foguista?

De igual importancia, teniendo en cuenta que en los meses de agosto hasta febrero dentro de la provincia de Misiones las temperaturas ambientales van en aumento y con ello un mayor riesgo de sufrir los efectos perjudiciales que tiene el calor sobre el organismo.

Por lo tanto, en la presente investigación se pretende estimar el consumo metabólico en función de la frecuencia cardíaca y las condiciones ambientales del momento y a través del índice TGBH, determinar el grado de agresión térmica que tiene esta tarea y el medio ambiente; y cuáles serían los regímenes de trabajo y descanso apropiados.

Dichos parámetros se obtendrán con la utilización de un instrumento llamado pulsómetro, una vez obtenida la frecuencia cardíaca (fc) se determinará el consumo metabólico (cm).

Determinado el correspondiente cm se proseguirá a catalogar la tarea a través de la tabla que se encuentra en la *Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, Decreto Reglamentario N° 351/79, Capítulo N°8 – Anexo 2. Art. 60, pp. 41-42*, como “ligera, moderada, pesada o muy pesada”. Además, en función de las condiciones higrotérmicas del ambiente, obtenidas a través del índice TGBH, el régimen de “trabajo-descanso” que debe seguir el Foguista por razones de seguridad, junto con recomendaciones de nutrición e hidratación.

2. Metodología

En la presente investigación, se utilizó para la recolección de datos e información sobre el puesto de foguista y condiciones personales del mismo, a los siguientes instrumentos y métodos:

Encuesta

En primera instancia, se utilizó una encuesta, la misma tiene la finalidad de recabar datos personales del foguista y del puesto. Asimismo, el objetivo de la misma es conocer las características físicas del operario, la actividad laboral y las características del puesto.

El resultado de la encuesta, será analizado con la finalidad de conocer con un criterio pasado los aspectos que provocan la realidad en estudio y servirán de complemento para establecer las respectivas conclusiones. Por lo tanto, la interpretación del resultado proporcionará y complementará los obtenidos con la implementación del pulsómetro y del medidor de estrés térmico. Con la finalidad de lograr la solución a la problemática investigada.

Medición del índice TGBH

Se utilizó como instrumento al medidor de estrés térmico, también conocido como psicómetro, marca CEM, nombre DT-8896 Infra Red Psychrometer, con la finalidad de obtener la temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}), la temperatura de globo (T_g) y la temperatura del aire (T_a). Temperaturas necesarias para el cálculo del índice TGBH.

Por lo tanto, con las temperaturas citadas anteriormente, se prosiguió a calcular el índice **TGBH** a través de la siguiente fórmula expresada en la *Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, Decreto Reglamentario N° 351/79, Capítulo N°8 – Anexo 2. Art. 60.*

$$\mathbf{TGBH = (0.7) * T_{bh} + (0.3) * T_g}$$

La mencionada fórmula, permite obtener el índice TGBH del lugar donde se realiza la actividad laboral, la misma tiene la característica de calcularse en función de la no exposición directa al sol (para lugares interiores o exteriores sin carga solar).

Asimismo, el medidor de estrés térmico fue dispuesto en el lugar más representativo del puesto. El mismo, se determinó a través del relevamiento fotográfico citado anteriormente y por inspección del lugar de manera personal. No obstante, se lo sitúa en el lugar donde el operario pasa mayor tiempo en proximidades de la fuente radiante.

El modo de utilización del equipo es el siguiente:

- Verificación del puesto donde se colocará el instrumento.
- Encendido del equipo y chequeo del estado de las baterías.
- Verificación de las unidades de las temperaturas a obtener (preferentemente en °C).
- Estabilizado del instrumento por un tiempo aproximado de 15 minutos.
- Lectura y registro de las mediciones cada 10 minutos.



Fig. 1 CEM, DT-8896, InfraRed Psychrometer

Estimación del consumo metabólico

Esta fase se encuentra determinada por la estimación del consumo metabólico, en la misma, se considera lo expresado en la norma técnica *NTP 295*.

Asimismo, el segundo instrumento utilizado en el presente trabajo, es conocido como pulsómetro. En la mencionada norma *NTP 295* se hace referencia sobre lo práctico y sencillo del método, como también de la exactitud en la medición correspondiente. Además, el instrumento necesita de datos físicos del operario para realizar las lecturas en función de la frecuencia cardíaca.

Los mencionados datos, son:

- Peso del operario (kg).
- Altura del operario (cm).
- Edad del operario.
- Sexo del operario.

De igual importancia, la marca del instrumento utilizado es “POLAR”, modelo FT7. El mismo, cuenta con un monitor (procesador) donde se anexas los datos del operario, mencionados anteriormente. Asimismo, es allí donde se observan las lecturas de las correspondientes mediciones. Además, cuenta con un transmisor “Wearlink®” encargado de transmitir la señal de frecuencia cardíaca al training computer (monitor), el mismo esta adosada a una banda elástica. Por lo tanto, esta banda elástica es dispuesta sobre el torso del operario.

La medición se realiza de la siguiente manera:

- Encendido del monitor.
- Chequeo de las funciones del instrumento.
- Ingreso de los datos del usuario en el mencionado procesador (peso, altura, edad y sexo).
- Disposición del monitor en la muñeca del usuario.
- Adosado de la banda elástica sobre el torso del usuario.

Seguidamente se presentan imágenes del instrumento.



Medición de la altura del foguista

Uno de los datos que se debe suministrar al procesador del pulsómetro es la altura del operario. Este dato, se obtuvo con el uso de una cinta métrica.

Asimismo, se realizó dicha medición de la siguiente manera:

1. Se dispuso al operario en una superficie plana.

2. Se colocó el principio de la cinta métrica debajo de la suela del zapato del operario hasta la parte superior del cráneo del mismo (medida de forma ascendente).
3. Se recolectó el dato (altura).



Fig. 3 Cinta métrica de 5 metros, PR-588X

Medición del peso del operario

Otro de los datos necesarios que se debe suministrar al procesador del pulsómetro, es el peso del operario. Para obtener dicho dato, se utilizó una balanza digital, asimismo, la balanza utilizada, es de la marca “Farmacity”, modelo VBS113.

Se realizó dicha medición de la siguiente manera:

1. Encendido del instrumento y prueba del mismo.
2. Chequeo de las unidades de medida (preferentemente en kg).
3. Se dispone al instrumento en una superficie plana.
4. Se mide y registra el peso (en kg) del operario.



Fig. 4 Balanza digital personal, marca Farmacity, modelo VBS113

Cálculo del régimen de trabajo-descanso

Se determinó, el régimen de “trabajo-descanso” a través del cuadro que se encuentra en la *Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, Decreto Reglamentario N° 351/79, Capítulo N°8 – Anexo 2; Art. 60.*

En el cuadro propiamente dicho se tienen 4 columnas y 4 filas, las mismas identificadas en forma de “Exigencia de Trabajo” y porcentaje del mismo. Por lo tanto, para cada una de las 4 columnas que expresan la característica de cada actividad, se tienen los siguientes valores:

- Ligero = 230 w
- Moderado = 230 w – 400 w
- Pesado = 400 w – 570 w
- Muy pesado = 570 w >

Exigencias de Trabajo	Aclimatado				Sin aclimatar			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
100% trabajo	29,5	27,5	26		27,5	25	22,5	
75% trabajo 25% descanso	30,5	28,5	27,5		29	26,5	24,5	
50% trabajo 50% descanso	31,5	29,5	28,5	27,5	30	28	26,5	25
25% trabajo 75% descanso	32,5	31	30	29,5	31	29	28	26,5

Fig. 5 Criterios de selección para la exposición al estrés térmico (valores GBH en °C)

Resultados y discusión

Cabe destacar que, dentro de la presente investigación, se realizaron cuatro mediciones dentro del mes de diciembre. En las cuales se obtuvieron valores semejantes al que se presentara a continuación. Por lo tanto, dentro del análisis y evaluación de las mediciones y de los datos correspondientes a las mismas, se elige a la medición más representativa de las cuatro mencionadas.

La cuarta medición se realizó el día 22/12/21, en horas de la mañana del mencionado día, en el mismo la temperatura ambiental se encontraba en los 26 °C. Por consiguiente, la tarea realizada por el foguista se midió en 50 minutos. En tanto, que las temperaturas ambientales del puesto de trabajo fueron medidas en 155 minutos (2,35 horas).

Por lo tanto, los parámetros obtenidos al iniciar las mediciones, fueron:

- Peso del operario: 105 kg
- Temperaturas: $T_{bs} = 35,8 \text{ °C}$; $T_{bh} = 25,2 \text{ °C}$; $T_g = 51,7 \text{ °C}$; $TGBH = 33,15 \text{ °C}$

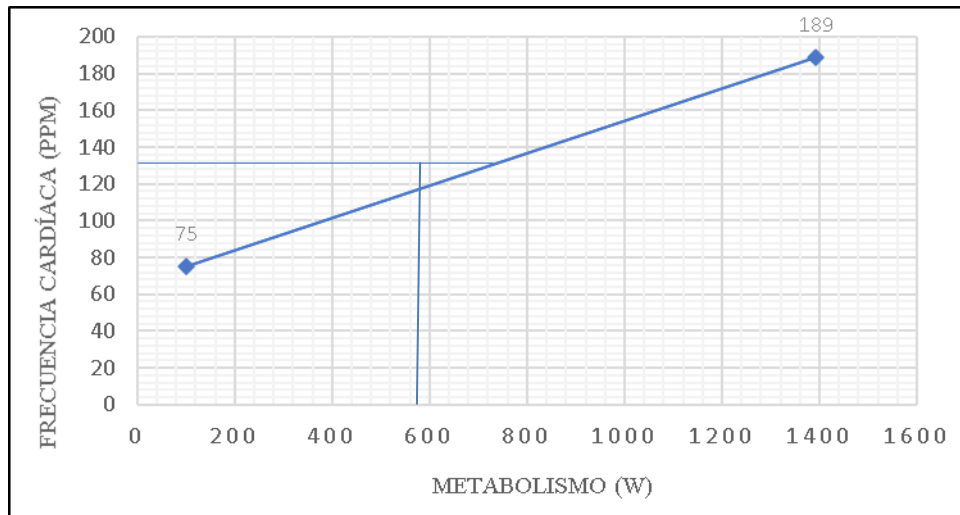
Una vez, transcurridos los mencionados 50 minutos de la medición de la tarea y los 155 minutos (02:35 horas) de medición de las temperaturas ambientales del puesto laboral, se obtiene los siguientes parámetros:

- Peso del operario: 104,05 kg
- Temperaturas: $T_{bs} = 41,7 \text{ °C}$; $T_{bh} = 26,5 \text{ °C}$; $T_g = 48,1 \text{ °C}$; $TGBH = 32,98 \text{ °C}$
- Frecuencia cardíaca media: 129 ppm
- Frecuencia cardíaca máxima: 189 ppm
- Consumo metabólico: 520 Kcal

Para analizar la carga térmica en condiciones controladas, presentamos los datos que se analizaron:

- 50 minutos de tarea con un consumo metabólico de 520 Kcal.
- Se obtiene que $520 \text{ Kcal}/50 \text{ minutos} = 10,4 \text{ Kcal}/\text{minutos}$.
- Se determina que $10,4 \text{ Kcal}/\text{minutos} \approx 624 \text{ Kcal}/\text{hora} \approx 725,71 \text{ W}$.
- Se realiza el promedio de los índices TGBH medidos, el valor obtenido es igual a $TGBH_{\text{promedio}} = 34,97 \text{ °C}$.

Por consiguiente, en función de la “*figura 5*” y de los datos obtenidos y analizados, la actividad que realiza el operario, se encuadra en las tareas “**muy pesadas**”. Además, se obtiene de la misma figura antes mencionada, que el régimen de trabajo descanso en función del índice $TGBH_{\text{promedio}}$ es de “**25% de trabajo y 75% de descanso**” por cada hora de trabajo realizado dentro del puesto laboral.



En la cuarta medición, con los valores de la frecuencia cardíaca media obtenidos (129 ppm) de la tarea, se ve que el consumo metabólico es de 624 Kcal/h que es proporcional a 725 W. Además, el operario perdió en forma de sudor, una cantidad igual 0,50 litros.

Es conveniente mencionar, que, dentro del puesto laboral el foguista tiene como tarea alimentar al horno y nutrir de calor a la instalación. Por ello, cuando se necesita mayor cantidad de calor, el foguista utiliza como combustibles troncos de mayor tamaño que los convencionales. Pero, cuando ocurre dicha demanda de calor, a la hora de realizar la disposición de dichos troncos es ayudado por otro operario.

Es así, que cuando alimenta al mencionado horno con dichos troncos, este trabajo le genera mayor gasto energético. Por ello, en el día de la fecha se obtuvo un consumo metabólico de 624 Kcal/h.



Fig.6 Horno en funcionamiento



Fig.7 Foguista siendo asistido por otro operario

1 Conclusiones

De los resultados obtenidos de las correspondientes mediciones, tanto del índice TGBH, como del consumo metabólico, y estas mismas que fueron complementadas con la interpretación de los datos recabados de la encuesta. Se concluye, que el operario (Foguista), sufre de estrés térmico dentro de su puesto laboral.

Asimismo, los índices $TGBH_{promedio}$ obtenidos durante las 4 mediciones no disminuyen de los 29 °C. Además, el consumo metabólico estimado en función del parámetro fisiológico conocido como frecuencia cardíaca, de mayor dígito fue 520 Kcal que es proporcional 624 Kcal/h. En base, al valor obtenido, se encuadra a la actividad realizada por el foguista y en función del índice TGBH como **“muy pesada”**.

No obstante, en lo expresado anteriormente, se tiene que el **“régimen de trabajo descanso”** que se obtuvo en función de las mediciones, fue de **“25% de trabajo y 75% de descanso”**. Al mismo tiempo, el foguista se encuentra expuesto a estrés térmico, tanto por las condiciones del puesto laboral, como las personales del mismo.

Por lo tanto, dentro de las condiciones personales del operario, se observaron las siguientes: sobrepeso, hidratación deficiente, falta de elementos de protección personal, como así también falta de capacitación sobre los riesgos frente a la exposición a una fuente térmica y los efectos del calor sobre su salud.

Referencias

- [1] J. L. Fuentes Bargues, «Evaluación de riesgo de estrés térmico durante la construcción de una edificación industrial,» Departamento de proyectos de ingeniería - Universidad politécnica de Valencia, Valencia, 2016.
- [2] T. M. L. Alberto, «Apuntes de ambiente térmico - Efectos del calor,» Córdoba, 2011.
- [3] O.I.T, «Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo,» Ginebra, 2019.

- [4] A. F. Gruber, «La Ruta de la Yerba Mate,» Araucaria Producciones SRL, 2011. [En línea]. Available: <https://www.rutadelayerbamate.org.ar/yerba-mate/proceso-de-elaboracion/>. [Último acceso: lunes agosto 2021].
- [5] S. A. HOLOWATY, Optimización de recursos energéticos en el procesamiento de la yerba mate, Posadas: Universidad Nacional de Misiones, 2017.
- [6] RENATRE, «Foguista de sapecado,» Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Buenos Aires, 2016.
- [7] J. Diebel, «Weather Spark,» Cedar Lake Ventures, Inc., [En línea]. Available: <https://es.weatherspark.com/y/29367/Clima-promedio-en-Posadas-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>. [Último acceso: martes febrero 2022].
- [8] M. P. E. Guano, El estrés térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores, Ambato: Facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial, 2017.
- [9] G. Figueredo, «Estudio y valoración de la carga térmica en ambientes laborales en la región del NEA,» Extensionismo innovación y transferencia tecnológica, Buenos Aires, 2019.
- [10] M. d. t. y. a. s. d. España, «NTP 295: Valoración de la carga física mediante monitorización de la frecuencia cardíaca,» Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, Barcelona, 2010.
- [11] Ley N ° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Buenos Aires: ERREPAR S.A, 1972.
- [12] N. C. 2554, Calor y Frío límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo, Venezuela, 1995.
- [13] C. G. BERENT, Estimación de la carga térmica en la pulverización con mochila, Oberá: Facultad de Ingeniería de Oberá, 2009.
- [14] P. R. Mondelo, Ergonomía 2 - Confort y estrés térmico, Barcelona: Alfaomega, 2001.
- [15] F. F. Velázquez, Manual de Ergonomía, Madrid: MAPFRE, 1995.
- [16] X. Baraza, Higiene industrial, Barcelona: UOC, 2014.
- [17] M. J. Y. R. D. L. S., Metodología general para la interpretación de registros continuos de frecuencia cardíaca en los puestos de trabajo, París.
- [18] N. Española, ISO 8996 Ergonomía del ambiente térmico - Determinación de la tasa metabólica, Madrid: ANENOR, 2004.
- [19] E. M. Martí, «NTP 922 - Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos,» Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2011.
- [20] OIT, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, Madrid: Chantal Dufresne, 1998.
- [21] I. Ramos, Efectos del trabajo en ambientes calurosos, Madrid: Fundación para la prevención de riesgos laborales, 2006.
- [22] INYM, «Instituto Nacional de la Yerba Mate,» 2007. [En línea]. Available: <https://inym.org.ar/>.
- [23] P. FT7, «Manual de usuario,» Polar, 2009. [En línea]. Available: http://aws.tradeinn.com/images/pdf/manuales/spa_polar_manu_06790.pdf.