

Propuesta de medición de temperatura y humedad en tiempos suplementarios por descanso

Proposal for measuring temperature and humidity in allowance time for rest

Carlos López Botero, Alex Ovalle Castiblanco, Diana Ospina López

Palabras clave: estudio de tiempos, tiempos suplementarios, temperatura, humedad, procesos industriales
Key words: time study, allowance time, temperature, humidity, industrial processes

RESUMEN

El contexto globalizado en el que se desempeñan las organizaciones lleva a la búsqueda constante de herramientas y estrategias competitivas y diferenciadoras. En este aspecto los cálculos de tiempos de operación y estandarización de los procesos, son fundamentales para determinar la productividad por unidad de tiempo y es precisamente donde la ingeniería industrial incursiona con el estudio de tiempos y movimientos para determinar estándares operacionales de los trabajadores y su relación con las operaciones y ambientes de trabajo. En este estudio se presenta una propuesta de ajuste de los tiempos suplementarios establecidos en las tablas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para calcular suplementos por descanso en procesos industriales, específicamente en las variables de temperatura y humedad, en una empresa dedicada a la fabricación de placas onduladas de fibrocemento y sus complementos moldeados. Se incluyó la aplicación de las tablas para el cálculo de tiempos suplementarios sugeridas en la literatura y su contraste con los tiempos reales obtenidos en una jornada laboral por medio de las respectivas mediciones y cálculos correspondientes, esto con el fin de evitar la subjetividad que puede afectar directamente los tiempos de la operación en los procesos productivos.

ABSTRACT

The globalized context in which organizations perform leads to a constant search for competitive and differentiating tools and strategies. In this regard, calculations of operation times and standardization of processes are fundamental to determine productivity per unit time. One of the main goals of the Industrial Engineering is the study of time movements to establish operational standards of workers and their relationship with operations and work environments. The aim of this study is to analyze the allowance time, established in tables of the International Labor Organization (ILO), to calculate supplements for rest period in industrial processes, specifically related to temperature and humidity, in the molding area of tiles in a company dedicated to the manufacture of wavy plates of fiber cement and its molded complements. The allowance time were calculated based on tables available on the literature and results were compared with actual times obtained in a working day through respective measurements and calculations, to avoid the subjectivity that may affect directly the time of the operation in the productive processes.

INTRODUCCIÓN

El estudio del trabajo, está altamente relacionado con la productividad, consiste en la aplicación de técnicas que permiten evaluar los diferentes métodos utilizados en las actividades que se realizan en los puestos de trabajo, con el fin de optimizar los recursos, determinar patrones de rendimiento y evaluar los factores que influyen en la eficiencia de cada operación. En términos generales, el estudio del trabajo pretende determinar la manera en la cual se debe realizar una actividad, para hacer cambios o mejorar los métodos utilizados en las operaciones de trabajo con el fin de disminuir o eliminar trabajos innecesarios o excesivos y definir el tiempo normal que utiliza determinada actividad. Tal es el caso del trabajo realizado por Tinoco et al. (2015), en el cual se desarrolló un estudio de tiempos y movimientos en un entorno virtual, donde se pudieron capturar a través de cámaras de video, una serie de movimientos, que de la forma tradicional de observación directa son difíciles de detectar. Por su parte en el trabajo realizado por Salazar et al. (2016) se buscó la estandarización de los tiempos en el proceso de recolección de manual de café aplicando técnicas de ingeniería de métodos que permitieron identificar los elementos que conforman el proceso; valorar el ritmo; estimar los suplementos fijos y variables influyentes y definir el tiempo estándar de la operación.

La ingeniería industrial ha desarrollado herramientas para la medición del proceso

tomando como referente el factor humano en todos sus contextos, con el fin de implementar acciones de mejora en las condiciones de operación, y, por ende, aumentos de la productividad y la eficiencia. La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador, en condiciones y en métodos normalizados para realizar una tarea (López, Alarcón y Rocha, 2014). Una de las herramientas más utilizadas es el estudio de tiempos, que de acuerdo con Meyers y Stewart (2002), “son los estándares de tiempo los que ayudan a evaluar y medir la productividad; elemento clave para la planificación del proceso y mejora del mismo”, desafortunadamente, aunque las observaciones son realizadas por personal experto, la información se toma y se registra de forma manual, técnica no efectiva para registrar las actividades de gran complejidad que se observan con frecuencia en las industrias (Kanawaty, 2011).

Adicionalmente, algunas herramientas de recolección de la información, como es el caso de las tablas utilizadas para el cálculo de tiempos suplementarios, están diseñadas de forma tal, que muchos aspectos en la calificación de las actividades se pueden presentar de forma subjetiva y a criterio del evaluador, motivo por lo cual se presentan inconsistencias que afectan el resultado final de la observación. El trabajo realizado por Estelles et al. (2013) propuso un ajuste de los puntos en las

tablas de la OIT (2004), con el fin de cubrir la laguna existente en la medición de tiempos en las empresas y servir de guía de referencia en la mediación de conflictos laborales derivados de los mismos.

Al ser la ingeniería de métodos un escrutinio minucioso y sistemático de todas las operaciones directas e indirectas, para encontrar mejoras que faciliten la realización del trabajo en términos de la seguridad y la salud del trabajador y permitir que se lleve a cabo en menos tiempo y con mayor rentabilidad (Freivalds y Niebel, 2014), sus herramientas y metodologías son las más utilizadas en la recolección de la información al realizar análisis de puestos de trabajo.

Para García (2005), existen dos premisas fundamentales para medir los tiempos de trabajo, la primera de ellas hace referencia al método utilizado para realizar la medición, ya que esta debe hacerse de

manera dedicada y con las mayores garantías, pues la importancia de esta medición puede afectar los incentivos de salarios. La segunda premisa hace referencia a la exactitud con la que se deben realizar las medidas, ya que son utilizadas piezas y elementos de trabajo que representan costos para la empresa, los cálculos de tiempos de operación y estandarización de los procesos, son fundamentales para determinar la productividad por unidad de tiempo, es precisamente en ese momento, donde la ingeniería industrial incursiona con los estudios de tiempos y movimientos fundamentales para la fijación de estándares operacionales de los trabajadores y su relación con las operaciones y ambientes de trabajo. En la figura 1 se puede observar de manera gráfica como está compuesto el tiempo tipo de una operación.

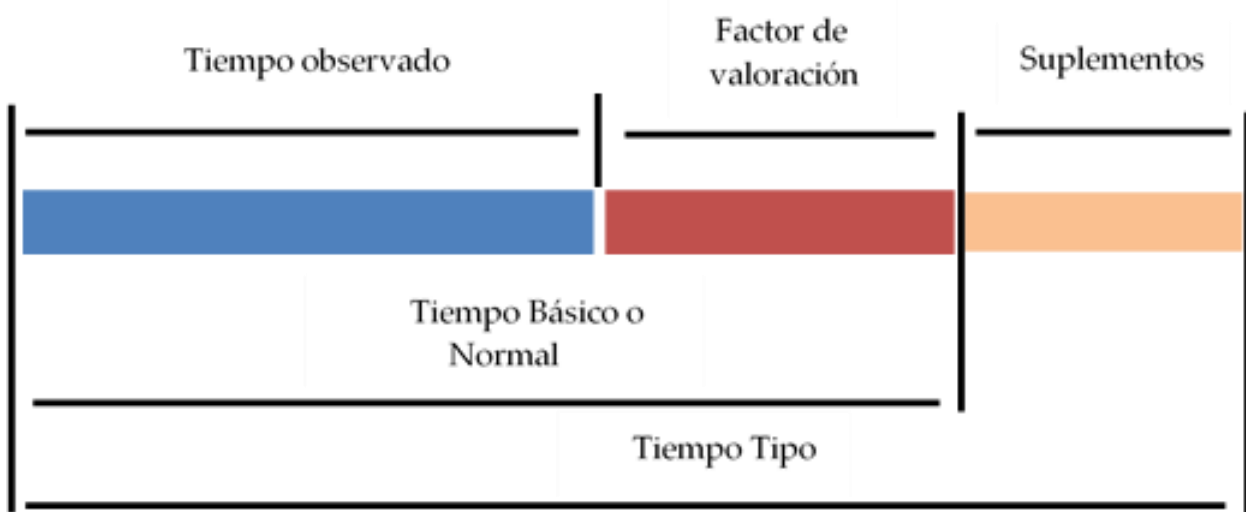


Figura 1. Composición del tiempo de operación. Fuente: Kanawayt (2011).

Según Freivalds y Niebel (2014), en el estudio de tiempos, las lecturas del cronómetro se realizan en periodos cortos y estos no incluyen las demoras inevitables, por lo tanto, se deben realizar ajustes para compensar esas pérdidas. Ferreira et al. (2019), aducen que el tipo de trabajo es un elemento que debe ser tenido en cuenta para las adiciones de tiempo en las operaciones, estos ajustes son definidos

como suplementos, los cuales se deben a necesidades personales, fatiga y cualquier otra causa fuera del control del trabajador que contribuya a prolongar el tiempo de ejecución sostenida de una tarea (Durán, 2007). En la figura 2 se presentan los tipos de suplementos y la forma en que se adicionan al tiempo básico para obtener el tiempo estándar de la operación.

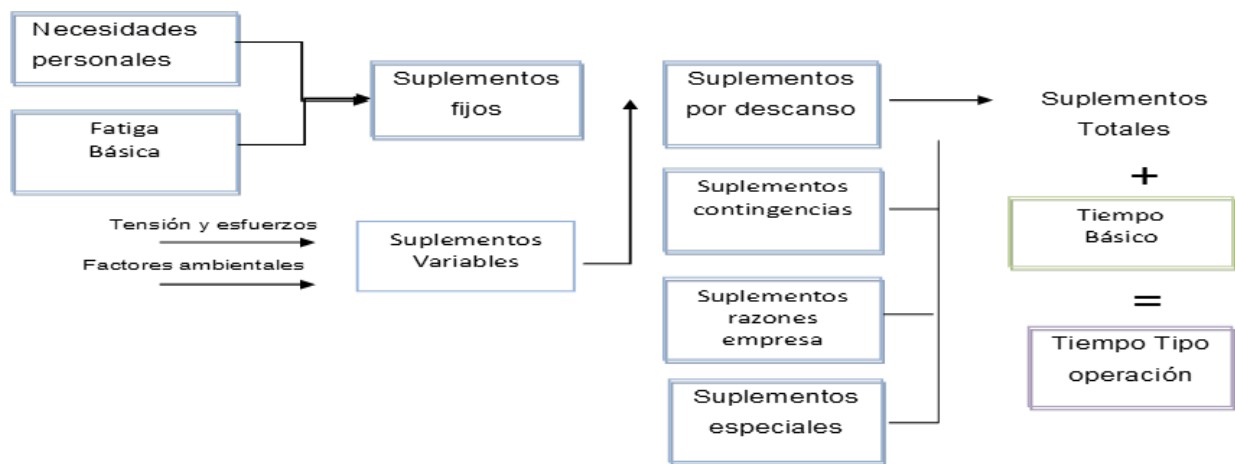


Figura 2. Tipos de suplementos en el tiempo estándar. Fuente: Kanawaty (2011).

La recolección de la información para el cálculo de tiempos suplementarios se realiza por el método de observación directa y con la ayuda de tablas diseñadas para cuantificar los datos; una de las más utilizadas, es la referenciada por la

Organización Internacional del Trabajo (OIT,2004), en la cual, como se puede observar en la tabla 1, se asignan unos valores en rango de puntos según las condiciones de humedad y temperatura presentadas en el puesto de trabajo.).

Tabla 1. Tabla de temperatura y humedad OIT (2004)

Humedad (%)	Temperatura		
	Hasta 23° C	Desde 23 a 32° C	Más de 32° C
Hasta 75	0	6-9	12-16
De 76 a 85	1-3	8-12	15-26
Más de 85	4-6	12-17	20-36

Los valores en puntos son convertidos en porcentajes que son adicionados al tiempo de la operación (ver tabla 2); por ejemplo, 12 puntos equivalen a un 11% adicional de tiempo.

Desafortunadamente, la información y la forma de llevar a cabo la toma de tiempos

y la asignación del puntaje está atada a la experticia del observador, debido a la subjetividad que permite la tabla para la asignación de puntos según el tipo de tensión estudiado, las características de la operación y puestos de trabajo.

Tabla 2. *Tabla de conversión de puntos. Porcentaje de suplemento por descanso según total de puntos atribuidos*

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	19	20	20	21	21	22	22	23
2350	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Por otro lado, la valoración del confort y el estrés térmico revisten cada día mayor importancia, ya que un ambiente térmico inadecuado, causa reducciones en los rendimientos físicos y mentales lo que repercute negativamente en la salud del trabajador y afecta la productividad del mismo (Mondelo et al., 2001). El estrés térmico es una problemática sufrida por todo tipo de colectivos que trabajan en ambientes muy calurosos. Los estudios realizados por Glanz, Buller & Saraiya (2007), y, McCool, Reeder, Robinson, Petrie

& Gorman (2009), determinaron que la sobrecarga térmica asociada a un proceso productivo está influenciada por el clima, por eso es importante conocer las características del clima de la región donde se ubica un proceso productivo.

El exceso de calor puede ser ocasionado por un mal aislamiento del área de trabajo, o por el propio calor generado por los procesos productivos. El estrés térmico puede afectar gravemente a la salud de los trabajadores ya que aumenta el calor corporal, y este aumento tiene

consecuencias directas sobre la salud de los trabajadores, pudiendo ocasionar deshidratación, calambres, lipotimias y mareos (NIOSH, 1977). Cuando un trabajador está expuesto al calor dentro de sus actividades laborales, su mecanismo fisiológico de termólisis se activa para mantener la temperatura normal del organismo (Ayabaca, 2016)

Así mismo, el estrés térmico está directamente relacionado con el descenso de la productividad y la capacidad de concentración, como lo expresan (Lundgren et al., 2013; Dunne et al., 2013; Zander et al., 2015; y Yi y Chan, 2017) citados por Gutiérrez, Guerra y Gutiérrez (2018), quienes en sus trabajos lograron estimar que el estrés por calor ambiental ha reducido la capacidad laboral mundial y que la productividad laboral podría reducir en un promedio del 19% para fines del siglo en las zonas tropicales.

La falta de atención tiene una relación directa con el aumento de los accidentes y bajas laborales. Por lo tanto, el estrés térmico es una problemática que requiere ser resuelta con un correcto equilibrio de costos, ya que esta solución debe ser

amortizable por la empresa. (Bio Aire, 2015).

Para la realización del proyecto se desarrollaron las siguientes actividades: descripción del puesto del trabajo; determinación del método utilizado; identificación del tiempo básico de la operación; descomposición de cada una de las tareas realizadas en elementos; cálculo de los tiempos suplementarios. Posteriormente se realizaron mediciones de temperatura con duraciones de 15 minutos cada una, es decir una hora continua de trabajo, analizadas en dos momentos diferentes de la jornada laboral. Para cada puesto de trabajo se evaluó temperatura seca (Ts), temperatura húmeda (Th) y temperatura de globo (Tg), humedad relativa (Hr), velocidad del aire(v), movimientos y esfuerzos durante la jornada laboral (carga de calor metabólico) y presión de vapor del agua. A los resultados de las mediciones, se les asignaron puntos determinados por las tablas de la OIT (2004), los cuales se convierten en porcentaje que se adicionan al tiempo básico de la operación.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en una empresa localizada en la ciudad de Manizales- Colombia, dedicada a la fabricación de placas onduladas de fibrocemento y sus complementos moldeados. En la empresa se evaluó específicamente el proceso de producción

de tejas onduladas en fibrocemento, dicha elección se realizó considerando que el proceso debía cumplir los siguientes requisitos: tener operaciones con componente de trabajo manual, utilizar métodos estandarizados de las operaciones, contar con operarios

calificados con experiencia superior a un año de trabajo realizando la tarea, tener un lugar de trabajo definido, y contar con operaciones en diferentes puestos de trabajo. La población está conformada por los operarios del área de producción (10 trabajadores), los cuales están distribuidos en un turno de trabajo de 8 horas.

Por medio de un muestreo de tipo probabilístico estratificado proporcional de conglomerados se dividió la población en varios subgrupos o estratos heterogéneos, los cuales poseen algunos elementos homogéneos en común (Hernández, Fernández y Batista, 2014). La información fue recopilada a través de un formato de recolección de datos previamente diseñado que se ajusta a los resultados de los equipos a utilizar en las mediciones que permitieron determinar las condiciones de exposición a calor en que se encuentran los trabajadores de la empresa objeto de estudio, se realizaron mediciones por turnos de trabajo en horarios de mañana y tarde durante 10 jornadas.

Instrumentos y medición

El medidor o monitor de estrés térmico es el instrumento que se utiliza para la medición de las temperaturas radiante, seca y húmeda para lo cual se utilizó equipo Marca QUEST QuesTemp. °15 y serie KL5030011. Igualmente, se usó un Termoanemómetro para medir el flujo del aire, marca EXTECH referencia 45170

A continuación, se presenta la definición y la forma de calcular las variables utilizadas en el estudio.

Índice de estrés térmico (IST)

El estrés térmico se presenta como una sensación de malestar que experimenta el operario debido a la exposición y permanencia en un ambiente determinado que le exige al organismo realizar esfuerzos para mantener la temperatura interna (ISO 7933:2004), el índice de estrés térmico se calcula con la relación entre la energía requerida y la energía máxima, como se puede apreciar en la ecuación 1.

$$IST = \frac{Er}{Em} = \frac{\text{Energía requerida}}{\text{Energía máxima}} \times 100 \quad (1)$$

Cálculo de Energía requerida y energía máxima

Se asume como energía requerida (E_r), la cantidad de calor que requiere eliminar el cuerpo, con sudor para mantener el balance térmico UNE-EN ISO 7933 (2005). Así mismo, la energía máxima (E_m) se define como la energía máxima que elimina el cuerpo a través del sudor. Para obtener la energía requerida es necesario utiliza la ecuación 2.

$$E_r = M + R + C \quad (2)$$

Donde M es definida como la carga de calor metabólico, R es la carga de calor radiante y C es la carga de calor por convección, definido en la ecuación 3

$$R = 17,5(T_w - 95) \text{ BTU/h} \quad (3)$$

Así mismo, T_w se define como la temperatura radiante (grados Fahrenheit), presentada en la ecuación 4.

$$T_w = T_g + 0,13V^{0,5}(T_g - T_{bs})^{\circ}F \quad (4)$$

Entendiéndose V como la velocidad del aire, expresada en pies/minuto, T_g es temperatura de globo y T_{bs} , temperatura de bulbo seco o temperatura del aire. Y la carga de calor por convección presentada en la ecuación 5.

$$C = 0.765 V^{0.6} (T_{bs} - 95) \text{ BTU/hora} \quad (5)$$

E_m es la energía máxima que es capaz de eliminar el cuerpo y definida en la ecuación 6.

$$E_m = 2.8 V^{0.6} (42 - P_{va}) \text{ BTU/hora} \quad (6)$$

Entendiéndose como P_{va} la presión de vapor del agua.

Para el cálculo del tiempo máximo de exposición en las condiciones actuales se utiliza la ecuación (7)

$$TMPE(\text{horas}) = \frac{250}{E_r - E_m} \quad (7)$$

El TMPE es solo aplicable para ambientes de trabajo donde se supere el ISC.

La asignación de puntos que se propone en este proyecto se relaciona con el porcentaje de IST calculado y presentado en rangos, es así, que se considera que, a mayor valor de IST, mayor puntaje es asignado (tabla 3), conservando la máxima cantidad de puntos asignados según el referente de la tabla de suplementos de la OIT (2004).

Tabla 3. Asignación de puntos según IST

IST	Puntos
100%	36
90% y 99 %	32
80% y 89 %	28
70% y 79 %	24
60% y 69 %	20
50% y 59 %	16
40% y 49 %	12
30% y 39 %	8
20% y 29 %	4
10% y 19 %	2
0% y 9 %	0

En los dos primeros rangos de valores (0 y 2 puntos), se presenta un confort térmico, lo que se puede interpretar como el esfuerzo realizado por el organismo para recuperarse de la carga térmica recibida, mientras que, a un mayor porcentaje de IST, el cuerpo debe realizar un esfuerzo

superior, por ende, el puntaje asignado debe ser mayor.

En ningún momento se puede laborar una jornada completa en un ambiente donde el IST sea mayor o igual a 100, ya que se ve afectado el estado de salud de las personas y por ende la empresa debe tomar las respectivas acciones correctivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempo básico de la operación

Para determinar el tiempo básico de la operación, se realizaron mediciones por turnos de trabajo en horarios de mañana y tarde durante 10 jornadas, obteniendo así el tiempo de la tarea medido en segundos como se puede observar en la tabla 4. El tiempo promedio fue de 60,7 segundos por unidad en las mañanas y 60,8 segundos por

unidad en las tardes, la valoración del ritmo del operador fue calculada en un 100%, entendiéndose ésta, como, la velocidad con que trabajan naturalmente los operarios calificados cuando utilizan el método que corresponde y en las condiciones adecuadas de seguridad en el trabajo (Kanawaty, 2011).

Tabla 4. Medición del tiempo en la operación

Código del producto: Caballete tipo C														
Operación	Promedios de observaciones por turno en la mañana (tiempo en segundos)										T.total	T.Prom.	Vr	T.Básico
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Moldeo de placa	64	61	61	62	59	61	60	60	61	58	607	60.7	100	60.7
Operación	Promedios de observaciones por turno en la tarde (tiempo en segundos)										T.total	T.Prom.	Vr	T.Básico
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Moldeo de placa	59	61	61	60	61	62	63	58	60	63	608	60.8	100	60.8

Mediciones en el puesto de trabajo de Tg, Ts, Th, Vv

En la Tabla 5, se determinan los valores promedios de las mediciones realizadas a los puesto de trabajo seleccionados con respecto a: temperatura de globo, temperatura seca y temperatura humedad, así como el cálculo de la velocidad del viento, presión de vapor del agua y humedad relativa, con el fin de realizar los cálculos de la energía requerida y emergía máxima, los cuales determinan el índice de estrés térmico a nivel porcentual, dichas mediciones fueron obtenidas en dos

jornadas de trabajo, por un período de 10 turnos, con una duración de 15 minutos por observación.

Comparación de resultados

A continuación, se realiza una comparación de resultados de los tiempos suplementarios con el método tradicional de la OIT (2004) para el cálculo de tiempos suplementarios y con la propuesta de asignación de puntos con respecto al índice de estrés térmico, como se presenta en la tabla 6.

Se realizó la asignación de puntos para cada uno de los tipos de tensión evaluados en la operación, aclarando que en la propuesta se asignan los mismos puntos para estas tensiones. En el aspecto de temperatura y humedad se asignan 6 puntos según la observación de las condiciones con la tabla de la OIT, mientras que con la forma de medición propuesta determinando el IST fue de 2 puntos.

Tabla 5. Medición en el puesto de trabajo de Tg, Ts, Th, Vv

Mediciones en la mañana de 15 minutos c/u 9 a.m.-10 a.m.			Mediciones en la tarde de 15 minutos c/u 9 a.m.-10 a.m.		
Tg °F	78	78,9	Tg °F	80	79
Ts °F	75,2	76	Ts °F	78	78
Th °F	63	60	Th °F	67	66
Vv(ft/min)	72	70	Vv(ft/min)	70	71
Pva(mmHg)	12	9	Pva(mmHg)	14	13
HR (%)	52	40	HR (%)	58	54
Er	179,3	207,3	Er	229	191,1
Em	1093	1182,3	Em	1003,1	1047,8
IST= Er/Em	16,4	17,5	IST= Er/Em	22,8	18,2

Tabla 6. Asignación de puntos

Tipo de tensión	Puntos OIT	Puntos propuesta
Fuerza ejercida promedio	3	
Postura	6	
Vibración	0	
Ciclo breve	5	
Ropa molesta	3	
Concentración/ansiedad	6	
Monotonía	5	
Tensión visual	2	
Ruido	4	
Temperatura /humedad	6	2
Ventilación	1	
Emanación de gases	0	
Polvo	1	
Suciedad	1	
Presencia de agua	2	
TOTAL	45	41

Utilizando las tablas para cálculo de tiempos suplementario de la OIT(2004), y determinando la sumatoria de puntos de cada uno de los tipos de tensión, para el

puesto de trabajo objeto de estudio, se encontró un valor de 45 puntos que equivalen, en la tabla de conversión de puntos propuesta por la OIT al 21%, valor al que se le debe adicionar el 9% por conceptos de fatiga y necesidades fisiológicas, lo que da un total de 30%. En la ecuación 8, se expresa como el tiempo básico de la operación fue calculado en

60,75 segundos promedio entre las jornadas de trabajo (Tabla 4), y al cual se le debe anexar los tiempos suplementarios que equivalen al 30% adicional al tiempo básico de operación, dando como resultado que la operación, teniendo en cuenta los tiempos suplementarios se realizar en 78.91 segundos, lo que equivale a 45.62 unidades esperadas por hora.

Tiempo total de operación = Tiempo básico + Tiempo suplementario

$$TT = 60,7 \times 1,3 = 78.91 \text{ seg. (8)}$$

La medición de tipo de tensión para temperatura y humedad asignó 2 puntos, asumiendo como valores iguales los otros tipos de tensiones, el total de puntos de tiempos suplementarios da como resultado 41 puntos, que equivalen al 19%, en la tabla de conversión de puntos y a los cuales se le

adiciona el mismo 9% para necesidades fisiológicas y fatiga, lo que corresponde a un 28% adicional que se le debe adicionar al tiempo básico de la operación. La ecuación 9, determina el valor del tiempo total de operación con esta nueva medición.

Tiempo total de operación = Tiempo básico + Tiempo suplementario

$$TT = 60,7 \times 1,28 = 77,69 \text{ seg. (9)}$$

La tabla 7 da cuenta de las comparaciones en número de unidades por hora, día, mes y año que se espera produzca el puesto de trabajo, entendiendo por unidades reales, las que se obtienen en la jornada de trabajo,

las unidades programadas por la empresa son las que espera la empresa se produzca en la jornada de trabajo, las unidades de la tabla OIT y las unidades esperadas con la tabla propuesta de medición.

Tabla 7. Comparación unidades programadas, proyectadas y obtenidas

Unidades programadas por la empresa	Unidades esperadas tabla OIT	Unidades esperadas tabla propuesta	Unidades reales producidas
58/h	45,6/h	46,3/h	46,7/h
1392/día	1094,88/día	1112,16/día	1120,8/día
41760/mes	32846,4/mes	33364,8/mes	33624/mes
501120/año	394156,8/año	400377,6/año	403488/año

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos recolectados permiten determinar una diferencia entre las unidades programadas por la empresa (basadas en los datos históricos de capacidad) y las unidades reales obtenidas de 11,3 unidades/h, como se puede observar en la Tabla 7, dicha diferencia se torna gradual, en la medida que se compara con la producción anual presentándose una diferencia de 97632 unidades/año entre lo que espera la empresa en su programación y lo realmente obtenido; vale la pena resaltar como las mediciones ajustadas con las tablas de la OIT o la propuesta, permiten determinar número de unidades por hora

similares a lo que realmente sucede en la organización, pero, incrementándose la diferencia a medida que se escalan los periodos de tiempo, determinándose diferencias entre la producción real y las producciones ajustadas por las tablas de la OIT y la propuesta, siendo esta última más cercana a lo que realmente está sucediendo, permitiendo así entender que las diferencias de unidades producidas son afectadas por aspectos de fatiga, necesidades personales y tensiones como postura, ciclo breve y concentración y humedad, pero no muy afectada por la temperatura y humedad como es el caso del estudio propuesto (tabla 6).

CONCLUSIONES

La utilización de tablas para cálculo de tiempos suplementario representa una guía utilizada por los observadores para la clasificación de las operaciones y procesos industriales, desafortunadamente el grado de subjetividad presente en las mismas debido a la amplia gama de diferencias en la asignación de puntos y a la generalidad de los procesos que se muestran como ejemplo conlleva a que se valoren o subvaloren tareas que afectan directamente el tiempo de la operación.

En el presente trabajo se realizó un ajuste a la forma de medición en aspecto de temperatura y humedad encontrándose una diferencia en el número de unidades

producidas por periodo de tiempo, pero no se tienen en cuenta los otros tipos de tensiones que como se ha expresado anteriormente, su asignación en puntos presenta unas variaciones entre características de la operación, que no son explicadas a las personas que utilizan las tablas para realizadas los análisis, agravando la situación, que en dichos puntos, son convertidos en tiempo adicional que se le agregan a las operaciones observadas con cronómetro y que afectan directamente el número de unidades producidas.

Finalmente, la propuesta de medición planteada en esta investigación tiene en

cuenta factores ambientales, y de cargas corporales que eliminan completamente la subjetividad del observador y que acercan a las personas que realizan el estudio a determinar tiempos de operación

coherentes con el proceso ya que los resultados son obtenidos con un proceso sistemático de mediciones y con la confiabilidad de los equipos que se utilizan.

REFERENCIAS

Ayabaca, E. (2016). Implementación de medidas de prevención y control de la exposición a estrés térmico de una empresa ecuatoriana productora de ladrillos y adoquines (tesis de maestría en seguridad y salud ocupacional), Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16930>

Bio aire (2015). ¿Cómo reducir el estrés térmico industrial causado por procesos productivos con climatizadores evaporativos? Recuperado de <http://www.bioaire.es/reduccion-del-estres-termico-causado-por-procesos-productivos/>

Durán, F. (2007). *Ingeniería de Métodos. Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Estelles, S.; Palmer, M.; Albarracín, J. & Andrés, C. (2013). Una revisión de las Tablas de Suplementos de la Organización Internacional del Trabajo. *Dirección y Organización*, (49), 64-72. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/68235>

Ferreira, K.; De la Riva, J.; Sánchez, J.; Reyes-Martínez, R. & Woocay, A. (2019). Determination of Allowance Time by Work Sampling and HeartRate in Manufacturing Plant in Juárez México, *Journal of Engineering*, 19, 1-6, DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/1316734>

García, R.G. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw Hill.

Glanz, K.; Buller, D. & Saraiya, M. (2007). Reducing ultraviolet radiation exposure among outdoor workers: state of the evidence and recommendations. *Environ Health*, 6:22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069X-6-22>

Gutierrez, R; Guerra, K. & Gutierrez, M. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados, *Información Tecnológica*, 29(3), 133-144. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133>

Kanawaty, G. (2011). *Introducción al Estudio del Trabajo, Cuarta edición*. México: Limusa.

López, J.; Alarcón, E. & Rocha, M. (2014). *Estudio del trabajo, Una nueva visión, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco*. México: Grupo Editorial Patria.

McCool, J.; Reeder, A.; Robinson, E.; Petrie, K. & Gorman, D. (2009). Perceptions of the Risks of Excess Sun-Exposure, *Journal of Occupational Health*, 51(5), 401-411. DOI: <http://dx.doi.org/10.1539/joh.I9030>

Meyers, F. & Stewart, J. (2002). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*. New York: Prentice Hall.

Mondelo, P.; Torada, E.; Comas, S.; Castejón, E. & Lacambre, E. (2001). *Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico, 3ª ed*. México: Alfaomega/UPC. National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH (1977). *Occupational Exposure sampling Strategy manual*. DHEW (NIOSH)

Publication N° 77-173. U.S. Government Printing Office, Washinton, D.C.

Freivalds, A. & Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*, 13^a ed. México: McGraw-Hill.

NTP - Normas Técnicas de Prevención 18 (1982). *Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_018.pdf.

Salazar, K.; Arroyave, A.; Ovalle, A.; Ocampo, O.; Ramírez, C. & Oliveros, C. (2016). Tiempos en la recolección manual tradicional de café. *Ingeniería Industrial*, 37(2), 114-126. Recuperado

de

<http://www.redalyc.org/pdf/3604/360446197002.pdf>.

Hernández- Sampieri, R.; Fernández- Collado, C. & Baptista P. (2014). *Metodología de la Investigación, 6ta edición*. México: McGraw-Hill.

Tinoco, H.; Ovalle, A.; Vargas, C. & Cardona, M. (2015). An automated time and hand motion analysis based on planar motion capture extended to a virtual environment , *Journal of Industrial Engineering International*, 11(3), 391-402. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s40092-015-0107-9>

ISO 7933 (2004). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada*. Ginebra: ISO.

Autores

Carlos López Botero. Ingeniero Industrial, Especialista en salud ocupacional, Magister en prevención de riesgos laborales, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/000-0002-3182-4761>

Email: clopez@autonoma.edu.co

Alex Mauricio Ovalle Castiblanco. Ingeniero Industrial, Especialista Gerencia de Negocios Internacionales, Magister en Creatividad e Innovación en las Organizaciones, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/000-0002-1634-9456>

Email: movalle@autonoma.edu.co

Diana Yomali Ospina López. Ingeniera de Alimentos, Magister en Ingeniería de producción, PhD en Ingeniería Industrial y Gestión, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/000-0003-1834-5659>

Email: dianaospina@autonoma.edu.co

Recibido: 01-02-2019

Aceptado: 27-05-2019