

Valoración del Estrés Térmico en una fábrica de insumos químicos para la industria de alimentos

Heat Stress Assessment in a chemical factory for the food industry

Rodolfo Agustín Chávez Collado ¹ ; Daniel Florencio Lovera Dávila ² , *

¹ Consejo Departamental de Lima, Colegio de Ingenieros del Perú, Calle Barcelona 240 - San Isidro, Lima, Perú.

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Calle Germán Amézaga 375, Ciudad Universitaria, Lima 1, Perú.

* Autor correspondiente: dloverad@unmsm.edu.pe (R. Chávez)

DOI: [10.17268/scien.inge.2025.02.01](https://doi.org/10.17268/scien.inge.2025.02.01)

RESUMEN

En el área de emulsificantes de una empresa de insumos alimentarios, las altas temperaturas y humedad generan condiciones de estrés térmico que afectan la salud de los trabajadores y disminuyen su productividad. La falta de control ambiental adecuado agrava esta situación, impactando la eficiencia operativa. Esta investigación, tiene como objetivo evaluar el nivel del estrés térmico en dos niveles del área de emulsionantes de una fábrica que elabora insumos químicos para alimentos, ubicado en el distrito de Chorrillos, en la ciudad de Lima, Perú. Se empleó el método del Índice de TGBH (WBGT) teniendo como referencia la Norma RM N° 375-2008-TR donde también se analiza el consumo metabólico de los trabajadores. Este estudio se realizó en el verano del 2024, utilizando los monitores de carga térmica marca Criffer modelo Protemp 4 y el otro de marca Inlite modelo ITEMP para hallar las variables ambientales. Los resultados que se obtuvieron mostraron que los índices de estrés térmico por calor que fueron evaluados en los puestos de trabajo ET-01 y ET-02 dieron como resultado 34,9 y 35,6 superando el valor límite permitido de 30,5 y 28,5 respectivamente. Esta situación representa un riesgo considerable para la salud ocupacional y genera un entorno laboral no óptimo para el rendimiento físico y mental de los trabajadores. Además, los operarios presentaron disminución en su ritmo de trabajo, así como mayor frecuencia de pausas no programadas y signos de fatiga al final del turno, afectando la productividad en el área. Los niveles de carga térmica superan los umbrales recomendados para trabajos moderados, lo que indica una necesidad urgente de implementar medidas correctivas, tales como ventilación mecánica, pausas térmicas controladas o rotación de personal. En conjunto, los resultados del estrés térmico tienen un impacto negativo significativo en la productividad operativa del área evaluada.

Palabras clave: estrés térmico; tasa metabólica; temperatura de globo; índice TGBH (WBGT).

ABSTRACT

In the emulsifier area of a food supply company, high temperatures and humidity generate thermal stress conditions that affect workers' health and reduce their productivity. The lack of adequate environmental control exacerbates this situation, impacting operational efficiency. This research aims to evaluate the level of thermal stress at two levels in the emulsifiers area of a factory that manufactures chemical inputs for food, located in the district of Chorrillos, in the city of Lima, Peru. The WBGT index method is used, taking as a reference Standard RM No. 375-2008-TR, which also analyzes the metabolic consumption of workers. This study was conducted in the summer of 2024, using Criffer Protemp 4 and Inlite ITEMP thermal load monitors to determine environmental variables. The results obtained showed that the heat stress indices evaluated at workstations ET-01 and ET-02 were 34.9 and 35.6, exceeding the permitted limit values of 30.5 and 28.5, respectively. This situation represents a considerable risk to occupational health and creates a suboptimal work environment for the physical and mental performance of workers. In addition, operators showed a decrease in their work pace, as well as a higher frequency of unscheduled breaks and signs of fatigue at the end of the shift, affecting productivity in the area. Thermal load levels exceed the recommended thresholds for moderate work, indicating an urgent need to implement corrective measures, such as mechanical ventilation, controlled thermal breaks, or staff rotation. Overall, the results of thermal stress have a significant negative impact on the operational productivity of the area evaluated.

Keywords: heat stress; metabolic rate; globe temperature; TGBH (WBGT) index.



1. INTRODUCCIÓN

Las industrias que producen insumos para alimentos, presentan algunas áreas donde se laboran a altas temperaturas, debido a la cantidad de máquinas y procesos que se realizan, por lo que necesita mantener los ambientes con las condiciones adecuadas de ventilación y temperatura para los trabajadores, más aún en temporadas de verano donde la temperatura suele incrementarse, provocando una sensación de discomfort y una afectación en la salud ocupacional de sus trabajadores, y causa una disminución del rendimiento en sus labores diarias.

Luna (1994) menciona que “para comprender adecuadamente el entorno térmico es fundamental analizar diversas variables relacionadas con el ambiente, las características del trabajo y las condiciones del trabajador. Las múltiples combinaciones posibles entre estos factores pueden originar escenarios de incomodidad térmica, aunque sin implicar necesariamente un riesgo para la salud. No obstante, en algunos casos menos comunes, incluso en condiciones térmicamente agradables, el entorno puede representar una amenaza para la salud. Esto ocurre, sobre todo, cuando hay presencia de radiación térmica por superficies calientes, niveles de humedad superiores al 60% y actividades que demandan esfuerzo físico” (p.1).

Monroy y Luna (2011), definen al estrés térmico como: “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” (p.1).

Los síntomas del estrés térmico pueden ser leves (Sudoración excesiva, Sed intensa, Calambres musculares, Fatiga, Debilidad, Dolor de cabeza) o graves (Deshidratación, Pérdida de electrolitos, Golpe de calor, que se caracteriza por un aumento de la temperatura interna por encima de 40,5 °C y piel caliente y seca). El cuerpo humano tiene niveles de autorregulación, como el sudor que deriva el calor a través de la vasodilatación cutánea, la respiración absorbe el calor, siendo el intervalo idóneo de temperatura entre 36,6 y 38°C.

El consumo metabólico, representado como “M”, corresponde a la cantidad total de energía producida por el cuerpo humano por unidad de tiempo, como resultado directo de la actividad realizada. Debido al bajo rendimiento energético del organismo, se suele ignorar la fracción de energía aprovechada como trabajo útil, considerando que la totalidad de la energía generada se convierte en calor. Esta variable puede estimarse mediante la medición del oxígeno consumido por la persona o consultando tablas específicas.

Álvarez y Pineda (2008) señalan que el organismo humano actúa como una fuente de calor, generando entre 65 y 80 vatios de energía térmica incluso en estado de reposo, lo cual varía en función del sexo, la edad y el área corporal. Esta producción calórica es comparable con la de una lámpara incandescente de 60 watts, la cual libera aproximadamente 55 vatios en forma de calor.

Arakaki et al. (2016) realizaron un estudio en una planta de chocolate en Lima para evaluar el estrés térmico mediante el índice TGBH según la norma RM 375-2008 NTP. Analizaron las dos áreas del proceso (derretido y chocomil) y midieron tanto el ambiente térmico como el consumo metabólico de los operarios. Los resultados mostraron que los índices TGBHi se mantuvieron por debajo de los límites normativos.

Camacho (2013) investigó el riesgo de estrés térmico en operarios del área de fundición de una empresa metalmeccánica en Venezuela. Con una muestra de 8 trabajadores, el estudio reveló incomodidad térmica a pesar de cierta aclimatación, recomendando un programa preventivo para mejorar las condiciones laborales.

Sánchez (2015) destaca cómo el calor en los ambientes laborales afecta la regulación corporal y la seguridad, subrayando la influencia del cambio climático y los microclimas laborales en la salud. Señala la importancia de incluir los golpes de calor en la evaluación de riesgos y advierte sobre muertes por deshidratación en Colombia como indicios de un riesgo emergente en el entorno laboral.

Millán y Berbey-Álvarez (2023) analizaron las condiciones térmicas en un centro de atención al cliente en Panamá, encontrando que excedían los rangos saludables según la metodología ISO 7243:1989 y el índice WBGT. Tras detectar el problema, se realizaron correcciones como la reparación del aire acondicionado y se propusieron estrategias para mejorar el confort térmico laboral.

Arias y Cárdenas (2024) evaluaron el estrés térmico en puestos de vigilancia de una empresa en Girardot, Colombia, con enfoque cuantitativo y descriptivo. Encontraron riesgos higiénicos en ambas áreas analizadas, asociados al cambio climático, por lo que recomendaron medidas para proteger la salud de los trabajadores.

Tuarez et al. (2024) analizaron las condiciones térmico-atmosféricas en una planta de alimentos en Quevedo, Ecuador, y su impacto en trastornos relacionados con el calor. Aplicando la norma ISO 7226 y el índice WBGT, identificaron áreas críticas y propusieron medidas preventivas para reducir el estrés térmico y proteger la salud de los trabajadores.

Gutiérrez (2020) analizó las condiciones térmicas y el clima organizacional en la panadería Willy's, encontrando que, a mayor riesgo de estrés térmico por calor, se percibe un deterioro en el ambiente laboral. Utilizó el índice TGBH y un enfoque descriptivo-correlacional con diseño no experimental.

Barrera y Morales (2020) identificaron en un frigorífico un nivel de estrés térmico elevado en el área de escaldado, con un WBGT corregido de 36,9 °C, superando ampliamente los límites recomendados. Factores como la baja ventilación y la alta humedad agravaron la exposición, provocando efectos negativos en la salud de los trabajadores. Se concluyó que solo deben laborar 11 minutos por hora, con 49 minutos de descanso, para evitar riesgos.

Osorio (2024) estudió la relación entre el estrés térmico y la salud en trabajadores de una empresa metalme-cánica, encontrando que el 80 % laboraba más de 2 horas en ambientes con niveles medios y altos de estrés térmico. Aunque los valores WBGT estaban dentro de los límites legales, se halló una correlación significativa con la salud ($Rho = 0,782$), por lo que se recomendó implementar medidas preventivas como hidratación y rotación de turnos.

Kikut y Pereira (2021) realizaron un estudio en una planta industrial para diseñar un programa de control frente a riesgos ergonómicos y estrés térmico por calor. Con encuestas y análisis de tareas, encontraron que el 90 % de las actividades superaban los límites recomendados por NIOSH, lo que evidenció la necesidad de implementar un programa preventivo.

Parmar y Gawde (2023) En su estudio evaluaron la vulnerabilidad al estrés térmico en trabajadores de pequeñas fábricas de acero y fundición, encontrando que las temperaturas superan los límites de seguridad incluso en invierno. A pesar de algunas medidas de adaptación, como ropa ligera, faltan controles adecuados del calor. Se concluye que estos trabajadores están altamente expuestos y se requieren estrategias específicas de protección.

Bach et al. (2023) Ante el agravamiento del calor por el cambio climático, un estudio simuló intervenciones en tejados de fábricas de confección en Bangladesh, mostrando que estrategias como techos verdes o blancos reducen hasta 2 °C la temperatura interior y mejoran significativamente las condiciones laborales. Estas soluciones sostenibles pueden reducir la dependencia del aire acondicionado y deben integrarse en políticas de salud, productividad y diseño industrial.

Debela et al. (2023) El estudio en una fábrica de caña de azúcar en Etiopía reveló que más del 70 % de los trabajadores estuvieron expuestos al estrés térmico y presentaron síntomas como hinchazón, sed intensa y sequedad bucal. Factores como la falta de sombra, ropa protectora y pantallas reflectantes aumentaron el riesgo, destacando la necesidad urgente de intervenciones mecánicas y preventivas en el entorno laboral.

Teniendo en cuenta los estudios e investigaciones mencionados, se hizo un monitoreo del estrés térmico del ambiente del área de emulsionantes de una empresa fabricante de insumos químicos para la industria de alimentos y los riesgos a los que se exponen los trabajadores. La evaluación se hizo el lunes 9 de febrero del 2024, alrededor de las 11 am, cuando se emplearon los reactores 1, 4 y 5 en el proceso de producción.

El Objetivo del estudio es evaluar y analizar el impacto del estrés térmico en los trabajadores de una planta industrial, que cuenta con 6 reactores donde se producen los insumos, identificando medidas preventivas y correctivas para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable. La Justificación de la investigación es crucial para garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores en una planta industrial donde las altas temperaturas pueden representar un riesgo significativo. Asimismo, identificar los factores desencadenantes del estrés térmico y proponer soluciones efectivas ayudarán a mejorar las condiciones laborales y reducir los riesgos de accidentes o problemas de salud relacionados con el calor.

2. METODOLOGÍA

Tabla 1. Instrumentación para la medición de estrés térmico

Equipo	Marca- Modelo	Características Técnicas	Foto
Monitor de Carga Térmica	Marca: Criffer Modelo: Protemp 4 Serie: 11001178 11001476	Escala: -20 a 150°C (Precisión $\pm 0.5^\circ\text{C}$) Resolución: 0,1°C Precisión: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ Temperatura de funcionamiento: -20 a 100°C Módulo sensor incorporado en el instrumento, resistente a altas temperaturas. Proporciona lecturas en grados Celsius ($^\circ\text{C}$) o Fahrenheit ($^\circ\text{F}$) Data logger: 512 Kb de memoria Proporciona informes a listas y gráficas Duración de la batería: hasta 100 horas sin recargar Indicación del nivel de batería. Escala de medida: +1 a +125 $^\circ\text{C}$ Precisión: $\pm 0,25^\circ\text{C}$ Resolución: 0,1°C Temperatura de funcionamiento: 0 a 80°C	
Monitor de Carga Térmica	Marca: Inlite Modelo: ITEMP Serie: 21110305504A	Humedad de funcionamiento: 0 a 95 % Capacidad de memoria: 80 registros de 8h Lecturas en grados Celsius ($^\circ\text{C}$) o Fahrenheit ($^\circ\text{F}$) Función de bloqueo de teclas para proteger el medidor contra la operación accidental Duración de la batería: 30 horas Indicación de porcentaje de batería 0 al 100% en la pantalla. Escala de medida: -55 a +125 $^\circ\text{C}$	

En la Tabla 1 se describen los equipos para medir el estrés térmico con lectura directa de las temperaturas de globo, bulbo seco e índice WBGT para los dos niveles del área de emulsificantes.

Las mediciones se realizaron tomando como referencia los criterios y prácticas basados en la Guía N°2 de medición del estrés térmico del D.S. N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería, y el ISO 7243 que se muestra en la Tabla 2 de Valores límite de referencia para el índice WBGT. Las mediciones se efectuaron en el puesto de trabajo más desfavorable, se realizó la instalación del equipo usando las alturas corporales promedio de la cabeza, tronco y pies.

Tabla 2. Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona Aclimatada		Persona No Aclimatada	
	v=0	v≠ 0	v= 0	v≠ 0
< 100	33	33	32	32
100 - 200	30	30	29	29
200 - 310	28	28	26	26
310 - 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$$TGBH_i = 0,7 TBH + 0,3 TG \text{ (Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo)} \quad (I)$$

Definiendo las siguientes variables:

✓ TBH: La temperatura de bulbo húmedo

✓ TBS: La temperatura de bulbo seco

✓ TG: La temperatura de globo

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice TGBH realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la expresión:

$$TGBH = \frac{TGBH (CABEZA) + 2 \times TGBH (ABDOMEN) + TGBH (TOBILLOS)}{4} \quad (II)$$

4

Para la aplicación del límite máximo permisible se determina cuál es el gasto metabólico total de la actividad realizada y ubicarlo dentro de una de las siguientes categorías, tal como indica la tabla 3, basándonos en la Guía N° 02 de Medición de Estrés Térmico del DS 024 -2016-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería.

Tabla 3: Intensidad del trabajo respecto al gasto metabólico en kcal/hora

Gasto Metabólico (Kcal/h)	Categoría de Intensidad del Trabajo	Ejemplo de Actividad
<100	Descanso	Sentado
100-200	Ligero	Sentado con trabajo ligero con las manos o con las manos y los brazos, etc.
200-300	Moderado	Trabajo constante moderado con las manos y brazos, etc.
300-400	Pesado	Trabajo intenso con manos y tronco, excavación manual, caminando rápidamente, etc.
>400	Muy Pesado	Actividad muy intensa

Para estimar y clasificar el consumo metabólico de los trabajadores según la posición, el movimiento del cuerpo y el tipo de trabajo se ve en la tabla 4 de Criterios para estimación del consumo metabólico tomando

como referencia la Guía N° 02 de Medición de Estrés Térmico del D.S.024 -2016-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería.

Tabla 4. Criterios para estimación del consumo metabólico

Posición y Movimiento del Cuerpo		Kcal/Min
Sentado		0,3
De pie		0,6
Andando		2,0 - 3,0
Subida de una pendiente andando		Añadir 0,8 por m de subida
Tipo de Trabajo		
Parte del Cuerpo	Intensidad	Media (kcal/min)
Trabajo Manual	Ligero	0,4
	Pesado	0,9
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0
	Pesado	1,8
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5
	Pesado	2,5
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5
	Moderado	5,0
	Pesado	7,0
	Muy Pesado	9,0
Gasto Metabólico Basal		
1 Kcal/min		

Según la R.M. N° 375-2008-TR. “Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico”, anexo 1 – Título VII: Condiciones ambientales de trabajo – artículo 27, se tienen los límites de exposición ante el estrés térmico como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Límites de exposición ante el estrés térmico

Categoría de Trabajo	Aclimatado				Sin Aclimatar			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado
100% trabajo	29,5	27,5	26,0					
75% trabajo, 25% descanso	30,5	28,5	27,5		29,5	27,5	26,0	
50% trabajo, 50% descanso	31,5	29,5	28,5	27,5	30,5	28,5	27,5	
25% trabajo, 75% descanso	32,5	31,0	30,0	29,5	31,5	29,5	28,5	27,5

Tomando como referencia la Guía N° 02 de Medición de Estrés Térmico del DS 024 -2016-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería, tenemos la Tabla 6 tomando en consideración la ropa de Trabajo del trabajador.

Tabla 6. Factores de corrección al índice TGBH medido

Factor	Valor de Ajustar
Ropa de trabajo (manga larga en camisa y pantalón)	0
Mamelucos (material tejido)	0
Ropa tejida de doble capa	3
Ropa sintética poco porosa	0,5
Ropa de trabajo de uso limitado que sirve de barrera al paso del vapor	11

Asimismo, en la Tabla 7 mostramos los datos recopilados en campo para los niveles 1 y 2 para el Supervisor del Área y el operario.

Tabla 7. Estación de monitoreo para estrés térmico

Estación	Área de Trabajo	Puesto	Descripción
ET-01	Emulsificantes - 1er Nivel	Supervisor de ÁREA	* Trabajador: Alfonso Aquiles Belahonia Torres
			* Edad: 47 años
ET-02	Emulsificantes – 2do Nivel	Operario	* Peso: 60 Kg
			* Horario de trabajo: 05:30 – 16:30
			* Duración: 10 horas
			* Humedad relativa: 50%
			* Ciclo o categoría de trabajo: 100%
			* Si cuenta con bebederos
			* Vestimenta: Polo manga corta de algodón color blanco, toca, pantalón drill color blanco, prendas interiores de algodón, botas de jebe.
			* Actividad: Supervisión de los procesos del área de emulsificantes
			* Trabajador: Danny Daniel Nuñez Leyva
			* Edad: 44 años
ET-02	Emulsificantes – 2do Nivel	Operario	* Peso: 79 Kg
			* Sin exposición solar
			* Horario de trabajo: 06:30 – 17:15
			* Jornada: 10 horas
			* Humedad relativa: 50%
			* Ciclo o categoría de trabajo: 75% - 25%
			* Vestimenta: Polo manga corta de algodón color blanco, toca, pantalón drill color blanco, prendas interiores de algodón, botas de jebe, delantal.
			* Actividad: Preparación, envasado y traslado de productos. Alimentación de las ollas con los insumos líquidos y sólidos, encendido del reactor y envasado de producto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para poder hallar el Consumo Metabólico, se debe precisar que las labores se realizan en la proporción estimada para una hora de trabajo: Sentado: 21 minutos (35%), de pie 18 minutos (30%), andando 15 minutos (25%) y subiendo pendiente 6 minutos (10%) que se desarrollan en la Tabla 8 del Cálculo de consumo metabólico.

Tabla 8. Cálculo de consumo metabólico

PUESTOS EVALUADOS					
		ET - 01		ET - 02	
INDICADORES		CM (Kcal/min)	T (%)	CM (Kcal/min)	T (%)
	Sentado	0,3	35%	0,3	0%
Posición y movimiento del cuerpo	De pie	0,6	30%	0,6	40%
	Andando	2,5	25%	2,8	50%
	Subiendo pendiente	2,0	10%	2,0	10%

PUESTOS EVALUADOS					
		ET - 01		ET - 02	
INDICADORES		CM (Kcal/min)	T (%)	CM (Kcal/min)	T (%)
Tipo de Trabajo	Trabajo manual	0,6	50%	0,8	45%
	Trabajo con un brazo	1,0	15%	1,5	20%
	Trabajo con dos brazos	0,0	0%	2,5	25%
	Trabajo con el cuerpo	0,0	0%	3,5	0%
Metabolismo Basal		1,0	100%	1,0	100%
Gasto Calórico (Kcal/min)		2,56		4,13	
Gasto Calórico (Kcal/hr)		153,6		247,5	
Peso (Kg)		60,0		79,0	
Factor de Corrección		0,86		1,13	
Gasto Calórico Corregido (kcal/hr)		131,66		279,32	
Categoría Tasa Metabólica		Ligero		Moderado	

El consumo metabólico se presenta en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal, cuya relación es:

$$1 \text{ kcal / hora} = 1,16 \text{ wátios/m}^2 \text{ (Para una superficie corporal media de } 1,8 \text{ m}^2\text{)}$$

Para el Supervisor, su gasto calórico está estimado en:

Por la posición y movimiento de trabajo:

$$0,3 \times 0,35 + 0,6 \times 0,30 + 2,5 \times 0,25 + 2 \times 0,1 = 1,11 \text{ kcal/min}$$

Por el tipo de trabajo:

$$0,6 \times 0,5 + 1 \times 0,15 + 0 + 0 = 0,45 \text{ kcal/min}$$

Luego sumando al metabolismo basal, se tiene:

$$1,11 + 0,45 + 1,00 = 2,56 \text{ kcal/min} = 153,60 \text{ kcal/hr}$$

Como esos datos son para un peso de 70 kg, para un peso diferente empleamos el

$$\text{Factor de Corrección} = \frac{\text{Peso}}{70\text{kg}}$$

$$70\text{kg}$$

Considerando el peso de 60 kg, el factor es 0,86, lo que nos da finalmente

$$\text{Gasto Calórico Corregido: } 153,60 \times 0,86 = 131,66 \text{ kcal/hr}$$

Para el **Supervisor**, su gasto calórico está estimado en: 131,66 kcal/hr

De manera similar, el gasto metabólico para el **Operario** está estimado en: 279,32 kcal/hr

Y comparando con la tabla de Intensidad del trabajo respecto al gasto metabólico en Kcal/hora se tiene que el Supervisor tiene una Categoría de Tasa Metabólica Ligera, y el operario una Categoría de Tasa Metabólica Moderada.

En lo que respecta a la medición de las temperaturas en los tres niveles (tobillos, pecho y cabeza) se muestran en la Tabla 10 de Resultados de Campo,

Reemplazando valores, utilizando la ecuación (I) se obtiene la tabla 9 que muestran los resultados de campo:

Tabla 9. Resultados de campo

Estación	Puesto de Trabajo	Categoría de trabajo	Posición	TBH (°C)	TA (°C)	TG (°C)	TGBHi (°C)
ET - 01	Supervisor de AREA	100%	Tobillos	28,5	39,1	48,3	34,5
			Abdomen	30,0	42,5	7,4	35,2
			Cabeza	29,8	41,5	45,6	34,5
ET - 02	Operario	75% - 25%	Tobillos	29,4	42,5	44,6	34,0
			Abdomen	31,2	46,0	47,4	36,1
			Cabeza	31,3	47,1	48,1	36,3

Donde la TBH: Temperatura del Bulbo Húmedo

TG: Temperatura del Globo

TA: Temperatura del Aire

TGBHi: Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo interna

Tomando los resultados obtenidos para las TGBHi en los tobillos, abdomen y cabeza, aplicando la ecuación II se tiene en la Tabla 9 de Nivel de Índice de Estrés Térmico:

Tabla 9. Nivel de Índice de Estrés Térmico

Estación	Puesto de Trabajo	Posición	TGBHi (°C)	TGBH Ponderado (°C)	Corrección	TGBH corregido
ET - 01	Supervisor de AREA	Tobillos	34,5	34,9	0	34,9
		Abdomen	35,2			
		Cabeza	34,5			
ET - 02	Operario	Tobillos	34,0	35,6	0	35,6
		Abdomen	36,1			
		Cabeza	36,3			

Luego de los cálculos, se obtienen los siguientes resultados:

Para el Supervisor del Área: 34,9 (30,5 es el límite máximo)

Para el Operario: 35,6 (28,5 es el límite máximo)

Y comparando con el cuadro de la Normativa RM N° 375 – 2008 - TR, se tiene que ambos superan el límite máximo permisible, por lo tanto, no están cumpliendo con la norma, como se muestran en las figuras siguientes para los puestos de Supervisor del Área y Operario.

Con los datos encontrados, y tomando como referencia la Tabla 2 de Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243), se puede determinar los tiempos de descanso por cada hora de trabajo, para poder recuperar el balance térmico y liberar el calor en exceso. Para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$F_t = \frac{(A-B)}{(C-D) + (A-B)} \times 60 \text{ (minutos/hora)} \quad \text{(III)}$$

Donde:

Ft: Fracción del tiempo de trabajo respecto al total (minutos por hora)

A: TGBH límite en el descanso ($M < 100 \text{ kcal/h}$)

B: TGBH en la zona de descanso

C: TGBH en la zona de trabajo

D: TGBH límite en el trabajo

Para el Supervisor:

A = 33,0

B = 27,0

C = 34,9

D = 30,0

Para el Operario:

A = 33,0

B = 27,0

C = 35,6

D = 28,0

Reemplazando valores en la ecuación III, se tiene que el Ft para el Supervisor es de 33 min/hora y para el Operario 26,5 min/hora

4. CONCLUSIONES

En la presente investigación, se aprecia que el estrés térmico está relacionado con el ambiente (temperatura y flujo de aire, la humedad y el calor radiante), el trabajador (vestimenta, aclimatación, hidratación) y las operaciones propias de la cantidad y tipo de trabajo. Los índices de estrés térmico por calor que fueron evaluados en los puestos de trabajo ET-01 y ET-02 para el supervisor y el operario NO CUMPLEN con el valor límite permitido según la R.M. N° 375-2008-TR. Respecto al gasto metabólico en Kcal/hora se tiene que el Supervisor tiene una Categoría de Tasa Metabólica Ligera, y el operario una Categoría de Tasa Moderada. Asimismo, el área de emulsionantes, al no tener un adecuado sistema de ventilación y extracción de aires y vapores, no ayuda en reducir el exceso de calor existente, sobre todo en la temporada de verano. Por otro lado, cuando se utiliza el Reactor 6 para la preparación de insumos, la sensación de calor es más alta, ya que emplea 6 quemadores, que están encendidos unas 6 horas en promedio. Así mismo, para preservar la salud de los trabajadores del área, el supervisor deberá destinar por cada hora de trabajo 33 minutos (55 %) a la realización de actividades y 27 minutos (45 %) al descanso, mientras que el operario deberá asignar 27 minutos por cada hora de trabajo (45 %) a la ejecución de actividades y 33 minutos (55 %) al reposo.

Además, se recomienda la instalación un sistema de extracción de calor y ventilación para mitigar el impacto del estrés térmico en los trabajadores del área de emulsificantes

5. AGRADECIMIENTOS

Norma Merino Olivo, Gerente General de la empresa por haberme brindado las facilidades para realizar el estudio.

Ignacio Matheus Guerra, Gerente Técnico de la empresa por darme la confianza y apoyo para realizar la investigación.

M&G Consulting por el apoyo con los instrumentos para realizar la medición de las temperaturas en los puestos de trabajo.

Alfonso Belahonia Torres, supervisor del área de emulsionantes por el apoyo en las coordinaciones para escoger el día propicio que se hizo el estudio.

Dr. Daniel Lovera Dávila, miembro del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica – Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por sus enseñanzas en el área metodológica para elaborar el presente informe, y en los talleres de tesis en la maestría.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvarez L. & Pineda Y. (2008). Manejo integral de la exposición ocupacional a sobre carga térmica. Colombia. Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis63.pdf>

Arakaki J., Tang O. & Yaringaño R. (2016) “Evaluación del estrés térmico durante el verano 2015 en los ambientes de una fábrica de chocolates en la ciudad de Lima,” *Anales Científicos*, vol.77, no. 2, pp. 229–232, Available: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/544>

Arias A. & Cárdenas L. (2024). Clima Laboral: Evaluación del estrés térmico en los trabajadores de seguridad privada de Girardot Cundinamarca. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10494/15419>

- Bach A, Palutikof J., Tonmoy F., Smallcombe J., Rutherford S., Joarder A., Hossain M., Ollie J. (2023) Retrofitting passive cooling strategies to combat heat stress in the face of climate change: A case study of a ready-made garment factory in Dhaka, Bangladesh. Available <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112954>
- Barrera L. & Morales C. (2020). Evaluación de estrés térmico por calor en los trabajadores del área de escaldado de la empresa de alimentos Frigorífico La Marranera Sampedro-Sucre. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/11d25e12-d125-47d4-bbd4-5052a9c8f27e/content>
- Camacho D. (2013) “Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos en el área de Fundición en una empresa Metal Mecánica, Mariara. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492013000100007
- Debela M., Begosaw A., Deyessa N., Azage M. (2023) The Burdens of Occupational Heat Exposure-related Symptoms and Contributing Factors Among Workers in Sugarcane Factories in Ethiopia: Heat Stress Wet Bulb Globe Temperature Meter. Available: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.08.003>
- Gutiérrez S. (2020) Relación del estrés térmico por calor y el clima laboral en la panadería WILLY’S - Huancayo 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8432>
- Kikut F. & Pereira M. (2021) Propuesta de programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., ubicada en Heredia, Costa Rica. <https://hdl.handle.net/2238/13510>
- Luna P. (1994). NTP 322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. INSHT. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. España. p 6. <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/9-serie-ntp-numeros-296-a-330-ano-1994/ntp-322-valoracion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wbgt>
- Millán J. & Berbey-Alvarez A. (2023) El estrés térmico, mucho más que la disconformidad Corporal. <https://revistas.unicyt.org/index.php/actasidi-unicyt/article/download/119/113/118>
- Monroy E. & Luna P. (2011). NTP 922. Estrés térmico y sobrecarga térmica: Evaluación de los riesgos (I). <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/26-serie-ntp-numeros-891-a-925-ano-2011/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-922>
- Osorio Y. (2024). Relación entre estrés térmico por calor y la salud de los trabajadores de una empresa metalmeccánica. *Perfiles De Ingeniería*, 21(22), 127–140. <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v21i22.7027>
- Parmar HK, Gawde NC (2023). Heat Stress Vulnerability among Small-Scale Factory Workers and Adaptive Strategies in Ahmedabad: A Cross-Sectional Study. Available: <https://doi.org/10.3126/ijosh.v13i3.44241>
- Sánchez J. (2015). El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890182>
- Tuarez D., Erazo C. & Mestanza P. (2024), Evaluación de las Condiciones Térmico-Metabólicas en el área de producción de una industria alimentaria y su incidencia en los trastornos sistémicos por calor. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/article/view/600/837>

Contribución de autoría

Conceptualización: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Curación de datos: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Análisis formal: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Adquisición de fondos: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Investigación: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Metodología: Daniel Florencio Lovera Dávila; Administración del proyecto: Rodolfo Agustín Chávez Collado, Daniel Florencio Lovera Dávila; Recursos: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Software: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Supervisión: Daniel Florencio Lovera Dávila; Validación: Daniel Florencio Lovera Dávila; Visualización: Rodolfo Agustín Chávez Collado, Daniel Florencio Lovera Dávila; Redacción - borrador original: Rodolfo Agustín Chávez Collado; Redacción - revisión y edición Rodolfo Agustín Chávez Collado,

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

ANEXOS

Tabla 10. Resultados de la Medición a la altura de los tobillos – 1er Nivel

ID	Hora	Termómetro de Globo (°C)	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	TGBHi (°C)	TGBHo (°C)
1	10:14:59	44,5	39,9	28,7	33,4	33,0
2	10:15:59	45,4	39,8	28,7	33,7	33,1
3	10:16:59	46,2	39,2	28,5	33,8	33,1
4	10:17:59	46,8	39,2	28,9	34,3	33,5
5	10:18:59	47,3	39,1	28,5	34,1	33,3
6	10:19:59	47,7	38,7	28,3	34,1	33,2
7	10:20:59	48,0	38,2	28,1	34,1	33,1
8	10:21:59	48,2	38,4	28,3	34,3	33,3
9	10:22:59	48,3	38,4	28,3	34,3	33,3
10	10:23:59	48,5	38,7	28,5	34,5	33,5
11	10:24:59	48,6	38,8	28,4	34,5	33,5
12	10:25:59	48,7	38,5	28,3	34,4	33,4
13	10:26:59	48,8	39,0	28,5	34,6	33,6
14	10:27:59	48,9	39,2	28,6	34,7	33,7
15	10:28:59	49,0	39,4	28,7	34,8	33,8
16	10:29:59	49,1	39,3	28,7	34,8	33,8
17	10:30:59	49,3	39,5	28,8	35,0	34,0
18	10:31:59	49,4	39,8	28,9	35,0	34,1
19	10:32:59	49,6	39,5	28,7	35,0	34,0
20	10:33:59	49,7	39,3	28,5	34,9	33,8
21	10:34:59	49,8	39,1	28,7	35,0	34,0
22	10:35:59	49,9	39,8	28,3	34,8	33,7

Tabla 11. Resultados de la Medición a la altura del abdomen – 1er Nivel

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBGTi (°C)	WBGT0 (°C)
1	10:15:39	42,4	29,9	47,3	35,1	34,6
2	10:16:39	42,1	29,8	47,3	35,0	34,5
3	10:17:39	42,4	29,9	47,3	35,2	34,7
4	10:18:39	42,6	29,9	47,3	35,1	34,6
5	10:19:39	42,3	29,9	47,3	35,2	34,7
6	10:20:39	42,3	29,8	47,4	35,1	34,6
7	10:21:39	42,2	29,8	47,4	35,1	34,6
8	10:22:39	42,0	29,8	47,4	35,0	34,5
9	10:23:39	42,1	29,9	47,3	35,1	34,6
10	10:24:39	42,3	29,8	47,3	35,1	34,6
11	10:25:39	42,1	29,8	47,3	35,0	34,5
12	10:26:39	42,3	29,9	47,3	35,1	34,6
13	10:27:39	42,4	30,0	47,3	35,2	34,7
14	10:28:39	42,6	30,0	47,3	35,2	34,7
15	10:29:39	42,3	29,9	47,3	35,1	34,6

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBG _{Ti} (°C)	WBG _{To} (°C)
16	10:30:39	42,7	30,1	47,4	35,3	34,8
17	10:31:39	43,0	30,3	47,4	35,4	35,0
18	10:32:39	43,1	30,3	47,6	35,4	35,0
19	10:33:39	43,0	30,1	47,7	35,4	34,9
20	10:34:39	42,9	30,2	47,8	35,5	35,0
21	10:35:39	42,6	30,0	47,8	35,3	34,8
22	10:36:39	42,7	30,0	47,9	35,4	34,8

Tabla 12. Resultados de la Medición a la altura de la cabeza – 1er Nivel

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBG _{Ti} (°C)	WBG _{To} (°C)
1	10:15:23	41,8	29,7	45,7	34,5	34,1
2	10:16:23	41,4	29,6	45,6	34,4	34,0
3	10:17:23	41,6	29,7	45,6	34,5	34,0
4	10:18:23	41,8	29,8	45,6	34,5	34,2
5	10:19:23	42,0	29,9	45,6	34,6	34,2
6	10:20:23	41,6	29,9	45,6	34,6	34,2
7	10:21:23	41,1	29,6	45,6	34,4	34,0
8	10:22:23	41,0	29,5	45,6	34,3	33,9
9	10:23:23	41,2	29,6	45,5	34,4	34,0
10	10:24:23	41,1	29,6	45,4	34,3	33,9
11	10:25:23	41,3	29,8	45,4	34,5	34,0
12	10:26:23	41,3	29,8	45,4	34,5	34,0
13	10:27:23	41,3	29,7	45,4	34,4	34,0
14	10:28:23	41,4	29,7	45,4	34,4	34,0
15	10:29:23	41,4	29,7	45,4	34,4	34,0
16	10:30:23	41,6	29,8	45,5	34,5	34,1
17	10:31:23	41,8	29,9	45,6	34,6	34,2
18	10:32:23	42,0	30,0	45,6	34,7	34,3
19	10:33:23	42,2	30,0	45,8	34,7	34,4
20	10:34:23	41,9	29,9	45,8	34,7	34,3
21	10:35:23	41,2	29,8	45,9	34,6	34,2
22	10:36:23	41,5	29,8	45,8	34,6	34,2

Tabla 13. Resultados de la Medición a la altura de los tobillos – 2do Nivel

ID	Hora	Termómetro de Globo (°C)	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	TGB _{Hi} (°C)	TGB _{Ho} (°C)
1	10:38:39	49,3	41,1	29,2	35,23	34,41
2	10:39:39	48,7	41,6	29,3	35,12	34,41
3	10:40:39	48,2	42,0	29,3	34,97	34,35
4	10:41:39	48,0	42,3	29,6	35,12	34,55
5	10:42:39	47,8	42,4	29,5	34,99	34,45
6	10:43:39	47,4	42,6	29,7	35,01	34,53

ID	Hora	Termómetro de Globo (°C)	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	TGBHi (°C)	TGBHo (°C)
7	10:44:39	47,2	42,9	29,7	34,95	34,52
8	10:45:39	47,0	43,1	29,7	34,89	34,50
9	10:46:39	46,9	43,2	29,7	34,86	34,49
10	10:47:39	46,7	43,4	29,8	34,87	34,54
11	10:48:39	46,6	43,6	29,8	34,84	34,54
12	10:49:39	46,5	43,7	29,8	34,81	34,53
13	10:50:39	46,4	43,8	29,8	34,78	34,52
14	10:51:39	46,3	43,7	29,7	34,68	34,42
15	10:52:39	46,2	43,7	29,5	34,51	34,26
16	10:53:39	45,9	43,5	29,4	34,35	34,11
17	10:54:39	45,7	43,4	29,2	34,15	33,92
18	10:55:39	45,5	43,2	29,1	34,02	33,79
19	10:56:39	45,4	43,1	29,2	34,06	33,83
20	10:57:39	45,3	43,0	29,2	34,03	33,80
21	10:58:39	45,2	43,0	29,3	34,07	33,85
22	10:59:39	45,1	43,0	29,4	34,11	33,90
23	11:00:39	44,9	42,8	29,4	34,05	33,84
24	11:01:39	44,7	42,7	29,5	34,06	33,86
25	11:02:39	44,6	42,6	29,4	33,96	33,76
26	11:03:39	44,4	42,5	29,4	33,90	33,71
27	11:04:39	44,3	42,4	29,4	33,87	33,68
28	11:05:39	44,1	42,4	29,3	33,74	33,57
29	11:06:39	44,0	42,4	29,3	33,71	33,55
30	11:07:39	43,9	42,3	29,5	33,82	33,66
31	11:08:39	43,8	42,3	29,5	33,79	33,64
32	11:09:39	43,8	42,3	29,4	33,72	33,57
33	11:10:39	43,7	42,3	29,3	33,62	33,48
34	11:11:39	43,6	42,3	29,2	33,52	33,39
35	11:12:39	43,6	42,2	29,2	33,52	33,38
36	11:13:39	43,5	42,2	29,3	33,56	33,43
37	11:14:39	43,5	42,2	29,2	33,49	33,36
38	11:15:39	43,5	42,1	29,3	33,56	33,42
39	11:16:39	43,5	42,1	29,2	33,49	33,35
40	11:17:39	43,4	42,1	29,2	33,46	33,33
41	11:18:39	43,4	42,1	29,2	33,46	33,33
42	11:19:39	43,4	42,1	29,2	33,46	33,33
43	11:20:39	43,4	42,1	29,2	33,46	33,33
44	11:21:39	43,4	42,1	29,2	33,46	33,33
45	11:22:39	43,4	42,0	29,2	33,46	33,32
46	11:23:39	43,4	42,0	29,2	33,46	33,32
47	11:24:39	43,3	42,0	29,2	33,43	33,30
48	11:25:39	43,3	41,9	29,2	33,43	33,29
49	11:26:39	43,3	42,0	29,3	33,50	33,37
50	11:27:39	43,3	42,0	29,4	33,57	33,44
51	11:28:44	43,3	42,3	29,6	33,71	33,61

ID	Hora	Termómetro de Globo (°C)	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	TGBHi (°C)	TGBHo (°C)
52	11:29:44	43,3	42,4	29,5	33,64	33,55
53	11:30:44	43,4	42,3	29,3	33,53	33,42
54	11:31:44	43,3	42,2	29,3	33,50	33,39
55	11:32:44	43,3	42,2	29,3	33,50	33,39
56	11:33:44	43,3	42,1	29,2	33,43	33,31
57	11:34:44	43,3	42,1	29,2	33,43	33,31
58	11:35:44	43,2	42,0	29,1	33,33	33,21
59	11:36:44	43,2	41,9	29,0	33,26	33,13
60	11:37:44	43,2	41,9	29,2	33,40	33,27
61	11:38:44	43,1	41,9	29,2	33,37	33,25
62	11:39:44	43,1	41,9	29,2	33,37	33,25
63	11:40:44	43,1	42,1	29,3	33,44	33,34
64	11:41:44	43,1	42,1	29,2	33,37	33,27

Tabla 14. Resultados de la Medición a la altura del abdomen – 2do Nivel

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBGTi (°C)	WBGT0 (°C)
1	10:39:44	42,8	30,1	47,3	35,3	34,8
2	10:40:44	43,8	30,4	47,1	35,4	35,1
3	10:41:44	44,4	30,4	47,0	35,4	35,2
4	10:42:44	45,0	30,6	46,9	35,5	35,3
5	10:43:44	45,5	30,7	46,9	35,6	35,4
6	10:44:44	45,8	30,8	47,0	35,7	35,5
7	10:45:44	45,9	30,8	47,1	35,7	35,6
8	10:46:44	45,9	30,8	47,2	35,7	35,6
9	10:47:44	46,6	31,1	47,3	36,0	35,9
10	10:48:44	46,6	31,0	47,4	35,9	35,8
11	10:49:44	46,7	31,1	47,6	36,0	35,9
12	10:50:44	46,8	31,1	47,8	36,1	36,0
13	10:51:44	47,0	31,1	47,8	36,1	36,1
14	10:52:44	47,1	31,2	48,0	36,2	36,1
15	10:53:44	46,9	30,9	48,1	36,1	36,0
16	10:54:44	46,3	30,7	48,2	35,9	35,8
17	10:55:44	45,6	30,3	48,1	35,6	35,4
18	10:56:44	45,5	30,4	48,1	35,7	35,4
19	10:57:44	45,3	30,4	47,9	35,7	35,4
20	10:58:44	44,9	30,3	47,8	35,6	35,3
21	10:59:44	44,6	30,2	47,7	35,4	35,1
22	11:00:44	44,9	30,8	47,5	35,8	35,5
23	11:01:44	45,3	31,3	47,4	36,1	35,9
24	11:02:44	45,6	31,4	47,3	36,2	36,0
25	11:03:44	45,7	31,5	47,3	36,2	36,1
26	11:04:44	45,9	31,6	47,2	36,3	36,2

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBGTi (°C)	WBGT0 (°C)
27	11:05:44	46,0	31,5	47,2	36,2	36,1
28	11:06:44	46,2	31,6	47,2	36,3	36,2
29	11:07:44	46,4	31,7	47,2	36,3	36,3
30	11:08:44	46,5	31,6	47,2	36,3	36,2
31	11:09:44	46,5	31,5	47,3	36,2	36,1
32	11:10:44	46,4	31,6	47,3	36,3	36,2
33	11:11:44	46,3	31,5	47,3	36,2	36,1
34	11:12:44	46,4	31,4	47,3	36,2	36,1
35	11:13:44	46,4	31,4	47,3	36,2	36,1
36	11:14:44	46,5	31,5	47,4	36,3	36,2
37	11:15:44	46,4	31,4	47,4	36,2	36,1
38	11:16:44	46,6	31,6	47,4	36,3	36,2
39	11:17:44	46,7	31,5	47,4	36,3	36,2
40	11:18:44	46,7	31,6	47,5	36,3	36,3
41	11:19:44	46,7	31,4	47,6	36,3	36,2
42	11:20:44	46,5	31,4	47,6	36,2	36,1
43	11:21:44	46,4	31,4	47,6	36,2	36,1
44	11:22:44	46,3	31,3	47,6	36,1	36,0
45	11:23:44	46,2	31,2	47,6	36,1	36,0
46	11:24:44	46,1	31,2	47,6	36,1	36,0
47	11:25:44	46,1	31,4	47,5	36,3	36,1
48	11:26:44	46,1	31,5	47,5	36,3	36,2
49	11:27:44	46,1	31,4	47,5	36,2	36,1
50	11:28:44	46,1	31,4	47,4	36,2	36,1
51	11:29:44	46,0	31,4	47,4	36,2	36,0
52	11:30:44	46,1	31,4	47,4	36,2	36,1
53	11:31:44	46,1	31,4	47,4	36,2	36,1
54	11:32:44	46,1	31,4	47,4	36,2	36,1
55	11:33:44	46,1	31,4	47,3	36,2	36,1
56	11:34:44	46,1	31,3	47,3	36,1	36,0
57	11:35:44	46,0	31,3	47,3	36,1	36,0
58	11:36:44	46,3	31,4	47,3	36,2	36,1
59	11:37:44	46,4	31,4	47,3	36,2	36,1
60	11:38:44	46,6	31,3	47,4	36,1	36,0
61	11:39:44	46,4	31,3	47,4	36,1	36,0
62	11:40:44	46,3	31,4	47,4	36,2	36,1
63	11:41:44	46,3	31,4	47,4	36,2	36,1
64	11:42:44	46,2	31,3	47,4	36,1	36,0

Tabla 15. Resultados de la Medición a la altura de la cabeza – 2do Nivel

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBGTi (°C)	WBGT0 (°C)
1	10:41:39	43,0	30,4	45,4	34,9	34,7
2	10:42:39	43,9	30,5	45,5	35,0	34,8
3	10:43:39	44,6	30,6	45,6	35,1	35,0
4	10:44:39	45,1	30,7	45,9	35,2	35,2
5	10:45:39	45,6	30,9	46,1	35,4	35,4
6	10:46:39	46,0	31,0	46,4	35,6	35,6
7	10:47:39	46,3	31,0	46,6	35,7	35,6
8	10:48:39	46,5	31,1	46,9	35,9	35,8
9	10:49:39	46,6	31,1	47,1	35,9	35,8
10	10:50:39	46,6	31,1	47,3	36,0	35,9
11	10:51:39	46,6	31,2	47,5	36,1	36,0
12	10:52:39	46,7	31,2	47,7	36,1	36,0
13	10:53:39	46,6	31,1	47,8	36,1	36,0
14	10:54:39	46,3	30,9	47,9	36,0	35,9
15	10:55:39	45,8	30,6	47,9	35,8	35,6
16	10:56:39	45,6	30,6	47,9	35,8	35,5
17	10:57:39	45,4	30,6	47,8	35,7	35,5
18	10:58:39	45,2	30,4	47,7	35,6	35,4
19	10:59:39	45,3	30,6	47,6	35,7	35,4
20	11:00:39	45,1	30,4	47,4	35,5	35,3
21	11:01:39	45,5	31,0	47,4	35,9	35,7
22	11:02:39	46,2	31,3	47,4	36,1	36,0
23	11:03:39	46,8	31,5	47,5	36,3	36,2
24	11:04:39	47,1	31,5	47,6	36,3	36,3
25	11:05:39	47,1	31,6	47,7	36,4	36,3
26	11:06:39	47,3	31,7	47,8	36,5	36,5
27	11:07:39	47,4	31,7	47,9	36,6	36,5
28	11:08:39	47,6	31,7	48,0	36,6	36,5
29	11:09:39	47,5	31,6	48,1	36,6	36,5
30	11:10:39	47,6	31,6	48,1	36,6	36,5
31	11:11:39	47,7	31,5	48,3	36,5	36,5
32	11:12:39	47,9	31,6	48,4	36,7	36,6
33	11:13:39	48,2	31,6	48,5	36,6	36,6
34	11:14:39	48,1	31,6	48,6	36,7	36,7
35	11:15:39	48,3	31,7	48,7	36,8	36,8
36	11:16:39	48,4	31,6	48,8	36,8	36,7
37	11:17:39	48,4	31,6	48,9	36,8	36,8
38	11:18:39	48,4	31,7	48,9	36,9	36,8
39	11:19:39	48,5	31,6	49,0	36,8	36,7
40	11:20:39	48,3	31,6	49,0	36,8	36,7
41	11:21:39	48,2	31,5	49,0	36,8	36,7
42	11:22:39	48,2	31,6	49,1	36,8	36,6
43	11:23:39	47,9	31,4	49,1	36,7	36,7
44	11:24:39	48,1	31,6	49,1	36,8	36,8

ID	Hora	Termómetro Seco (°C)	Termómetro Húmedo (°C)	Termómetro de Globo (°C)	WBGTi (°C)	WBGT0 (°C)
45	11:25:39	48,1	31,6	49,1	36,9	36,7
46	11:26:39	47,9	31,5	49,1	36,8	36,7
47	11:27:39	47,7	31,6	49,0	36,8	36,6
48	11:28:39	47,6	31,6	48,9	36,8	36,7
49	11:29:39	47,9	31,7	48,9	36,8	36,7
50	11:30:39	48,0	31,6	48,8	36,7	36,7
51	11:31:39	47,8	31,6	48,8	36,7	36,6
52	11:32:39	48,0	31,6	48,8	36,8	36,7
53	11:33:39	48,3	31,6	48,8	36,7	36,7
54	11:34:39	47,9	31,5	48,9	36,7	36,6
55	11:35:39	47,9	31,5	48,8	36,7	36,6
56	11:36:39	48,1	31,6	48,8	36,7	36,7
57	11:37:39	47,9	31,5	48,8	36,7	36,6
58	11:38:39	47,9	31,5	48,8	36,7	36,6
59	11:39:39	47,8	31,4	48,7	36,6	36,5
60	11:40:39	47,8	31,6	48,6	36,7	36,6
61	11:41:39	47,8	31,6	48,6	36,7	36,6
62	11:42:39	47,9	31,4	48,6	36,6	36,5
63	11:43:39	47,7	31,4	48,6	36,6	36,5

Asimismo, se muestran los gráficos de las mediciones de las Temperaturas a la altura de los tobillos, del abdomen y de la cabeza del primer y segundo nivel del área de emulsificantes en las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para el Supervisor de Área y el Operario.

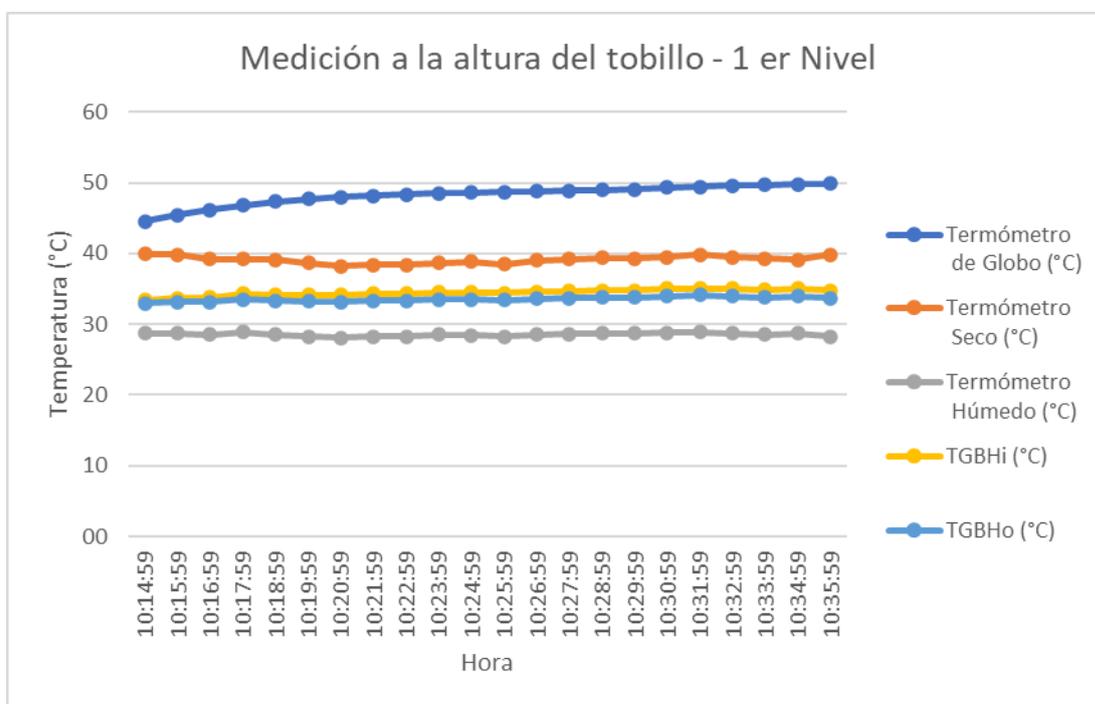


Figura 1. Medición a la altura de tobillos - 1er nivel de emulsificantes

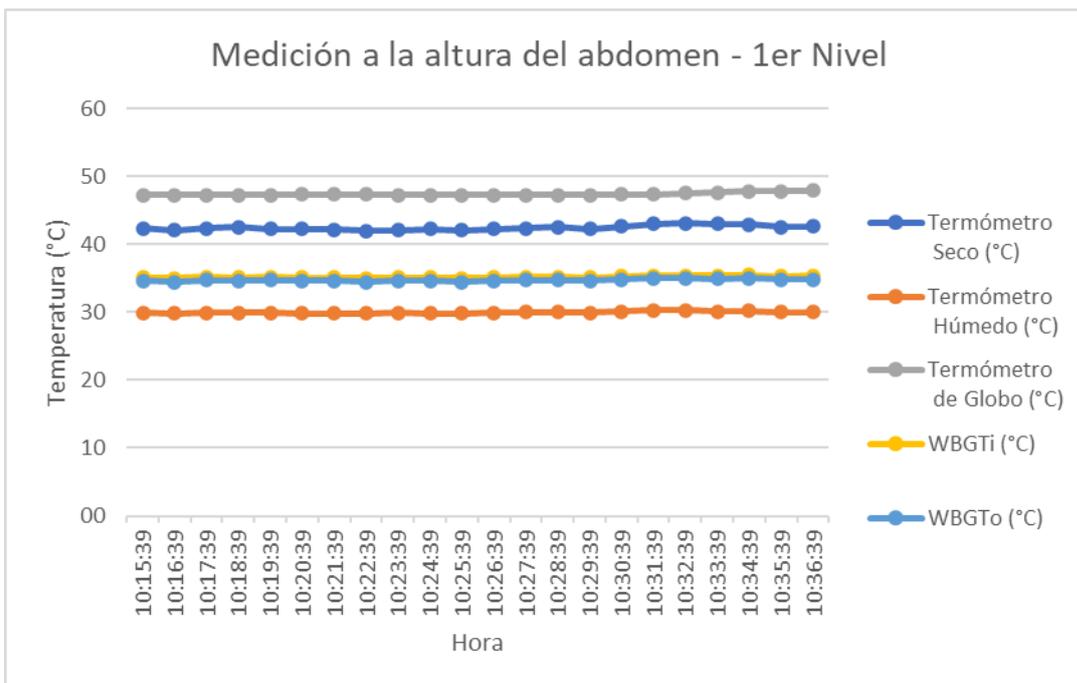


Figura 2. Medición a la altura de abdomen - 1er nivel de emulsificantes

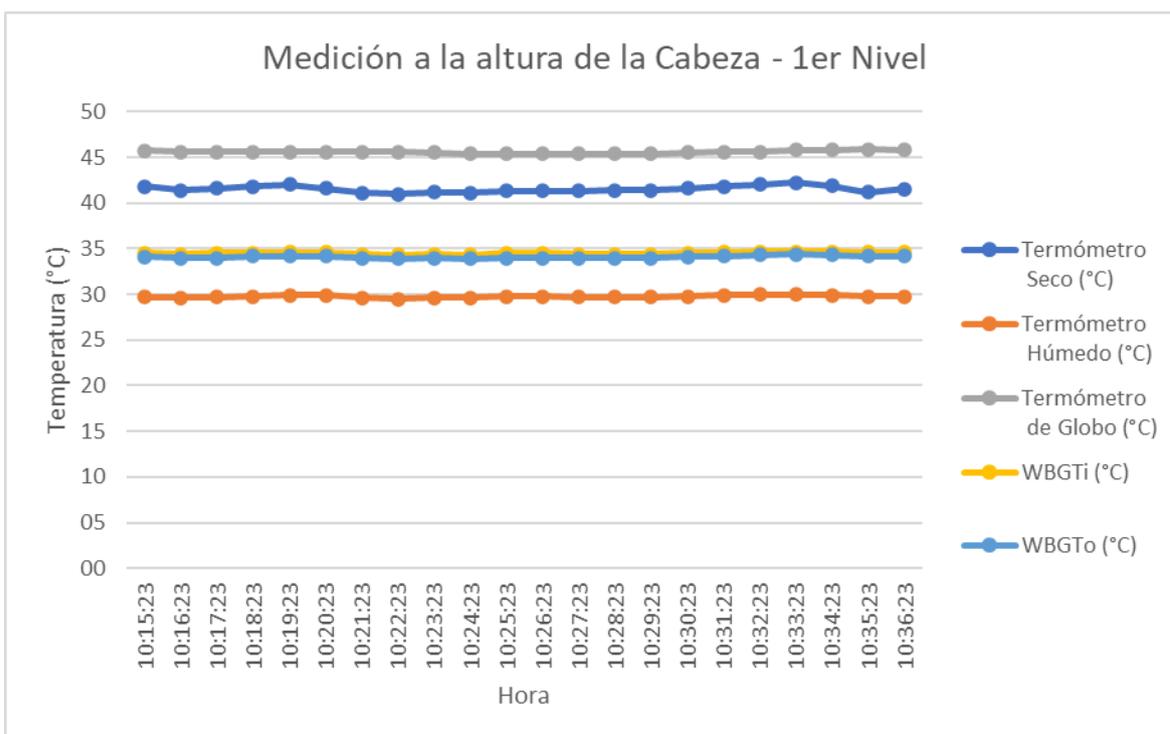


Figura 3. Medición a la altura de cabeza - 1er nivel de emulsificantes

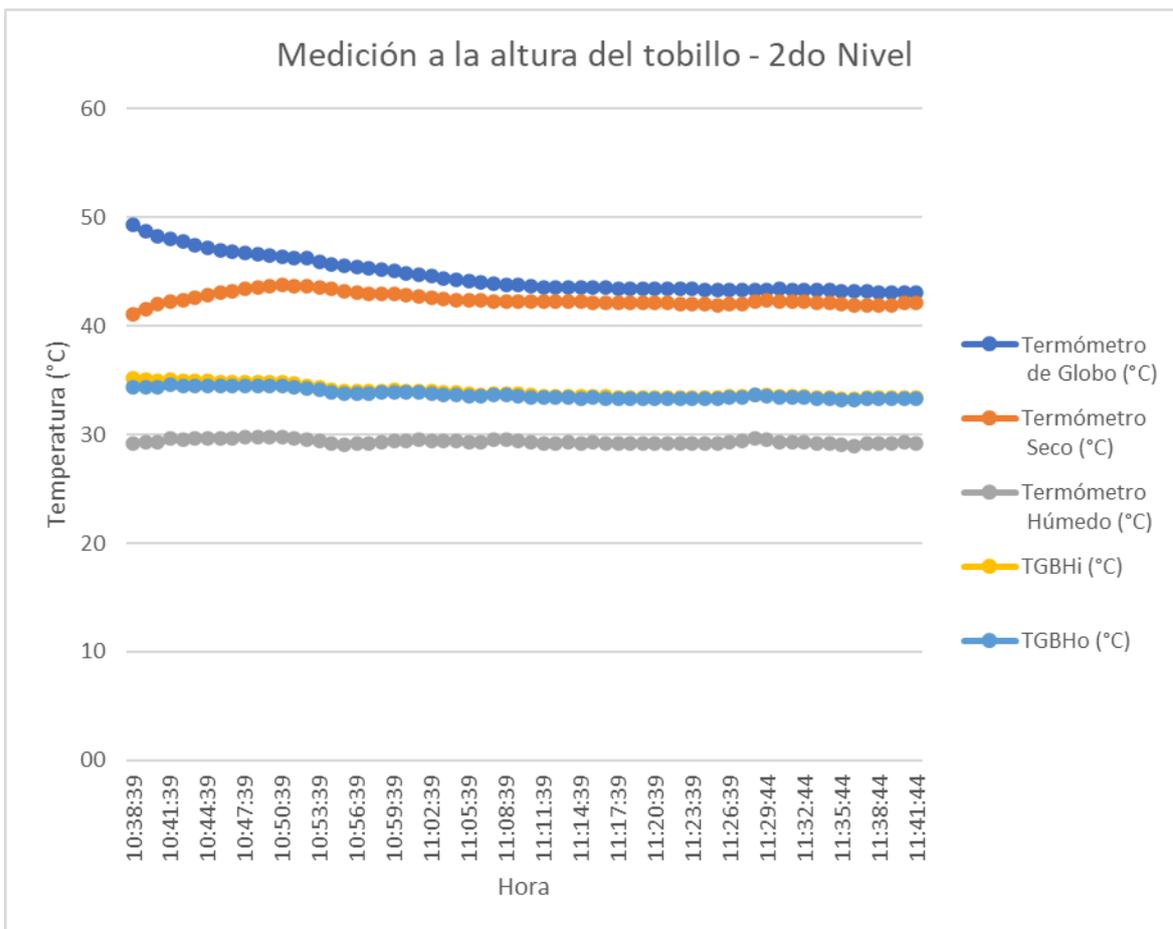


Figura 4. Medición a la altura de tobillos – 2do nivel de emulsificantes

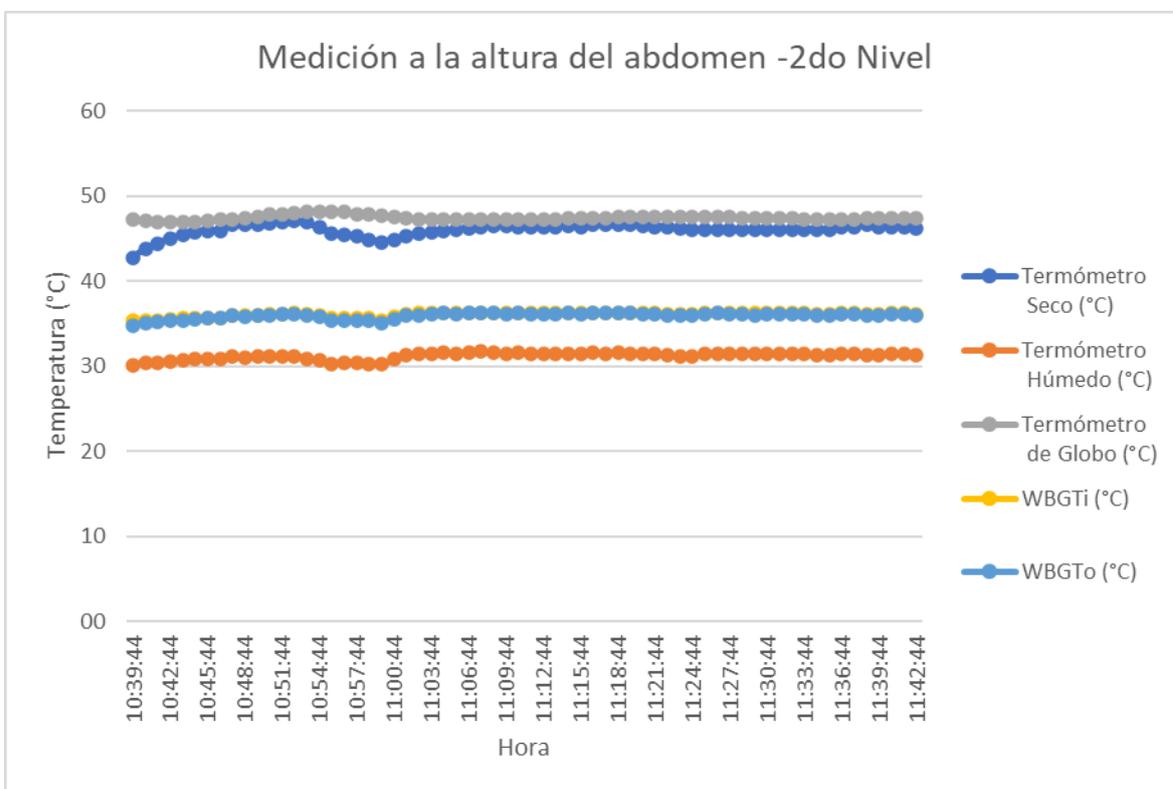


Figura 5. Medición a la altura de abdomen – 2do nivel de emulsificantes

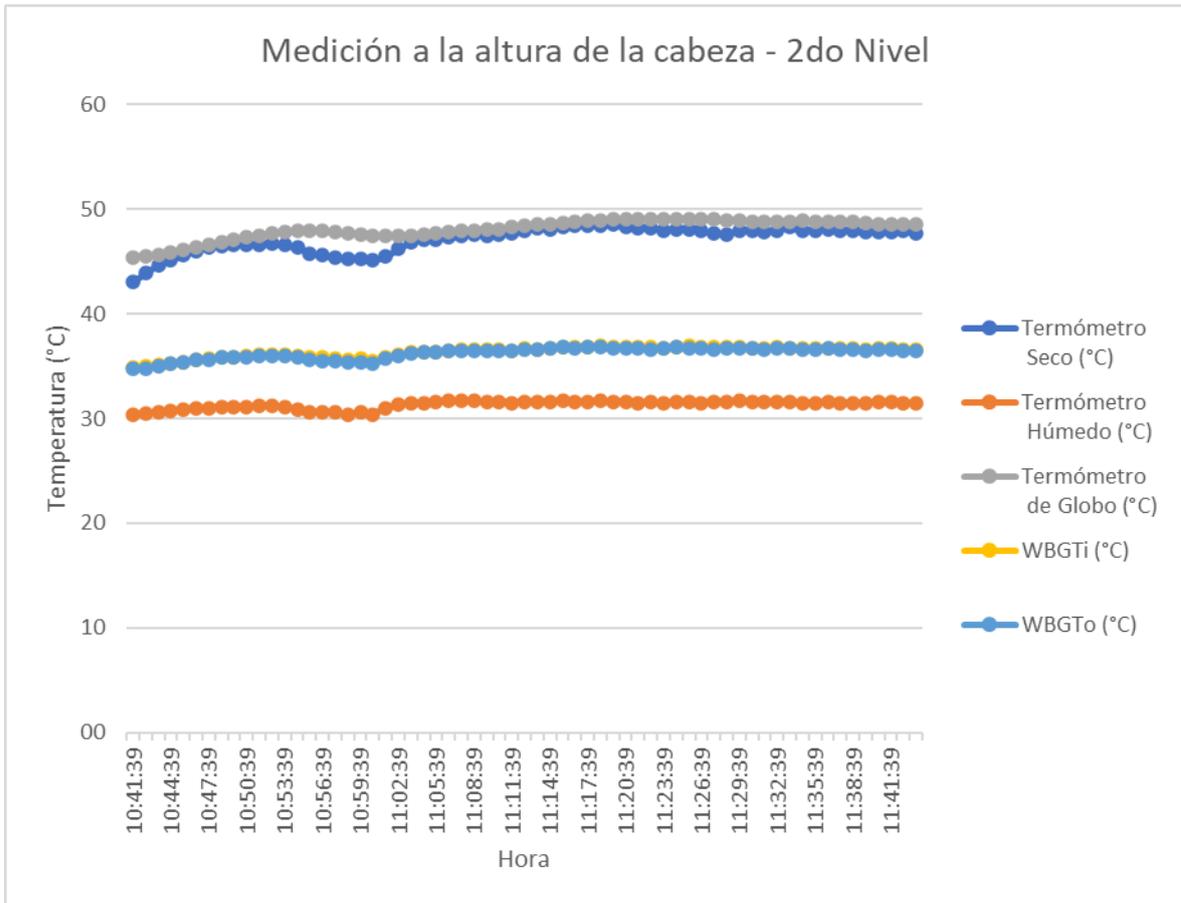


Figura 6. Medición a la altura de cabeza – 2do nivel de emulsificantes

A continuación, se presenta una propuesta de solución para la extracción y ventilación del área evaluada en el presente estudio.

VISTA PLANTA

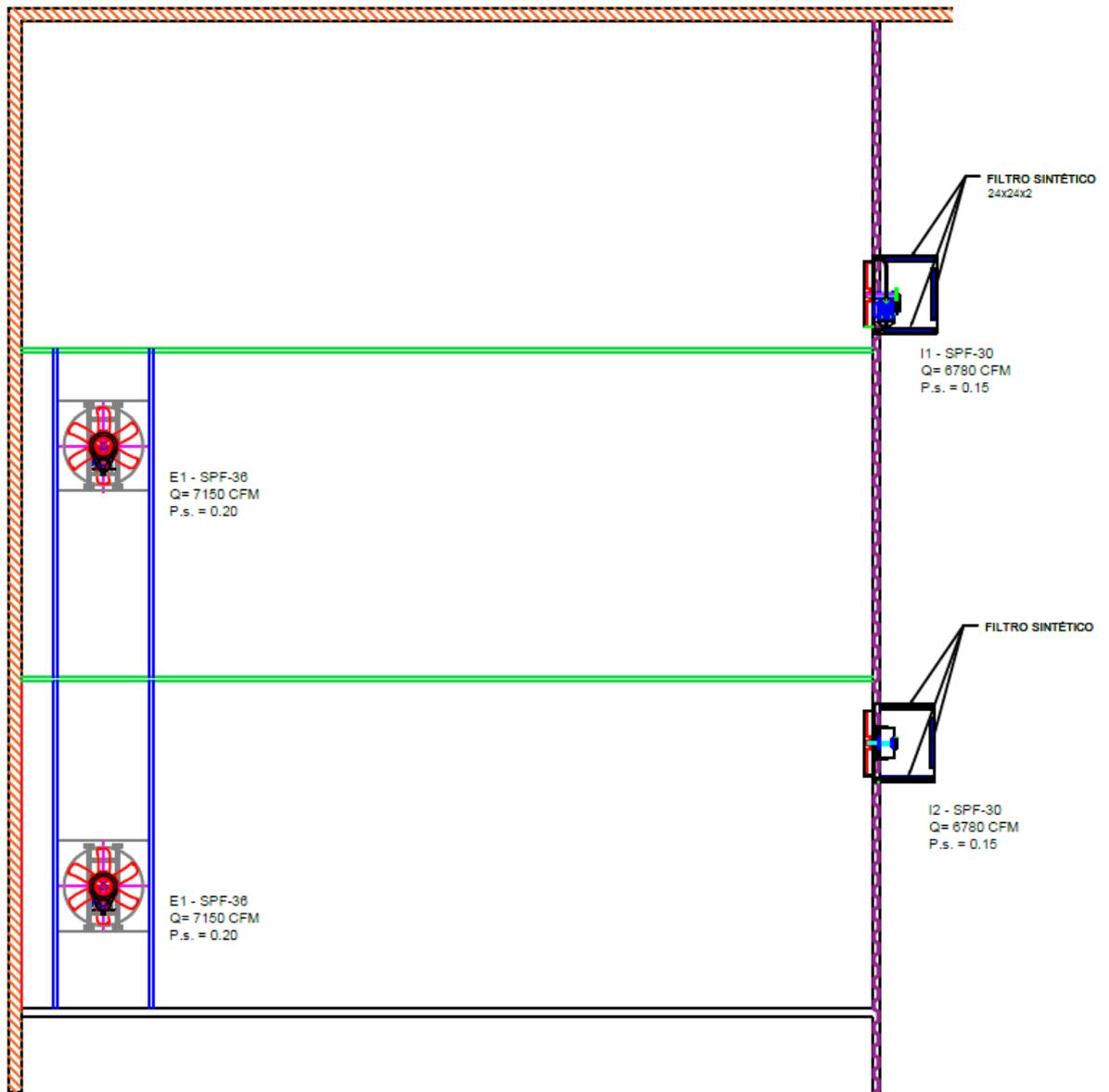


Figura 7. Vista de Planta del proyecto de extracción y ventilación en Emulsificantes

VISTA FRONTAL

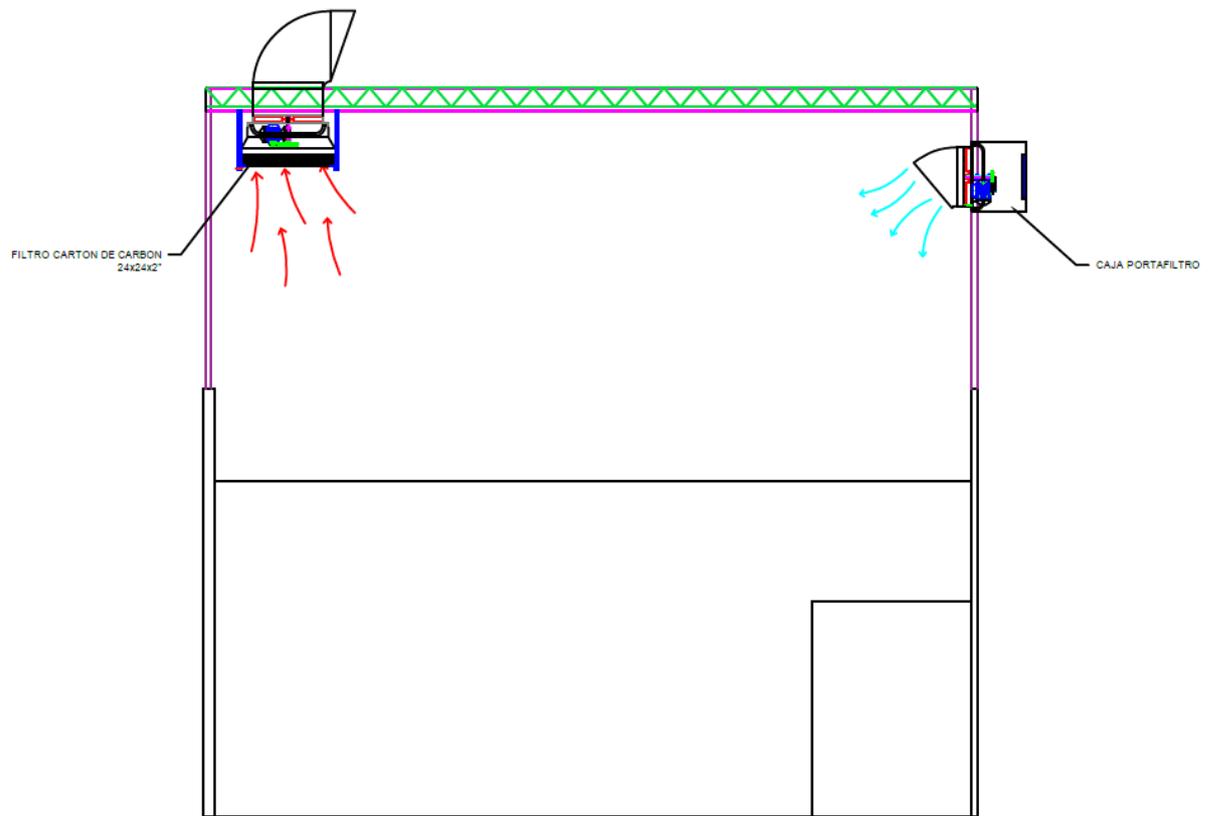


Figura 8. Vista Frontal del proyecto de extracción y ventilación en Emulsificantes