

Análisis de carga de trabajo en una empresa de manufactura

Workload analysis in a manufacturing company

Jonathan-Daniel Estrada-Barrera¹, Alejandro Gálvez-Mendoza¹, Juan-Patricio Trejo-Mendoza¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS del Occidente del Estado De Hidalgo, Hidalgo, México.

Recibido: 30-06-2023

Aceptado: 03-12-2023

Autor correspondal: jestrada@itsoeh.edu.mx

Resumen

El presente trabajo trata sobre una empresa ubicada en el estado de Hidalgo México, dedicada a la manufactura y comercialización de productos textiles tales como fibras acrílicas, hilo, telas, prendas de vestir y para el hogar con diferentes especificaciones de acuerdo a los requerimientos de los clientes. En la planta existía la problemática para distribuir equitativamente las cargas laborales de los trabajadores en el área de tejido de la planta 1B, considerando la baja eficiencia en la asignación de cargas laborales a los empleados en relación con el proceso productivo, es necesario abordar este problema con el propósito de equilibrar la asignación de tareas, es decir que el empleado preparado y altamente experimentado trabaje en la estación de trabajo bajo condiciones óptimas normales de esfuerzo, en armonía y sincronización. El estudio de tiempos y movimientos permitió calcular y conocer los tiempos estándar de atención del experto para la solución de cada una de las roturas de hilo, rotura de trama, tiempo de cambio de bobina, tiempos de paro falso, tiempos de paro mecánico, se determinó la carga de trabajo por oficial experto el número óptimo de telares por atender en un turno de ocho horas, considerando el 16% de complementos que de forma legal son necesarios incluir en los cálculos.

Palabras clave: Carga laboral, estudio de tiempos, estudio de movimientos, tiempo estándar.

Abstract

This work is about a company located in the state of Hidalgo Mexico, dedicated to the manufacturing and marketing of textile products such as acrylic fibers, thread, fabrics, clothing and household items with different specifications according to the requirements of the customers. In the plant there was a problem with equitably distributing the workloads of the workers in the weaving area of plant 1B, considering the low efficiency in assigning workloads to employees in relation to the production process, it is necessary to address this problema with the purpose of balancing the assignment of tasks, that is, the prepared and highly experienced employee works at the workstation under normal optimal conditions of effort, in harmony and synchronization. The study of times and movements allowed us to calculate and know the expert's standard attention times for the solution of each of the thread breaks, weft breakage, bobbin change time, false stop times, mechanical stop times, the workload per expert officer determined the optimal number of looms to attend to in an eight-hour shift, considering the 16% of complements that are legally necessary to include in the calculations.

Keywords: Workload, Time and movement study, Standard time

Introducción

Análisis de carga de trabajo

Recientemente varios países se están sumando al estudio de cargas de trabajos en los empleados, tal es el caso de la producción de prendas de vestir en el país de Etiopía, dentro de la empresa Bahir Dar se efectuó un estudio que combinó la integración lean y el estudio de trabajo, este estudio resulto interesante pues en Etiopia las empresas del textil no son competitivas, esto debido a factores multidimensionales que van desde el recurso humano, los métodos, las cargas de trabajo, el control, los procesos y los productos. El cambio en la mejora de la productividad fue gracias a la combinación de estudios de métodos del trabajo, la implementación de herramientas lean que expusieron las tareas que no agregaban valor a los procesos y que generaban cargas de trabajo adicional, quedando eliminados del 43% al 5% los cuellos de botella, los recorridos de los trabajadores fueron reducidos 650 metros por turno y la producción diaria y las exportaciones de sabanas y edredones aumentaron del 43.3% al 57.7%-75% y 100% de unidades por turno. (Mequanent & Yewondwosen, 2023)

En Qatar un estudio de estrés laboral relacionado con la carga de trabajo cobra relevancia como un problema de salud en la mayoría de las organizaciones por tener un impacto negativo en la vida de los trabajadores, el estudio refiere que la carga de trabajo está mal distribuida entre los empleados lo que condiciona no alcanzar la eficiencia planeada por la alta dirección, siendo de importancia considerar las circunstancias laborales y la carga de trabajo de los empleados. (Abdulrahman & Kharbeche, 2022)

A estos estudios se suman otros relacionados con los riesgos ergonómicos y de dolor musculoesqueléticos relacionados las cargas de trabajo de los empleados y las máquinas de coser textiles, un estudio realizado a 287 operadores en donde los resultados arrojaron que el 71.1 % de los encuestados manifestaron tener dolores lumbares, dolores que estuvieron relacionados con la edad, la carga de trabajo, el género masculino o femenino, el asiento y las almohadillas de los asientos. (Okareh, Solomon, & Olawoyin, 2021)

Así mismo el uso de la tecnología 4.0, particularmente las tecnologías IoT en el ramo textil, pretende facilitar la recolección de datos, en análisis en tiempo real de la producción y la optimización de los procesos, así como el aumento de la productividad, la eliminación esfuerzos y desperdicios mediante la simulación del proceso. (Pirola, Zambetti, & Cimini, 2021)

Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos ha sido utilizado con renombre desde finales del Siglo XIX, fue Frederick Taylor quien lo desarrolló. Con el paso de los años, estos estudios han ayudado a solventar numerosos problemas de fabricación y de reducción de costos. Los estudios fueron perfeccionados con la incorporación del método clásico con cronometro propuesto nuevamente por Frederick Taylor en 1881. El estudio consiste en medir el tiempo en que un operario emplea para realizar una actividad determinada a fin de establecer un tiempo estándar en la tarea. (Salazar, 2019).

Estos estudios establecieron reglas de movimiento que garantizaban un rendimiento óptimo del trabajador al reducir la cantidad de movimientos para la realización de un trabajo durante un periodo de tiempo dado. (Añez, 2023)

El estudio segmenta y desagrega la tarea, así se comprende de mejor manera el modo de ejecución de la misma, de esta manera se puede establecer un método de ejecución estándar para todos los operarios, se pueden observar mejoras lo cual es lo más importante del estudio. (Lopez, 2020)

Se busca que al desarrollar un estudio de tiempos y movimientos se registren los ritmos de tiempo de trabajo para la tarea a realizar, así como establecer los movimientos estándares de ejecución.

Tiempo estándar

Los tiempos estándar pueden ser de varios niveles de refinamiento: movimientos, elementos y tareas, son de aplicación amplia y permiten establecer estándares de manera rápida. De acuerdo con (Hernández, 2019), los tiempos estándar son tiempos elementales que se obtienen realizando estudios y una vez determinados se establecen para cada operación.

La conversión de una serie de tiempos observados a tiempos estándar es la aplicación de una serie de pasos que incluyen la aplicación del método del cronometraje del trabajo, el ritmo del trabajo y la aplicación de suplementos del estudio. (Salazar, 2019)

Diagramas de flujo

Es conocido también como flujograma, el cual ofrece una síntesis gráfica de un sistema o proceso, son utilizados para visualizar proyectos complejos es sencillamente una manera de visualizar una secuencia de flujo de una operación o tarea, puede identificar responsables, etapas, línea de trabajo y pasos necesarios para alcanzar el resultado esperado. (Raeburn, 2022)

Los diagramas de flujo tienen un orden secuencial, pues espresan de forma cronológica las actividades, su extensión puede ser variable dependiendo del propósito o tema que se desea visualizar. (González, 2020)

Análisis de procesos

La separación de procesos es una verificación analítica de la secuencia de actividades de un proceso en particular teniendo como objetivo la elevar la productividad y la eficiencia del sistema. Con base a este enfoque se busca asegurar la coherencia en el flujo de los procesos, siendo una herramienta efectiva que permite establecer metas para la mejora continua, esto es posible eliminando actividades que no agregan valor al proceso, buscar maneras de reducir las mermas y desperdicios. (Bernal, 2014)

El análisis de los procesos permite analizar cada uno de los pasos del proceso, esto es fundamental pues algunas actividades agregan valor y otras que generan pérdidas y desperdicios, el análisis consiste en identificar las tareas no productivas y así mismo las productivas. (Quiroa, 2021)

Eficiencia y productividad

La productividad mide la eficiencia de la producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo que la eficiencia es el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando el mínimo de recursos, la productividad busca producir la misma cantidad con los menos recursos utilizados, por lo tanto la eficiencia es mayor. (Arias, 2020)

La eficacia requiere, en primer lugar, contundencia, si no se logran los resultados planeados, no existe eficacia.

Carga y sobrecarga laboral

Trabajadores y jefes buscan siempre respetar y cumplir por obligación legal el máximo de ocho horas de trabajo, ocho horas de ocio y ocho horas de sueño, siendo imposible y difícil realizarlo. Por (Gil, García, & Hernández, 2008) entendemos las consecuencias de la sobrecarga de trabajo: ansiedad, agotamiento, malestar, depresión, síndrome del Burnout, problemas para dormir, dolores musculares,

deterioro de las relaciones sociales, problemas con las relaciones laborales, y frustración. Se entiende como sobrecarga laboral todas esas demandas, tareas y obligaciones que son exigidas en el trabajo y que superan la capacidad humana para realizarlas, a veces se cumple pero no con la calidad esperada, y es de impacto directo para la autoestima. (Sabater, 2021)

Estándares de trabajo

El establecimiento de estándares se refiere a la colocación de un todo de especificaciones de índole o técnicas que constituyen los requerimientos que se deben realizar para producto, tarea o proceso, describiéndose en la implementación de un método o trámite específico. Se pueden desarrollar en diferentes actividades industriales y de servicios, pretende la estandarización de las diferentes acciones o actividades que dan como consecuencia un resultado útil para un mercado o grupo de clientes.

Estas acciones implican desglosar y analizar minuciosamente tiempos y movimientos con el objetivo de minimizar pérdidas, así las tareas que no aportan valor y que son repetitivas deben ser reducidas o en su caso eliminadas, así mismo es necesario brindar todo el apoyo requerido por los operarios para implementar mejoras en los equipos y puestos de trabajo dirigiendo los esfuerzos hacia las actividades que agregan valor a los procesos. (Castañeda, 2017)

Mejora continua

La mejora continua es una estrategia de sentido empresarial que se centra en mejorar continuamente los productos, servicios y procesos de la organización. El objetivo optimizar los resultados de la organización a través de la identificación y eliminación de los desperdicios, las ineficiencias en los procesos, disminución de costos y la mejora de los indicadores del desempeño. (Ortega, 2022)

El modelo de mejora PDCA conocido también por el ciclo de Deming, una de las metodologías de mayor uso en Lean Manufacturing para implementar sistemas de mejora continua en las organizaciones. Su esencia radica en la evaluación de cada proceso con un enfoque de mejora. De esta manera se logra detectar las áreas críticas que demandan mejoras inmediatas. (Antonucci, 2021)

Materiales y métodos

Objetivos del cálculo de cargas de trabajo:

- Repartir el trabajo equitativamente
- Tener capacidad de control sobre el trabajo
- Motivar
- Evitar conflictos y agravios comparativos

- Mejorar los descansos y reducir la fatiga
- Evitar problemas estratégicos con personas clave sobrecargadas
- Mejorar la gestión del estrés
- Establecer criterios objetivos sobre la medición del rendimiento y la productividad
- Conocer el porcentaje de actividad de cada trabajador (productividad)

Metodología de Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos fue propuesto por Frederick Taylor en 1881, este estudio hasta hoy día sigue siendo el más utilizado. El estudio implica la medición del tiempo en que un operario completa una tarea específica, tiene como objetivo establecer un tiempo estándar y determina la duración de referencia de la tarea. (Salvendy, 2021)

El estudio de métodos surge como una herramienta tecnológica para reducir las cargas de trabajo y los esfuerzos requeridos en la realización de una tarea. Esta medición del trabajo autores tal (Niegel & Freivalds, 2014) utilizan la observación de operaciones y la síntesis para implementar métodos de búsqueda de actividades e indagación. (Betancourt, 2019)

Una de las funciones de la medición del trabajo es la aplicación de tiempos estándar, que son particularmente estudios sobre la duración determinada de una tarea, en este sentido resulta un recurso muy oportuno para evaluar la productividad, los costos, las cargas de trabajo y la eficiencia. (Salazar, 2019)

Metodología para determinar número de observaciones a realizar

El número de ciclos para observarse y para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada se puede hacer con los siguientes procedimientos:

1. Fórmulas estadísticas.
2. Usando criterio de la tabla Westinghouse.
3. Usando criterio de tabla General Electric.

Estos procedimientos son aplicados cuando se realizan un gran número de observaciones. Si el número de éstas es limitado y pequeño se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo a la medida aritmética de las mediciones efectuadas y en este caso se consideraron solamente fueran pocas las observaciones a realizar, aunque no está por demás experimentar con los resultados que se podrían obtener con estos métodos. (Garcia, 2005)

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

Donde:

$$p = \frac{m = \text{Numero total de actividades indeseables}}{n = \text{Numero total de observaciones}}$$

$$N = \text{Numero de observaciones}$$

Ecuación 1 Cálculo de la desviación estándar

Tabla Westinghouse

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, proporciona el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla requiere de conocer los tiempos de duración cada ciclo, en este estudio se registraron dichos tiempos derivado de esta acción, la aplicación de la tabulación fue consecuente. (Garcia, 2005)

Tabla 1 Tabla de Westinghouse

<i>Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:</i>	<i>Número mínimo de ciclos a estudiar</i>		
	<i>Actividad más de 10,000 por año</i>	<i>1,000 a 10,000</i>	<i>Menos de 1,000</i>
1,000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	8
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: Tomado de (Garcia, 2005)

Tabla 2 Tabla de General Electric

Tiempo de ciclo (minutos)	Numero de ciclos que cronometrar
0.10	200

0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Tomado de (Garcia, 2005)

Determinación de suplementos

Es sumamente delicado en el estudio de tiempos, ya en esta etapa se requiere de un grado mayor de objetividad por el especialista en estudio de métodos. En la etapa de medición la proporción del estudio se obtiene mediante un análisis profundo, con el tiempo calcula se obtiene el tiempo estándar. La antecedente versión despertaría una separación de las causas de la fallida estimación de elaboración, y lo más realizable que se encuentre es que existan causas asignables al laborioso. Existan causas asignables al padecimiento afectado. Existan causas no asignables. (Martín, 2017)

Incluso en se ideado el método más hábil, y en se haya efectuado el más conveniente ritmo de trabajo y tiempo estándar, no podemos pasar por alto que el trabajo seguirá exigiendo un esfuerzo normal, por lo que hay que considerar ciertos suplementos para indemnizar la fatiga y las contingencias. De igual manera, debe considerarse un complemento para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y por supuesto la consideración de otros suplementos más. (Vargas, 2011)

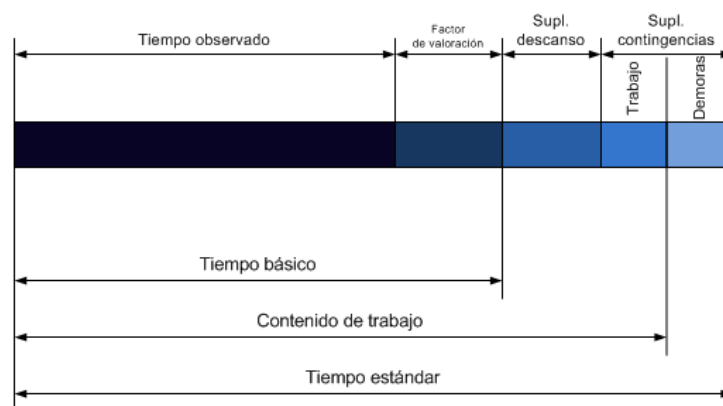


Figura 1 Relación suplementos
Fuente: Tomado de (Salazar, 2019)

Registro de frecuencias

El área de tejido de la planta 1B, cuenta con 198 máquinas de tejido o telares, las cuales trabajan un total de 3 estilos. Durante el funcionamiento de dichas máquinas, se presentan diferentes roturas de hilo identificadas como rotura de trama y pie, mismas que generan un paro en la maquina donde se presenta la rotura, así mismo se pueden presentar paros falsos, por fallas mecánicas y por falta de abastecimiento de la bobina que alimenta al telar.

Existe un oficial que se encarga de mantener en constante funcionamiento los telares a su cargo, atendiendo cada tipo de rotura que se pueda presentar durante el turno. El número de máquinas que tienen asignadas cada oficial está directamente relacionado con el estilo que se encuentre trabajando en cada telar ya que estos tienen un comportamiento diferente. Se realizaron tres estudios de frecuencia de dos horas a cada estilo que se trabaja para conocer su comportamiento, en donde se identificó el número y tipo de rotura que puede presentar, estableciendo el número de roturas por minuto que presenta un telar.

En la Tabla 3, se puede observar el registro y el comportamiento observado durante los tres estudios que se realizaron al estilo 582, así mismo en la Tabla 4 se procede a calcular el número de roturas y paros que se tienen por minuto.

Tabla 3 Calculo de paros por unidad estilo 582

FECHA	HORA	ESTILO	TIEMPO ESTUDIO (MIN)	No. MAQUINAS	R. TRAMA	R. PIE	R. MECÁNICO	R. FALSO	No. CAMBIO DE BOBINA	TOTAL PAROS
30-ago-2	7:00 - 9:00	582	120	16	21	14	4	0	18	39
30-ago-21	10:00 - 12:00	582	120	16	32	17	0	0	9	49
31-ago-21	7:00 - 9:00	582	120	10	14	25	0	0	8	39
			360	42	67	56	4	0	35	127

RAMA	PIE	MECÁNICO	FALSO	CAMBIO DE BOBINA
0.0109375	0.007291667	0.002083333	0	0.009375
0.016666667	0.008854167	0	0	0.0046875
0.011666667	0.020833333	0	0	0.006666667
0.013293651	0.011111111	0.000793651	0	0.006944444

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4, se observa el registro y el comportamiento observado durante los tres estudios correspondientes al estilo 434A.

Tabla 4 Frecuencias a estilo 434A. Registro de estudio de tiempo de máquinas de planta 1B

2	FECHA	HORA	ESTILO	TIEMPO ESTUDIO (MIN)	No. MAQUINAS	R. TRAMA	R. PIE	R. MECÁNICO O	R. FALSO	No. CAMBIO DE BOBINA	TOTAL PAROS
---	-------	------	--------	----------------------------	-----------------	----------	--------	---------------------	----------	-------------------------	-------------

31-ago-21	07:00 - 09:00	434A	120	1	2	4	0	0	1	6
31-ago-21	09:00 - 12:00	435A	120	11	14	25	0	1	21	40
03-sep-21	7:15 -09:00	436A	120	11	8	28	1	3	23	40
			360	23	24	57	1	4	45	86

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5, se procede a calcular el número de roturas y paros que se tienen por minuto

Tabla 5 Calculo de paros por unidad a estilo 434A Planta 1B

TRAMA	PIE	MECÁNICO	FALSO	CAMBIO DE BOBINA
0.016666667	0.033333333	0	0	0.008333333
0.010606061	0.018939394	0.000757576	0.000757576	0.015909091
0.006060606	0.021212121	0	0.002272727	0.017424242
0.008695652	0.020652174	0.000362319	0.001449275	0.016304348

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Frecuencias a estilo 740A

FECHA	HORA	ESTILO	TIEMPO ESTUDIO (MIN)	No. MAQUINAS	R. TRAMA	R. PIE	R. MECÁ NICO	R. FALSO	No. CAMBIO DE BOBINA	TOTAL PAROS
01-sep-21	07:00 -9:00	740A	120	10	18	10	6	0	11	34
03-sep-21	10:00 - 12:00	740A	120	6	1	17	0	0	9	18
03-sep-21	7:30 9:30	740A	120	4	10	5	1	2	3	18
			360	20	29	32	7	2	23	70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Calculo de paros por unidad a estilo 740A

TRAMA	PIE	MECÁNICO	FALSO	CAMBIO DE BOBINA
0.1	0.055555556	0.033333333	0	0.061111111
0.058823529	1	0	0	0.529411765
0.2	0.1	0.02	0.04	0.06
0.03125	0.034482759	0.007543103	0.002155172	0.024784483

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2, se puede observar una señal luminosa la cual indica en qué momento el telar presenta una rotura, el color amarillo indica una rotura de trama, el color azul indica una rotura de pie y el color rojo se refiere a la presencia de una falla mecánica, con ayuda de este indicador visual se pudo realizar el estudio de frecuencias en el área de tejido.



Figura 2 Indicador de roturas**Fuente:** Elaboración propia

La determinación de las cargas de trabajo se desarrolla por medio de las mediciones de tiempos, considerando las cargas laborales y los movimientos propios de cada uno de los trabajadores.

Preparación para ejecutar el estudio de tiempos

Antes de llevar a cabo las mediciones del tiempo, es fundamental definir el orden de las operaciones según se presenten en el proceso, por medio del uso de diagramas de procesos de las diferentes actividades que ejecutan los colaboradores en el área de tejido de la planta 1B, con sus respectivos tiempos. A continuación, se muestran el respectivo diagrama de proceso en las Figura 3, mismos que se elaboraron mediante el resultado de la observación en un estudio de campo en el área, analizando cada uno de los elementos que contempla cada rotura y sus respectivos tiempos para su ejecución, el estándar de la mano debe contemplar la cantidad de minutos que permitan ejecutar el trabajo de forma eficiente y eficaz (Gaither & Frazier, 2000)

DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO										
EMPRESA: Manufacturas Kaltex. PAG. 1 DE 1										
NOMBRE DEL PROCESO: Determinar cargas de trabajo en el área de tejido										
PIEZA: Roturas de hilo PROGRAMA: ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>										
HOMBRE <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> DEPARTAMENTO: Producción										
SE INICIA EN: Rotura										
SE TERMINA EN: Rotura										
ELABORO: _____										
FECHA: 28-06-2023										
REVISO: _____										
FECHA: _____										

ELE ME NT OS	OPERACION	13	3	5	—	—	—	—	—	—
TOTALES		13	3	5	—	—	—	—	—	—
TIEMPO		3.94	0.63	0.69	—	—	—	—	—	—
DISTANCIA		—	—	—	—	—	—	—	—	—

PASO	Descripción del método	Método	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Operación Combinada	Distancia	Cantidad	Tiempo
1	Rotura de pie										
2	Traslado entre máquinas										0.15 min
3	Búsqueda de rotura										0.28 min
4	Anudar rotura										0.41 min
5	Mover e insertar hilo en peine y malla										0.61 min
6	Ajustar urdimbre y activar máquina										0.13 min
7	Cortar e inspeccionar										0.12 min
8	Rotura de trama										
9	Traslado en máquinas										0.14 min
10	Buscar rotura e insertar hilo en trama										0.08 min
11	Retirar hilo roto de caja de proyectiles										0.17 min
12	Ajustar y activar máquina										0.35 min
13	Cambio de bobina										
14	Traslado entre máquinas										0.14 min

15	Quitar cilindros terminados										0.18 min
16	Tomar cilindro nuevo y soltar puntas										0.16 min
17	Posicionar y anudar										0.18 min
18	Atención para falso										
19	Traslado entre máquinas										0.10 min
20	Revisar										0.19 min
21	Ajustar y activar máquina										0.78 min
22	Atención para mecánico										
23	Traslado entre máquinas										0.16 min
24	Revisar o búsqueda de falla										0.27 min
26	Colocar cilindro rojo										0.28 min
27	Reportar										0.38 min

Figura 3 Diagrama de proceso de flujo**Fuente:** Elaboración propia

Medición del tiempo

Para poder proceder con la medición del tiempo es necesario encontrar el número de observaciones para cada trabajador y así tomar la cantidad de datos correspondientes.

Tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones

El tamaño de la muestra, es un proceso vital en la etapa de cronometraje, permitiendo a los investigadores conocer el valor promedio representativo para cada elemento, con el grado de confianza deseado. (Aguilar, 2005)

El número de ciclos que deben observarse para atender cada una de las roturas en el telar se determinó mediante el uso de la siguiente formula que determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e% con riesgo fijado de R% aplicando la siguiente formula:

$$N = \left(\frac{z \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

En donde:

z = Nivel de confianza

σ = Desviación estándar

e = Margen de error

\bar{x} = Media

Ecuación 2 Cálculo del número de ciclos

Los valores que se efectuaran para encontrar el número de observaciones dependen de la media obtenida y la desviación estándar de diferentes tiempos recolectados por cada elemento de las diferentes

roturas y la desviación estándar. Por otro lado, se consideró un nivel de confianza del 95% es decir que el error estándar es del 5%.

(Escalante & González, 2016), dice: El tiempo estándar es el tiempo requerido por el trabajador calificado y capacitado, que trabajara a una capacidad o ritmo normal para elaborar un producto o proporcionar un servicio en una estación de trabajo según las condiciones determinadas por la norma de ejecución preestablecida.

Valoración del ritmo de trabajo

En la empresa, para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo estándar de los trabajadores se utilizó una escala numérica de 0-100 que sirvió de escala para calcular la nivelación, en la Tabla 8, se muestra la escala utilizada para realizar este proyecto entendiendo que el valor más bajo de la escala presentada se atribuye al caso del ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, llamado ritmo estándar.

Tabla 8 Valoración

Valoración	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros y sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa sin interés, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan
100 (adecuado)	Activo. Capaz como de obrero calificado, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima de las de obrero calificado
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos: actuación de virtuosos, solo alcanzada por unos pocos trabajadores

Fuente: Elaboración propia

Suplementos del estudio de tiempos

La asignación de suplementos para los oficiales del área de tejido fue asignada mediante un análisis de dos causas: asignables por retrasos personales y por fatiga véase la Figura 4, y de la ley de la industria del textil, que dictamina el carácter obligatorio de considerar suplementos del 16 %.

Suplementos				
	Hombre		Hombre	
1 Suplementos constantes	5	e)	Condiciones admosfericas	
Necesidades personales	4		(calor y humedad)	
Por fatiga			Indice de enfriamiento en el	
	9			
2 Suplementos Variables				
a) suplementos por trabajar de pie	2			
b) Suplementos por postura anormal		f)	Concentración intensa	
ligeramente incomoda	0		Trabajos de cierta precisión	0
Incomoda (inclinado)	2		Trabajode de precisión y fatigosi	2
			Trabajo de gran precisión o muy fatigosos	5
Muy incomoda (echado, estirado)	7			
	2			2
Uso de la fuerza o de la energia muscular (levantar, tirar o empujar)			Ruido	
c)		g)		
peso levantado por kilogramo.			Continuo	0
2,5	0		Intermitente mente y fuerte	2
5	1		intermitentemente y muy fuert	5
7,5	2		estridente y fuerte	
10	3			2
12,5	4	h)	Tensión mental	
15	5		Proceso bastante complejo	1

Figura 4 Asignación de suplementos**Fuente:** Elaboración propia.

Es básico determinar un suplemento, si calculamos las causas de retardo asignables a retrasos personales y fatiga, sin ello no podremos conducirnos a las metas propuestas. En la práctica los suplementos son del 16%.

Cálculo del tiempo tipo o estándar

Una vez efectuadas el total de las observaciones, se registró la información, es decir los tiempos de cada una de las roturas, se procedió al cálculo del tiempo estándar, considerando suplementos del 16%, obteniendo así los valores que se muestran en las Tablas 9-13. Se puede apreciar en ellas el promedio de los tiempos recolectados de cada elemento que compone cada una de las roturas, valoración y tiempo normal.

Tabla 9 Tiempo estándar rotura pie, medición de tiempo de trabajadores

Rotura Pie	TOTAL	PROMEDIO	VALORACION	T. NORMAL	T. ESTANDAR
1 Traslado entre maquinas	12.5083	0.146	1	0.14575287	0.173515326
2 Búsqueda de rotura	20.7094	0.255	1	0.25487189	0.303418914
3 Anudar rotura	32.9092	0.391	1	0.39120039	0.465714753
4 Mover e insertar hilo en peine y malla	47.9515	0.579	1	0.57900196	0.689288049
5 Ajustar urdimbre y activar maquina	11.0067	0.128	1	0.12764751	0.151961321
6 Cortar e inspeccionar	10.8830	0.124	1	0.12449813	0.148212056
Tiempo total	135.9681	0.270	1	1.623	1.932110418

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 10** Tiempo estándar rotura trama, medición de tiempo de trabajadores

Rotura trama	TOTAL	PROMEDIO	VALORACION	T. NORMAL	T. ESTANDAR
1 Traslado entre maquinas	7.425666667	0.148513333	1	0.148513333	0.176801587
2 Buscar rotura e insertar hilo en trama	7.478166667	0.152615646	1	0.152615646	0.181685293
3 Retirar hilo roto de caja de proyectiles	8.405666667	0.168113333	1	0.168113333	0.200134921
4 Ajustar y activar maquina	9.370166667	0.187403333	1	0.187403333	0.223099206
Tiempo de ciclo	32.67966667	0.653593333	1	0.653593333	0.778087302

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Tiempo estándar cambio de bobina, medición de tiempo de trabajadores

Cambio de bobina	TOTAL	PROMEDIO	VALORACION	T. NORMAL	T. ESTANDAR
1 Traslado	6.81483333	0.14769977	1	0.14769977	0.17583306
2 Quitar cilindros terminados	3.22566667	0.07440972	1	0.07440972	0.088583
3 Tomar cilindro nuevo y soltar puntas	8.48766667	0.17356322	1	0.17356322	0.20662288
4 Posicionar y anudar	16.2126667	0.34189883	1	0.34189883	0.40702241
Tiempo de ciclo	34.7408333	0.18439288	1	0.73757154	0.87806136

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Tiempo estándar paro falso, medición de tiempo de trabajadores

Paro Falso	TOTAL	PROMEDIO	VALORACION	T. NORMAL	T. ESTANDAR
1 Traslado	0.757	0.10814	1	0.1081429	0.1287415
2 Revisar	1.34567	0.19224	1	0.1922386	0.22885544
3 Ajustar y activar maquina	1.247	0.17814	1	0.1781429	0.21207483
Tiempo de ciclo	3.34967	0.15951	1	0.4785243	0.56967177

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Tiempo estándar paro mecánico, medición de tiempo de trabajadores

Paro Mecanico	Total	Promedio	VALORACION	T. NORMAL	T. ESTANDAR
1 Traslado	2.42083333	0.1613889	1	0.1613889	0.19212963
2 Revisar	4.09583333	0.2730556	1	0.2730556	0.32506614
3 colocar cilindro rojo	4.33266667	0.2888444	1	0.2888444	0.34386243
4	5.725	0.3816667	1	0.3816667	0.45436508
Tiempo de ciclo	9.72566667	1.1049556	1	1.1049556	1.31542328

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

El lapso de trabajo y duración que constituyen a carga del trabajo son de las condiciones básicas de la relación empleado-empleador. El trabajo no es más que la prestación de una asistencia durante un tiempo a cambio de una retribución. El salario y tiempo son pilares esenciales del trabajo y constituyen las condiciones básicas.

Los resultados del estudio de la duración del trabajo, más bien la carga de trabajo y su distribución a lo largo del día, semana, mes o incluso año, es significativo y evidencia muchas veces la pérdida del control del tiempo personal y del trabajo en sí, muchas veces porque los trabajadores se muestran

agradecidos por conservar el empleo ante épocas de crisis económicas. (Gutiérrez, Velazquez, & Felix, 2016)

En la fase de recopilación de datos que se obtuvo de los operarios que realizan recorridos de inspección para la recolecta de datos no contaban con una ruta especificada lo que ocasionaba retrasos y por consecuencia errores de recopilación de la información. (Parra, Murrieta, & Cortes, 2020)

Para poder determinar el número de telares que puede atender un oficial, se realizó el siguiente formato que se observa en las tablas 14-16 para cada estilo, en donde se enumeran todas las actividades que debe atender un oficial en su máquina, comenzando por el tiempo estándar de cada actividad, seguido la frecuencia por minuto que se realizó por cada estilo, y considerando una jornada laboral de 8 horas (480 minutos), se obtuvo el tiempo en minutos que se debe emplear en cada actividad, así mismo los telares que puede atender dependiendo el tipo de estilo.

Tabla 14 Carga de trabajo estilo 582

Estilo 582	Actividades que realiza el oficial	Tiempo estándar	Frecuencia (min/máquina)	Min. Trabajados	min/telar	Numero de telares
1	Atención Rotura de Pie	1.932110418	0.011111111	480	10.3045889	
2	Atención Rotura de trama	0.778087302	0.013293651	480	4.96493802	
3	Atención Cambio de bobina	0.878061355	0.006944444	480	2.92687118	
4	Atención Paro falso	0.569671769	0.000000000	480	0.00000000	
5	Atención paro mecánico	1.31542328	0.000793651	480	0.50111363	
6	Patrullaje	1.306861772	0.002857143	480	1.79226757	
7	Cambio de carrete	2.190079365	0.00047619	480	0.50058957	
					20.9903689	22.86763053

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Carga de trabajo estilo 434A

Estilo 434A	Actividades que realiza el oficial	Tiempo estándar	Frecuencia	Minutos trabajados	min/telar	Numero de telares
1	Atención Rotura de Pie	1.932110418	0.020652174	480	19.1530946	
2	Atención Rotura de trama	0.778087302	0.008695652	480	3.24766874	
3	Atención Cambio de bobina	0.878061355	0.016304348	480	6.87178452	
4	Atención Paro falso	0.569671769	0.001449275	480	0.3962934	
5	Atención paro mecánico	1.31542328	0.000362319	480	0.22876927	
6	Patrullaje	1.306861772	0.002857143	480	1.79226757	
7	Cambio de carrete	2.190079365	0.00047619	480	0.50058957	
					29.8976105	16.05479474

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Carga de trabajo estilo 795

Estilo 795	Actividades que realiza el oficial	Tiempo estándar	Frecuencia	Minutos trabajados	min/telar	Numero de telares
1	Atención Rotura de Pie	1.932110418	0.030555556	480	28.3376195	
2	Atención Rotura de trama	0.778087302	0.022222222	480	8.29959788	
3	Atención Cambio de bobina	0.878061355	0.013888889	480	5.85374237	
4	Atención Paro falso	0.569671769	0.000000000	480	0.00000000	
5	Atención paro mecánico	1.31542328	0.005555556	480	3.50779541	
6	patrullaje	1.306861772	0.002857143	480	1.79226757	
7	Cambio de carrete	2.190079365	0.00047619	480	0.50058957	
					45.9987551	10.43506501

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar de cada actividad calculado, tiene en cuenta el tiempo suplementario que involucra las demoras personales y los retrasos inevitables.

Discusión

Es esencial garantizar el desempeño y la productividad de los trabajadores, al analizar y comprender las cargas de trabajo, se pueden tomar medidas adecuadas para promover la salud y el bienestar de los empleados, mejorar la eficiencia y la calidad del trabajo, y fomentar un ambiente laboral satisfactorio, esto a su vez tiene un impacto positivo en la retención de talento y el éxito general de la organización.

Es importante destacar que el estudio de tiempos y movimientos con enfoque a determinar las cargas de trabajo debe realizarse en estrecha colaboración con los trabajadores y tener en cuenta sus aportes y experiencias, además, la metodología debe ser aplicada de manera ética y respetuosa, evitando la vigilancia excesiva y reconociendo el valor y la dignidad de los trabajadores en todo momento.

La finalidad de determinar las cargas de trabajo en el área de tejido a través de un estudio de tiempos y movimientos es lograr una asignación eficiente de los recursos, equilibrar la carga laboral, establecer estándares de desempeño, mejorar la planificación y programación, y mejorar la calidad y la satisfacción del cliente. Estos beneficios contribuyen al rendimiento general de la empresa y a la eficiencia en el proceso de tejido.

Propuesta

Con base al desarrollo de este proyecto se recomienda lo siguiente:

- A. **Monitoreo y ajuste:** Realice un seguimiento regular de las cargas de trabajo asignadas y revise los estándares de desempeño según sea necesario. Realice ajustes si se identifican ineficiencias o desequilibrios en la asignación de telares por estilo.
- B. **Promover la comunicación y Feedback:** Fomente la comunicación abierta con los trabajadores y reciba la retroalimentación sobre la asignación de cargas de trabajo. Esto puede ayudar a identificar problemas y áreas de mejora, así como a garantizar un equilibrio adecuado entre la capacidad de los trabajadores y la carga asignada.
- C. **Capacitación y desarrollo:** Proporcione capacitación y desarrollo adecuados a los trabajadores para mejorar sus habilidades y eficiencia en el área de tejido. Esto puede contribuir a una asignación más eficiente de cargas de trabajo y mejorar la productividad en general.

Conclusiones

El estudio de cargas de trabajo en el área de tejido de la planta 1B sugirió el poder determinar el número de telares que puede atender cada oficial experto, mediante una adecuada distribución de cargas y asignación de tareas que permitieron desarrollar todas actividades de forma más eficiente y equilibrada, así los empleados altamente experimentados realizan recorridos con base a sus asignaciones y mediante una ruta especificada evitando confusiones, atrasos y errores, permitiendo desarrollar el trabajo en cada uno de los telares asignados, bajo condiciones óptimas y normales de esfuerzo, trabajando en armonía y sincronización con el flujo del proceso. El estudio de tiempos y movimientos permitió calcular y conocer los tiempos estándar de atención del experto para la solución de cada una de las roturas de hilo, rotura de trama, tiempo de cambio de bobina, tiempos de paro falso, tiempos de paro mecánico, la información concluyente se encuentra descrita en la Tabla 17, la cual describe en cada turno de ocho horas el número óptimo de telares por atender por cada oficial experto, estas consideraciones ya consideran el 16% de complementos que de forma legal son necesarios incluir en los cálculos.

Tabla 17 Numero óptimo de telares por atender por oficial en turno

Tipo de estilo	Telares	Turno
Carga de trabajo estilo 582	23	Turno de 8 horas
Carga de trabajo estilo 434A	16	Turno de 8 horas
Carga de trabajo estilo 795	10	Turno de 8 horas

Fuente: Elaboración propia

Como el área de tejido de la planta 1B, cuenta con 198 máquinas de tejido o telares, y un total de 3 estilos, un arreglo común de asignación para los oficiales expertos seria el siguiente:

Tabla 18 Asignación numero de telares por oficial

Tipo de estilo	Telares Asignados	Oficiales Expertos Requeridos	Telares atendidos	Turno (horas)
Carga de trabajo estilo 582	23	4	92	8 horas
Carga de trabajo estilo 434A	16	3	48	8 horas
Carga de trabajo estilo 795	10	6	60	8 horas
Totales		13	200	8 horas

Fuente: Elaboración propia

Se necesitan trece oficiales expertos, los cuales cubrirían el requerimiento de atender 198 telares en cada turno de trabajo, en la asignación se observa cómo mientras 4 oficiales atienden cada uno 23 telares, otros oficiales solo atienden 16 o 10 telares, esto está condicionado por los tiempos estándar y los suplementos legales del 16%, pues los oficiales que atienden 23 telares del estilo 582, su tiempo estándar de la tarea es significativamente menor a las tareas que realizan los oficiales de los telares de los estilos 434A y 795. Las recomendaciones del monitoreo, ajuste y el feedback, permitirán arreglos más precisos incluso considerando asignaciones por oficiales expertos atendiendo en su carga de trabajo diferentes estilos de telares.

Agradecimientos

Se expresan los más sinceros agradecimientos y reconocimientos a la empresa de textiles en cuestión por haber brindado la oportunidad del desarrollo del valioso proyecto dentro de sus instalaciones, al TecNM por su solvencia y al ITSOEH por el soporte brindado.

Referencias bibliográficas

- Abdulrahman, A., & Kharbeche, M. (2022). New Simulation Model for Workload Analysis Addressing Occupational Stress in a Production Company. *IFAC Conference Paper Archive*, 55(10), 2005-2010. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322020110>
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Sistema de Información Científica Redalyc*, 11(1-2), 333-338. ISSN 1405-2091. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=48711206>

- Antonucci, I. (2021). *Mejora Continua: ¿Qué es y cómo se implementa?* Recuperado el 17 de Marzo de 2023, de Atlas Consultora.: <https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/>
- Añez, J. (2023). *¿Qué es el Estudio de tiempos y movimientos?* Web y Empresas. Recuperado el 18 de Enero de 2023, de Web y Empresas: <https://www.webyempresas.com/estudio-de-tiempos-movimientos/>
- Arias, A. (2020). *Productividad*. Recuperado el 11 de Junio de 2023, de Economipedia: Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>
- Bernal, C. (2014). *Introducción a la Administración de las Organizaciones* (Segunda ed.). Mexico: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Betancourt, D. F. (2019). Qué es el estudio de métodos y cómo se hace en 8 etapas. *Ingenio Empresa*. Obtenido de <https://www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos/>
- Castañeda, L. (2017). *Cómo un estándar de trabajo impulsa la mejora continua en procedimientos de producción*. Recuperado el 04 de Junio de 2023, de Casasauza: <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/estandar-trabajo-impulsa-mejora-continua-procedimientos-produccion>
- Escalante, A., & González, J. D. (2016). *Ingeniería Industrial. Métodos y Tiempos con Manufactura Ágil* (Primera ed.). Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones* (Octava ed.). Cengage Learning Latin Am.
- Garcia, R. (2005). *Estudio Del Trabajo Ingenieria De Metodos y Medición del Trabajo* (Segunda ed.). México: Mcgraw-Hill Interamericana.
- Gil, P., García, J., & Hernández, M. (2008). Influencia de la sobrecarga laboral y la autoeficacia sobre el síndrome de quemarse por el trabajo (burnout) en profesionales de enfermería. *nteramerican Journal of Psychology*, 1(42), 113-118. Obtenido de Psicología y Mente: <https://psicologiyamente.com/organizaciones/consecuencias-sobrecarga-laboral>
- González, G. (2020). *Diagrama de flujo*. Recuperado el 18 de Julio de 2023, de Lifeder.: <https://www.lifeder.com/diagrama-de-flujo/>
- Gutiérrez, L., Velazquez, M., & Felix, V. (2016). Dinámica y distribución de la productividad del trabajo en México después de la apertura comercial. *Economía, Sociedad y Territorio*, XVI(50), 39-69. ISSN: 1405-8421. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v16n50/1405-8421-est-16-50-00039.pdf>
- Hernández, B. (2019). *Estudio del Trabajo*. Recuperado el 10 de Julio de 2023, de Tiempos predeterminados: <https://tiempospredeterminados.blogspot.com/2019/06/tiempos-estandar.html>

- Lopez, C. (2020). *El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- Martín, O. (2017). Flexibilidad y distribución del tiempo de trabajo. Especial referencia al caso español. *Revista latinoamericana de Derecho Social*(25), 3-35. Recuperado el 14 de Julio de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=429652>
- Mequanent, E., & Yewondwosen, G. (2023). Assembly operation productivity improvement for garment production industry through the integration of lean and work-study, a case study on Bahir Dar textile share company in garment, Bahir Dar, Ethiopia. *Heliyon Jornal*, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17917>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2014). *Ingenieria Industrial de Niebel. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* (Treceava ed.). Buenos Aires, Argentina: McGraw Hill Edducation.
- Okareh, O., Solomon, O., & Olawoyin, R. (2021). Prevalence of ergonomic hazards and persistent work-related musculoskeletal pain among textile sewing machine operators. *Safety Science*, 136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105159>
- Ortega, C. (2022). *Proceso de mejora continua: Qué es, pasos y herramientas*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de QuestionPro.: <https://www.questionpro.com/blog/es/proceso-de-mejora-continua/>
- Parra, D., Murrieta, F., & Cortes, C. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencie Administrativa*(1), 1-9. ISSN 1870-9427. Obtenido de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>
- Pirola, F., Zambetti, M., & Cimini, C. (2021). Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile industry. *IFAC PapersOnLine ScienceDirect*, 1(54), 373-378. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896321007576>
- Quiroa, M. (2021). *Análisis de procesos*. Recuperado el 23 de Junio de 2023, de Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/analisis-de-procesos.html>
- Raeburn, A. (2022). *Diagrama de flujo de trabajo: qué es y cómo hacerlo con ejemplos*. Recuperado el 12 de Julio de 2023, de Asana: <https://asana.com/es/resources/workflow-diagram>
- Sabater, V. (2021). *La sobrecarga laboral: síntomas físicos y psicológicos*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de La Mente es Maravillosa: <https://lamenteesmaravillosa.com/sobrecarga-laboral-sintomas-fisicos-psicologicos/>
- Salazar, B. (2019). *Estudio de tiempos*. Recuperado el 1 de Agosto de 2023, de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- Salvendy, G. (2021). *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, , (Tercera ed.). New York, USA: Wiley-Intersciencie Publication John Wiley & Sons.

Vargas, J. (2011). Organización del trabajo y satisfacción laboral: un estudio de caso en la industria del calzado. *Nova Scientia*, 172-204. E-ISSN: 2007-0705. Recuperado el 23 de 08 de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203320117008>