

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespssep.0027>

TIEMPO ESTÁNDAR EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE MATRICES DE CORTE

STANDARD TIME FOR MAINTENANCE MANAGEMENT OF CUTTING MATRICES

Moreira-Mendoza Néstor ¹; Real-Pérez Grether ²

¹ Maestrante Instituto de Postgrado Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: nmoreira5121@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0179-7421>

² Docente de la Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Matemática, Física y Química. Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: grether.real@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4792-6217>

Resumen

El estudio de tiempos es una técnica de mejora continua utilizada para mitigar problemas de procesos de producción y reducción de tiempos. Los tiempos de reparación de las matrices de corte han acentuado una problemática en los procesos industriales, afectando a la organización del mantenimiento. El propósito de esta investigación es identificar, evaluar y estandarizar los tiempos de reparación de las matrices de corte de la fábrica manufacturera "Arte Mueble". Como técnica metodológica se optará por realizar pruebas de campo para constatar el estado actual del proceso de reparación de las matrices de corte, así como la de recolección de datos en la identificación de factores incidente en los tiempos de reparación, así como el cronometraje y análisis para establecer el tiempo estándar. Resultados esperados: El análisis del proceso de mantenimiento, determinará la eficiencia en el mismo, presentando tiempos reales utilizados, así como características del entorno de operación y factores externos incidentes del proceso; el tiempo estándar mostraría las causas de retrasos significativos, factores externos y estrategia de mitigación de los mismos, capacitación del personal técnico y calificación del mismo. Investigación que detecta la problemática y los factores que inciden en los tiempos de reparación de las matrices de corte, estandarización de tiempos como técnica efectiva en la mejora del proceso de mantenimiento, hecho que deja puertas abiertas para que la organización del mantenimiento considere la metodología y contribuyan a la mejora de la eficiencia del mantenimiento.

Palabras clave: Eficiencia, Estandarización, Organización, Mantenimiento, Matrices de corte.

Abstract

Time study is a continuous improvement technique used to mitigate production process problems and reduce time. The repair times of the cutting dies have accentuated a problem in industrial processes, affecting the organization of maintenance. The purpose of this research is to identify, evaluate and standardize the repair times of the cutting dies of the manufacturing factory "Arte Mueble". As a methodological technique, it will be chosen to carry out field tests to verify the current state of the repair process of the cutting matrices, as well as data collection in the identification of incident factors in the repair times, as well as the timing and analysis. to set the standard time. Expected results: The analysis of the maintenance process will determine its efficiency, presenting real times used, as well as characteristics of the operating environment and external factors incident to the process; the standard time would show the causes of significant delays, external factors and their mitigation strategy, training of technical personnel and their

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 12 de julio de 2021.

Fecha de aceptación: 03 de septiembre de 2021.

Fecha de publicación: 15 de septiembre de 2021.

qualification. Research that detects the problem and the factors that affect the repair times of the cutting dies, standardization of times as an effective technique in improving the maintenance process, a fact that leaves doors open for maintenance organizations to consider the methodology and contribute to improving maintenance efficiency.

Keywords: Efficiency, Standardization, Organization, Maintenance, Cutting matrices.

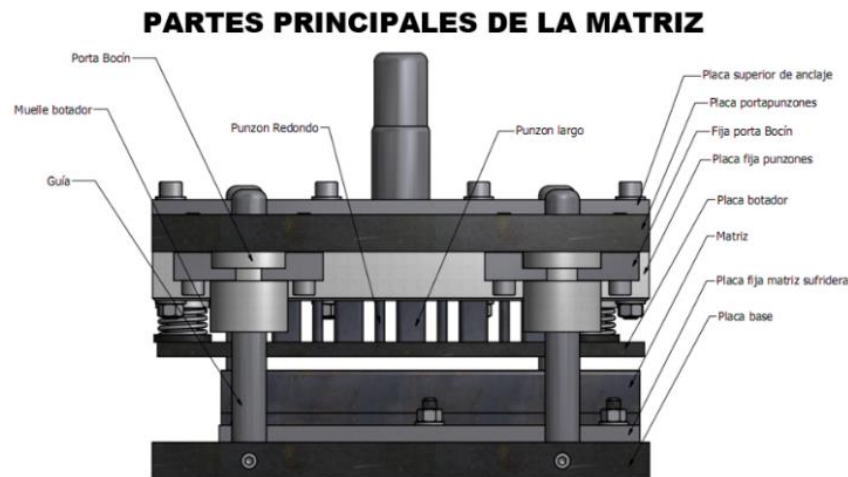
1. Introducción

El tiempo estándar se define como una metodología de mejora en procesos de producción, la cual permite a los sistemas productivos optimizar los recursos empleados en cada actividad. El análisis de la literatura es de vital importancia para comprender los aspectos teóricos y la fundamentación del método para mejorar la organización del mantenimiento.

En febrero 2020 en Ecuador los “Productos metálicos, maquinaria y equipo”, según INEC (2020, p. 9), la sección 4 presentó una variación mensual de 10,15%. Esta sección comprende industrias dedicadas a la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipos, en donde se encuentra la fábrica manufacturera “Arte Mueble”, fábrica que se encuentra ubicada geográficamente en la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí, en la parroquia Andrés de Vera, sector San Gregorio, km 5 1/2 vía Portoviejo-Manta. Arte

Mueble soluciones y equipamiento, está compuesta por dos secciones: área producción y área de matricería. Los troqueles son maquinarias mecánicas operadas por los trabajadores calificados de la organización, la empresa cuenta con 3 troqueles, donde la capacidad de producción varía entre ellos por el tonelaje de cada uno y la matrices de corte que están diseñadas para cada uno de los troqueles; en óptimas condiciones de la máquina pueden ejecutar cortes y perforado de chapas metálicas mediante las matrices de corte, durante el tiempo que la producción lo requiera, y al ritmo de trabajo que el operario ejecute, estas maquinarias son de principio de funcionamiento muy sencillo debido a que está constituida por varios mecanismos netamente mecánicos y por las características que posee, en cierto punto pueden presentar distintos modos de fallo dentro de su contexto operacional.

Figura 1. Partes de una matriz de corte de la fábrica "Arte Mueble".



Fuente: (Elaborada por el autor).

Estrategias de mejora de la organización del mantenimiento

Hay diferentes maneras de conseguir eficiencia del mantenimiento y su gestión incluso en distintos niveles, Luis Alberto Mora (2007), describe el esquema moderno de mantenimiento y lo enfatiza como, "el esquema moderno de mantenimiento implica la vinculación de herramientas propias de la gestión" (Mora, 2009, p. 38). Otra estrategia según Galar et al. (2014), para alcanzar eficiencia en el mantenimiento, las empresas con recursos implementan sistemas de GMAO, una metodología interesante para mejorar las actividades de mantenimiento y su organización; según Garcés and Castrillón (2017), la aplicación de la conocida minería

de datos, analiza e identifica las causas y los tiempos muertos en un sistema productivo. De acuerdo a Luis Gamarra (2018), otra de las metodologías para mejorar la organización del mantenimiento y de los procesos que intervienen, es el balanceo eficiente de las actividades y tiempos de ejecución.

La metodología del tiempo estándar según Ruíz et al. (2017), es una herramienta eficiente para determinar el tiempo adecuado para la ejecución de procesos, la cual aterriza en la estandarización de los mismos, y según Casadesús et al, "la estandarización o normalización se podría definir de forma genérica como la actividad encaminada a poner orden en aplicaciones repetitivas que se desarrollan en el

ámbito de la industria, la tecnología, la ciencia y la economía” (2009, p. 161). La estandarización de procedimientos según Munive & Rojas, “se trataba de mantener una rigidez puntual en los procesos de manufactura, pero sin olvidar la posibilidad de experimentar nuevas prácticas y soluciones, flexibilizando y permitiendo actualizar las mejores de la planta” (2015, p. 327); “la industria de la manufactura, depende esencialmente de los volúmenes altos de producción los que el costo unitario sea tan bajo que puedan entrar a competir en un mercado amplio con calidad, cantidad y precio” (González Arroyave, 2012, p. 14).

Santiago García (2010), establece que en un análisis de los tiempos desde el incidente (falla funcional del activo) hasta la restitución del mismo, el tiempo destinado a la reparación puede ser muy pequeño con respecto tiempo total. Según Riviera (2014), el estudio de tiempos comenzó alrededor de 1881; Lourival Tavares (1999) expresa que los gerentes de mantenimiento observaron que el diagnóstico de fallas implicaba más tiempo que la misma ejecución del mantenimiento;

acciones de mejora de proceso de mantenimiento, así como ciertos aspectos que según Osorio et al. (2018a, p. 14), intervienen en la identificación de causas de demoras del tiempo de reparación; y una de las causas es no determinar parámetros de tiempo de reparación.

Una ventaja según Luis Alberto Mora (2009) de estimar los tiempos de reparación, es la de poseer con mayor antelación los tiempos de restitución de un activo a su estado funcional. Los tiempos de reparación según John Moubray (2004), dependen directamente de la velocidad de respuesta ante la falla y la velocidad de la reparación.

Entre la metodología y los resultados se pueden encontrar estrategias complementarias como la metodología aplicada por Motato (2018), mediante la aplicación de metodologías como LEAN tales como medición de Tool Time (llave en mano); en donde permitió optimizar en un 25% el tiempo, mediante la implementación de rutas de mantenimiento, preparación de herramientas, reuniones sistemáticas entre otras.

El personal de mantenimiento según Villanueva (2014), al no estar consciente de la importancia que representa los tiempos de reparación en producción y disponibilidad de los equipos, traspasan con frecuencia los tiempos programados para las actividades, elevando costos, desperdicios de material, entre otros. Resultados asociados a la estandarización en el balance de los procesos en donde Gamarra (2018), aplica el balance de las actividades de mantenimiento para incrementar la productividad.

Esto en el caso de procesos productivos, ahora el enfoque de la metodología en el área de mantenimiento; para Osorio et al. (2018b), en su artículo "Control Estadístico para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C. 2017", la gestión del proceso de reparación de prensas extrusoras, el tiempo empleado para ejecutar la reparación era de 42 días en promedio, la mano de obra con un 50% del costo del servicio, en total 42 reparaciones al año. La aplicación de la metodología implica la reducción del tiempo de 0,59% y

0,48% de reducción de costo de servicio, aumentando en 2,38% la cantidad de servicios al año. Resultados favorables para los objetivos de la organización, aplicación sistemática de la metodología del tiempo estándar, de la cual se extraerá los puntos relevantes y de mayor impacto para la organización objeto de estudio de esta investigación.

En cuanto a los factores determinantes Osorio et al. (2018b), contempla que, el no identificar las causas, limita las acciones de mejora, dentro de estas, los parámetros de tiempos de reparación, falta de estandarización, documentación e incluso la capacitación del personal para ejecutar las actividades de mantenimiento de los equipos. Otros resultados asociados a la estandarización en el balance de los procesos en donde Gamarra (2018), aplica el balance de las actividades de mantenimiento para incrementar la productividad, donde se obtiene una mejora en la cantidad de técnicos usados en el mantenimiento, recuperando 96 horas hombre que serían destinadas a cumplir otras actividades; esta

metodología podría aplicarse complementariamente a la estandarización para así potenciar el resultado final del procedimiento.

Dentro de las estrategias analizadas en el proyecto de investigación, se encuentra entre las principales el estudio de los tiempos y la estandarización de los mismos; de tal manera se optó esta metodología como propósito de mejorar la organización y gestión del mantenimiento de las matrices de corte de la fábrica manufacturera “Arte Mueble”.

2. Materiales y métodos

De acuerdo con la naturaleza del estudio de investigación, el trabajo se ejecutará en la provincia de Manabí, en la fábrica manufacturera “Arte Mueble”, para aplicar la metodología del tiempo estándar en el mantenimiento de las matrices de corte, para lo cual se recolectarán los datos de manera minuciosa e información necesaria y poder llevar a cabo el estudio deseado. Los métodos a utilizarse serán los tiempos de mantenimiento de las matrices de corte seleccionadas para obtener información de la situación actual; de acuerdo a lo

expuesto anteriormente, se plantea el procedimiento técnico para determinar el tiempo estándar de ejecución de mantenimiento de las matrices de corte de la empresa manufacturera “Arte Mueble”.

Protocolo de aplicación del tiempo estándar

1) Análisis del trabajo

Este paso corresponde a la etapa de decisión inicial, en la cual el analista encargado del estudio debe registrar las máquinas, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, información del operario, departamento, fecha en la que se ejecutará el estudio y nombre del observador.

2) Evaluación de viabilidad

La evaluación de viabilidad corresponde a la decisión del analista en cuanto a la pertinencia del estudio y las características del trabajo, con la finalidad de responder a la pertinencia técnica del estudio.

3) Búsqueda de alternativas

Si la evaluación de viabilidad resulta ser positiva se prosigue con el siguiente paso, de lo contrario se deben buscar alternativas de

resolución del problema mediante otras técnicas o metodologías.

4) Selección del operario

Este paso corresponde a la etapa de planificación, para aquello se selecciona el operario con ayuda del supervisor del departamento de mantenimiento; selección que debe responder a características de desempeño ligeramente superior al promedio.

5) Muestreo del método de trabajo

Este paso es importante para definir la viabilidad del estudio, siendo las características del trabajo determinantes, ya sea acciones redundantes, repetitivas, exceso de elementos extraños, entre otros elementos que puedan generar incertidumbre en el estudio.

6) Evaluación de variabilidad en el método de trabajo

De ser el caso el método de trabajo pueda presentar elementos inconsistentes para el estudio, se procederá a efectuar un estudio del método del trabajo y retroalimentar el estudio con holguras o correcciones de la actividad a estudiar; de lo

contrario se procederá con el siguiente paso.

7) Desglose del trabajo en elementos

Actividad de Mantenimiento 1 - (rectificado y pulido de superficies).

- Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios.
- Acopio de repuestos y materiales.
- Desarrollo
 - a) Transporte de matriz de corte.
 - b) Desarme de elementos móviles.
 - c) Inspección de elementos.
 - d) Rectificado de elementos de corte.
 - e) Pulido de superficies de desgaste.
 - f) Ajuste de elementos de fijación.
 - g) Montaje de elementos móviles.
 - h) Pruebas funcionales.
 - i) Almacenamiento matriz.

Actividad de Mantenimiento 2 - Reparación de averías secundaria (sustitución de piezas).

- Diagnóstico de la avería
- Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios
- Acopio de repuestos y materiales
- Reparación de la avería
- Pruebas funcionales
- Puesta en servicio

8) Toma de mediciones iniciales (muestras)

Para ejecutar este paso se procede a diagnosticar la actividad a través de la toma de tiempos de las actividades de mantenimiento.

9) Determinación de números de ciclos a observar

Los factores que afectan al mantenimiento de las matrices de corte son los mantenedores, las matrices de corte y el tipo de mantenimiento; estos factores son divididos por niveles, en el caso de los mantenedores se escogieron dos mantenedores (mantenedor A y mantenedor B), categorizados según su evaluación de desempeño; las matrices de corte se escogieron

(Matriz A y matriz B) seleccionadas por similitud en su nivel de complejidad; el tipo de mantenimiento se estableció (mantenimiento 1 y mantenimiento 2) en función de las características de las tareas que son las 2 principales para estas matrices de corte.

Se medirán 8 combinaciones con 5 repeticiones por tratamiento, estas variaciones tienen dos objetivos técnicos, primero establecer el tiempo estándar para cada escenario; como segundo objetivo es establecer el punto de partida para la toma de decisiones en las combinaciones tanto de operador, tipo de matriz de corte o tipo de mantenimiento y así aportar a la gestión de mantenimiento de las matrices de corte. El número de combinaciones a estudiar nos queda en 8 como se muestra en la tabla a continuación, que corresponde a las variaciones posible de los factores.

Tabla 1. Matriz de combinaciones: factores, niveles y tratamientos.

Factor 1: Tipo de operador	Factor 2: Tipo de matriz de corte	Factor 3: Tipo de mantenimiento	
		Nivel 3.1: Mantenimiento 1 (M1)	Nivel 3.1: Mantenimiento 2 (M2)
Nivel 1.1: Operador 1 (O1)	Nivel 2.1: Matriz A (MA)	T1: O1-MA-M1	T2: O1-MA-M2
	Nivel 2.2: Matriz B (MB)	T3: O1-MB-M1	T4: O1-MB-M2
Nivel 1.2: Operador 2 (O2)	Nivel 2.1: Matriz A (MA)	T5: O2-MA-M1	T6: O2-MA-M2
	Nivel 2.2: Matriz B (MB)	T7: O2-MB-M1	T8: O2-MB-M2

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tabla 2. Recomendación de cantidad de observaciones en función del tiempo.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009).

De acuerdo al criterio Albert E. Shaw como citó Niebel and Freivalds (2009), el número de ciclos a estudiar influye directamente en el

resultado del estudio, pero desde una perspectiva económica las muestras estadísticas no siempre deben ser el principal punto de

referencia, para lo cual se toma valores referenciales de número recomendado de ciclos a observar en función del tiempo del ciclo expresado en minutos como se muestra en la tabla anterior, teniendo como resultado 5 observaciones recomendadas al tener un intervalo de tiempo de ciclo entre 20 y 40 minutos.

10) Pasos de registro de mediciones

- a) Sincronizar el cronómetro con el reloj maestro y registrar el tiempo de inicio.
- b) Caminar a la operación e iniciar el estudio. La lectura al inicio es el tiempo transcurrido antes del estudio (TTAE).
- c) Calificar el desempeño del operario mientras se lleva a cabo el elemento y registrar la calificación sencilla o la calificación promedio.
- d) Activar el cronómetro al inicio del siguiente elemento. Para tiempo continuo, introducir la lectura en la columna LC; para tiempos con regresos a cero, introducir la lectura en la columna TO, como se muestra.
- e) Para un elemento extraño, registrar los tiempos en la sección de elementos extraños.
- f) Una vez cronometrados todos los elementos, detener el cronómetro en el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.
- g) Registrar la lectura como el tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).
- h) Sumar 2. y 7. para obtener el tiempo de verificación.
- i) Restar 6. menos 1. para obtener el tiempo transcurrido.
- j) Calcular el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación.
- k) Sumar todos los tiempos observados y los tiempos normales para cada elemento. Encontrar el tiempo normal promedio.
- l) Sumar todos los TO totales para obtener el tiempo efectivo.
- m) Sumar todos los elementos extraños para obtener el tiempo no efectivo.

11) Calificación del desempeño del operario

$$TN \text{ (esfuerzo manual)} = TO_{em} \frac{C}{100} \quad (1)$$

Eficiencia del operario

$$E = 100 * \frac{H_e}{H_c} \% \quad (2)$$

H_e = Horas estándar trabajadas

H_c = Horas de reloj en el trabajo

$$E = 100 * \frac{O_c}{O_e} \% \quad (3)$$

O_c = Producción Actual

O_e = Producción Esperada

12) Análisis de holguras y tolerancias

Trabajo manual

$$\text{Holgura trabajo manual} = 15\% TN \quad (4)$$

Trabajo de mecanizado o maquinarias

$$\text{Holgura trabajo mecánico} = 10\% TN \quad (5)$$

13) Determinación del tiempo estándar

$$TE \text{ (esfuerzo manual)} = TN_{em} * (1 + H) \quad (6)$$

14) Evaluación del error de registro

$$\text{Error de registro} = \frac{\text{Tiempo no contabilizado}}{\text{Tiempo transcurrido}} \quad (7)$$

Error de registro < 2%, error de estudio adecuado

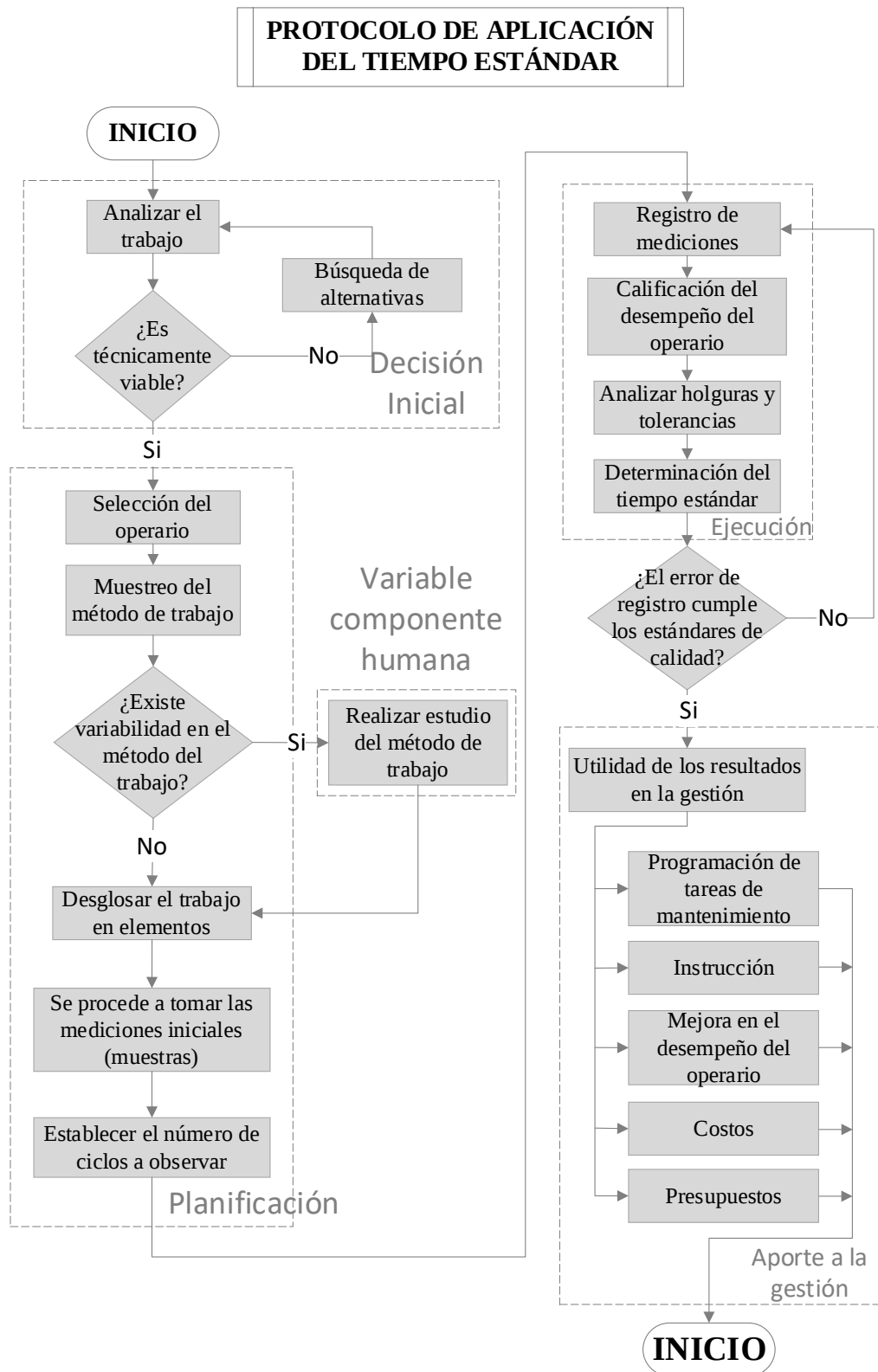
Error de registro > 2%, error de estudio inadecuado, se recomienda repetir estudio.

15) Uso de los resultados en la gestión del mantenimiento

Este paso corresponde a la etapa de aporte a la gestión, en donde se tendrá la información necesaria para incidir positivamente en la gestión de mantenimiento, a través de la aplicación de la información en la toma de decisiones; resultados del estudio aplicados a la programación de tareas de mantenimiento, instrucción tanto de los operarios o aplicación de nuevos procedimiento o instructivos de mantenimiento, así como la mejora en el desempeño del operario, costos del mantenimiento o ya sea el uso eficiente del presupuesto del mantenimiento.

Proceso lógico para establecer el tiempo estándar.

Figura 1. Protocolo de ejecución del tiempo estándar



Fuente: (Elaborado por el autor).

3. Resultados

Diagnóstico de mediciones de tiempos de actividades de mantenimiento en matrices de corte.

El diagnóstico de la actividad de mantenimiento se ejecutó por medio de la medición de los tiempos de las actividades iniciales con la finalidad de tener una mejor apreciación de la

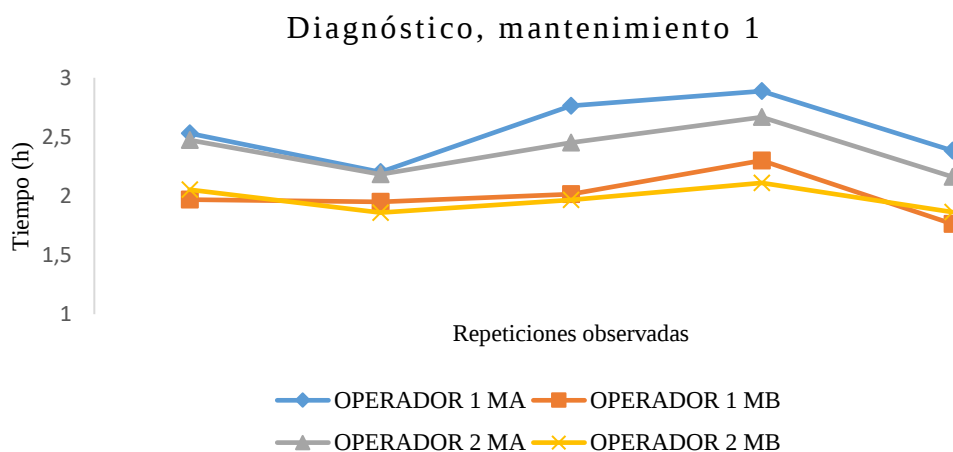
situación inicial de la actividad, así como la obtención de información necesaria para la puesta en marcha del estudio; se midieron los tiempos en las combinaciones ya establecidas en la tabla 1., en donde se puede observar una variabilidad importante con respecto a cada factor involucrado, lo cual es el motivo principal del estudio.

Tabla 1. Mediciones de tiempos de actividades de mantenimiento en matrices de corte.

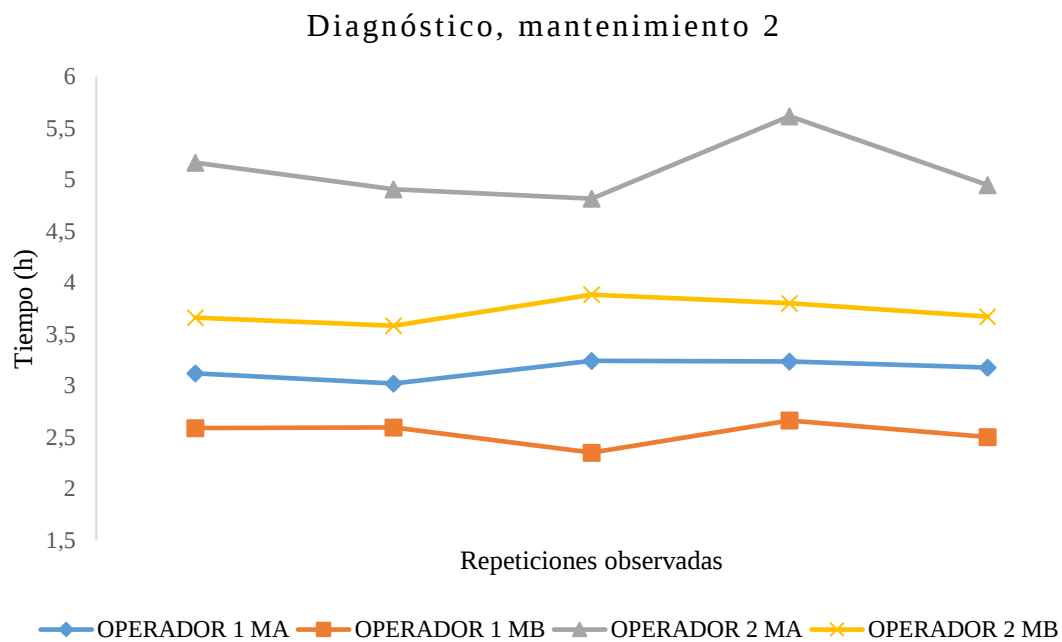
	OPERADOR 1		OPERADOR 2	
	Matriz A	Matriz B	Matriz A	Matriz B
Mantenimiento 1	151:51	118:11	148:24	123:10
	132:08	117:00	131:19	111:33
	165:47	120:54	147:03	118:00
	173:13	138:00	160:14	126:38
	143:05	105:48	129:41	111:45
Mantenimiento 2	187:13	155:18	309:51	219:40
	181:20	155:50	294:20	214:58
	194:32	141:07	288:56	233:03
	194:12	159:47	336:57	228:05
	190:42	150:10	296:47	220:14

Fuente: (Elaborada por el autor).

Figura 2. Diagnóstico de Tiempos actividad de mantenimiento 1.



Fuente: (Elaborada por el autor).

Figura 3. Diagnóstico de Tiempos actividad de mantenimiento 2.

Fuente: (Elaborada por el autor).

Un contrato regular de la fábrica tiene valores de alrededor de \$35,000 aproximadamente; proyecto que se realiza de 15 a 20 días laborales y en condiciones normales; prorrateando el valor del proyecto en el tiempo, se tienen aproximadamente \$35,000 dividido para 20 días resultaría en \$1750 al día, dividido para ocho horas, tendremos un total de \$218,75, valor de producción por hora; de acuerdo al criterio del jefe de producción de la fábrica, el modo de fallo de una matriz de corte incide alrededor de

un 55% a un 60% en la producción, lo cual indica que la producción no se detiene enteramente pero es afectada en una proporción importante; si el 60% es la incidencia de un modo de fallo de una matriz de corte en la producción, tendríamos $\$218,75 \times 0,60$ resultando una incidencia de \$131,25 en la producción, aquello significaría que una mejora en cuanto a la estandarización del trabajo o aplicación del tiempo estándar contribuiría directamente al ahorro de recursos en producción.

Tabla 2. Costo de repeticiones de diagnóstico asociada a la actividad de mantenimiento.

	OPERADOR 1		OPERADOR 2	
	Matriz A	Matriz B	Matriz A	Matriz B
Mantenimiento 1	\$ 332,16	\$ 258,54	\$ 324,63	\$ 269,43
	\$ 289,03	\$ 255,93	\$ 286,56	\$ 244,01
	\$ 362,67	\$ 264,47	\$ 321,56	\$ 258,13
	\$ 378,90	\$ 301,88	\$ 350,00	\$ 277,00
	\$ 312,99	\$ 231,44	\$ 283,72	\$ 244,47
Mantenimiento 2	\$ 409,54	\$ 339,71	\$ 677,78	\$ 480,51
	\$ 396,65	\$ 340,87	\$ 643,86	\$ 470,23
	\$ 425,56	\$ 308,68	\$ 632,05	\$ 509,79
	\$ 424,80	\$ 349,51	\$ 737,07	\$ 498,92
	\$ 417,14	\$ 328,48	\$ 649,20	\$ 481,77

Fuente: (Elaborada por el autor).

Sincronización del cronómetro

Sincronización del cronómetro para registrar los tiempos de las actividades, así como el tiempo total transcurrido; ya que el tiempo total cronometrado casi siempre no es el valor exacto del tiempo medido de las actividades.

Se usó para las mediciones un cronómetro digital de un iPhone 12 pro, instrumento que presta la precisión requerida para el presente estudio.

Registro de mediciones

Lectura de inicio (tiempo transcurrido antes del estudio, TTAE).

T1 = (TTAE - T1) = 4:00 min.

T2 = (TTAE - T2) = 5:24 min.

T3 = (TTAE - T3) = 4:34 min.

T4 = (TTAE - T4) = 6:24 min.

T5 = (TTAE - T5) = 7:27 min.

T6 = (TTAE - T6) = 9:19 min.

T7 = (TTAE - T7) = 4:42 min.

T8 = (TTAE - T8) = 3:45 min.

Calificación del desempeño del operario

Eficiencia del operario

$$E = 100 * \frac{H_e}{H_c} \% \quad (2)$$

He = Horas estándar trabajadas

Hc = Horas de reloj en el trabajo

$$E = 100 * \frac{O_c}{O_e} \% \quad (3)$$

Oc = Producción Actual

Oe = Producción Esperada

Tabla 3. Calificación del desempeño de los operarios.

Calificación del desempeño del operario								
Repeticiones / Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	1,00	0,80	0,95	0,90	1,00	0,90	0,85	0,90
R2	1,00	1,00	1,20	0,95	0,95	1,20	0,90	0,95
R3	0,90	0,93	0,95	1,00	1,20	1,10	0,90	1,00
R4	0,90	0,87	1,00	0,80	0,90	1,00	0,85	0,85
R5	1,10	1,10	1,15	1,20	1,00	0,90	1,00	0,95

Fuente: (Elaborada por el autor).

Toma de tiempo por actividad

Registro de datos, tratamientos asociados al mantenimiento 1, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Datos tratamiento 1, 2, 3, 4, 5

Toma de tiempo por actividad												
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
T1	R1	15:18	16:23	04:00	15:32	04:00	31:32	07:57	17:16	25:10	11:22	03:20
	R2	10:00	17:25	02:08	10:25	03:20	28:23	09:15	14:15	18:27	11:58	06:32
	R3	10:00	23:24	05:12	10:31	06:30	30:20	14:10	24:00	20:09	16:16	05:15
	R4	13:30	27:30	07:18	11:18	07:26	22:08	13:08	13:16	35:18	16:06	06:14
	R5	07:17	20:21	00:00	09:14	05:26	23:08	08:12	15:14	34:24	12:40	07:10
T2	R1	14:00	15:43	03:55	15:32	06:57	29:42	07:12	16:20	25:00	10:43	03:20
	R2	09:30	17:04	05:02	10:25	07:17	26:01	07:57	13:12	18:31	10:59	05:21
	R3	08:42	20:21	04:39	09:45	06:22	27:36	11:39	22:15	16:14	15:21	04:09
	R4	12:33	26:57	06:39	10:54	10:13	21:18	12:23	12:47	24:51	15:29	06:10
	R5	08:29	19:44	08:07	08:56	04:51	20:06	06:59	13:19	20:34	11:43	06:53
T3	R1	12:36	15:06	05:46	12:32	07:50	16:20	05:54	14:39	14:40	09:30	03:19
	R2	09:50	15:54	06:46	09:16	08:04	19:43	07:28	10:36	16:47	08:49	03:47
	R3	09:21	17:11	06:07	08:51	05:58	22:15	07:40	13:38	11:40	14:55	03:19
	R4	11:13	25:53	05:48	10:26	09:47	19:42	11:00	11:53	13:57	14:19	04:02
	R5	08:22	18:28	07:55	08:21	06:52	15:06	08:02	10:07	07:17	09:58	05:21
T4	R1	12:23	15:06	06:41	13:32	07:48	14:42	09:20	13:52	14:31	11:56	03:19
	R2	08:40	15:06	06:38	08:15	08:54	16:18	07:23	12:11	12:10	12:44	03:15
	R3	09:08	16:40	05:05	08:40	07:42	19:43	08:07	13:49	10:23	15:21	03:22
	R4	10:46	18:22	05:34	10:23	09:35	18:56	10:22	11:26	11:30	13:46	05:58
	R5	08:59	17:50	07:48	08:03	08:26	15:03	09:16	10:47	09:19	12:10	04:05

Fuente: (Elaborada por el autor).

Registro de datos, tratamientos asociados al mantenimiento 1, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. Datos tratamiento 5, 6, 7, 8.

Toma de tiempo por actividad							
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
T5	R1	24:52	24:53	11:57	60:29	25:44	39:17
	R2	23:02	28:15	13:59	57:47	26:02	32:15
	R3	22:50	25:46	11:02	69:31	29:53	35:31
	R4	25:31	22:53	13:23	68:20	27:58	36:05
	R5	23:44	23:50	16:06	63:31	30:20	33:10
T6	R1	12:58	10:57	09:48	20:34	21:06	79:55
	R2	14:58	18:22	10:12	19:02	16:55	76:20
	R3	18:43	16:12	07:10	16:58	11:44	70:19
	R4	14:48	16:42	07:54	19:16	20:25	80:41
	R5	16:02	20:03	11:05	19:34	17:35	65:52
T7	R1	35:55	21:55	19:36	80:22	42:12	109:50
	R2	29:56	36:44	20:24	78:03	33:51	95:22
	R3	37:27	32:24	14:21	67:55	33:28	103:21
	R4	29:36	33:25	15:48	98:32	40:50	118:45
	R5	28:04	40:06	22:09	73:07	35:11	98:10
T8	R1	18:53	22:43	12:05	72:42	24:37	68:40
	R2	19:28	23:53	14:54	52:40	22:00	82:04
	R3	24:43	26:34	09:20	75:27	22:50	74:09
	R4	17:10	24:24	09:19	66:35	29:49	80:48
	R5	14:39	26:04	12:51	60:48	24:24	81:29

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tiempos en la sección de elementos extraños.

Para los elementos extraños se los registra siempre y cuando en la medición existan factores no considerados; en el presente estudio al tener intervalos de minutos en las tareas, los elementos extraños no se consideran al ser despreciables.

Tiempo de terminación.

Tabla 6. Tiempo de terminación por tratamiento.

Tiempo de terminación								
Repeticiones / Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	157:18	152:46	122:22	126:57	193:57	160:13	315:55	226:46
R2	138:53	134:08	120:07	114:40	190:36	165:46	298:02	219:19
R3	172:27	154:13	127:34	125:52	202:21	145:05	293:27	241:51
R4	181:16	168:15	145:33	134:35	203:14	167:05	344:57	231:33
R5	144:32	135:57	113:13	115:22	192:38	157:01	300:20	226:59

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).

En el presente estudio se registra valores en 0 para este parámetro.

Cálculo de la media X.

El cálculo de la media no es más que el promedio de las repeticiones por actividad, por ejemplo, para la actividad 1 el cálculo sería el promedio de los valores de las repeticiones de la actividad 1.

$$X = (R1A1+R2A1+R3A1+R4A1+R5A1) / 5$$

Entonces tendremos:

Tabla 7. Media de las mediciones de los tratamientos.

	MEDIA X-										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
T1	11:13	21:01	03:44	11:24	05:20	27:06	10:32	16:48	26:42	13:40	05:42
T2	10:39	19:58	05:40	11:06	07:08	24:57	09:14	15:35	21:02	12:51	05:11
T3	10:16	18:30	06:28	09:53	07:42	18:37	08:01	12:10	12:52	11:30	03:58
T4	09:59	16:37	06:21	09:47	08:29	16:56	08:54	12:25	11:34	13:11	04:00
T5	24:00	25:08	13:17	63:56	27:59	35:16					
T6	15:30	16:27	09:14	19:05	17:33	74:37					
T7	32:12	32:55	18:28	79:36	37:06	105:06					
T8	18:59	24:43	11:42	65:38	24:44	77:26					

Fuente: (Elaborada por el autor).

Cálculo de desviación estándar.

Se efectúa el cálculo de la desviación estándar entre los valores de repeticiones de la actividad correspondiente, para el correspondiente cálculo se lo efectúa en Microsoft Excel 2019, con la función “=DESVEST(valores)”.

Tendremos:

Tabla 8. Desviación estándar de los tratamientos.

	Desviación estándar.										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
T1	03:11	04:33	02:48	02:26	01:42	04:15	02:54	04:17	07:51	02:20	01:30
T2	02:29	04:21	01:42	02:35	01:58	04:07	02:35	03:59	03:52	02:22	01:27
T3	01:39	04:19	00:54	01:40	01:26	02:53	01:52	01:56	03:37	02:53	00:50
T4	01:34	01:31	01:04	02:18	00:47	02:17	01:10	01:23	01:58	01:24	01:09
T5	01:10	02:03	01:57	05:01	02:07	02:46					
T6	02:07	03:26	01:38	01:19	03:43	06:23					

T7	04:12	06:51	03:16	11:37	04:07	09:25					
T8	03:43	01:35	02:24	09:12	03:02	05:51					

Fuente: (Elaborada por el autor).

T de student.

Para un 5% de margen de error y 95% de grado de confianza encontraremos un valor de 2,1318 para la t de student.

Cálculo del tiempo normal (TN).

El tiempo normal es el tiempo requerido que necesita un operario calificado para ejecutar el mismo trabajo en las mismas condiciones, esto parte del producto del tiempo registrado en la actividad y la calificación del operario en el momento del registro.

Ejemplo:

$$TN_{R1A1} = R1A1 * \text{Calificación } R1T1$$

$$TN_{R1A1} = (15:18) * 1,0 = 15:18 \text{ min.}$$

Tabla 9. Tiempos normales de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 1.

Tiempos normales												
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
TN1	R1	15:18	16:23	04:00	15:32	04:00	31:32	07:57	17:16	25:10	11:22	03:20
	R2	10:00	17:25	02:08	10:25	03:20	28:23	09:15	14:15	18:27	11:58	06:32
	R3	09:00	21:04	04:41	09:28	05:51	27:18	12:45	21:36	18:08	14:38	04:44
	R4	12:09	24:45	06:34	10:10	06:41	19:56	11:50	11:56	31:46	14:29	05:37
	R5	08:00	22:23	00:00	10:09	05:58	25:27	09:01	16:45	37:51	13:56	07:53
TN2	R1	11:12	12:34	03:08	12:26	05:34	23:46	05:46	13:04	20:00	08:34	02:40
	R2	09:30	17:04	05:02	10:25	07:17	26:01	07:57	13:12	18:31	10:59	05:21
	R3	08:05	18:56	04:19	09:04	05:55	25:40	10:50	20:42	15:06	14:17	03:52
	R4	10:55	23:27	05:47	09:29	08:53	18:32	10:46	11:07	21:37	13:28	05:22
	R5	09:20	21:42	08:56	09:50	05:20	22:07	07:41	14:39	22:37	12:53	07:34
TN3	R1	11:58	14:20	05:28	11:55	07:27	15:31	05:36	13:55	13:56	09:01	03:09
	R2	11:48	19:04	08:07	11:07	09:40	23:39	08:58	12:44	20:08	10:35	04:32
	R3	08:53	16:19	05:49	08:24	05:40	21:09	07:17	12:57	11:05	14:10	03:09
	R4	11:13	25:53	05:48	10:26	09:47	19:42	11:00	11:53	13:57	14:19	04:02
	R5	09:37	21:15	09:06	09:36	07:53	17:22	09:14	11:38	08:22	11:27	06:09
TN4	R1	11:09	13:35	06:01	12:11	07:01	13:14	08:24	12:29	13:04	10:45	02:59
	R2	08:14	14:21	06:18	07:50	08:27	15:29	07:01	11:35	11:33	12:06	03:05
	R3	09:08	16:40	05:05	08:40	07:42	19:43	08:07	13:49	10:23	15:21	03:22
	R4	08:37	14:42	04:27	08:18	07:40	15:09	08:17	09:09	09:12	11:01	04:47
	R5	10:47	21:24	09:21	09:40	10:08	18:04	11:07	12:57	11:10	14:36	04:54

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tabla 10. Tiempos normales de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 2.

Tiempos normales asociados al mantenimiento 1.							
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
TN5	R1	24:52	24:53	11:57	60:29	25:44	39:17
	R2	21:53	26:51	13:17	54:53	24:44	30:38
	R3	27:24	30:55	13:15	83:25	35:51	42:37
	R4	22:58	20:36	12:03	61:30	25:11	32:29
	R5	23:44	23:50	16:06	63:31	30:20	33:10
TN6	R1	11:40	09:52	08:49	18:30	19:00	71:56
	R2	17:58	22:02	12:15	22:50	20:19	91:36
	R3	20:36	17:49	07:54	18:39	12:54	77:21
	R4	14:48	16:42	07:54	19:16	20:25	80:41
	R5	14:26	18:03	09:58	17:36	15:50	59:16
TN7	R1	30:32	18:37	16:40	68:19	35:52	93:21
	R2	26:57	33:04	18:22	70:15	30:28	85:49
	R3	33:42	29:10	12:55	61:08	30:07	93:01
	R4	25:10	28:24	13:25	83:46	34:43	100:57
	R5	28:04	40:06	22:09	73:07	35:11	98:10
TN8	R1	19:33	23:30	12:30	75:15	25:28	71:04
	R2	21:16	26:05	16:16	57:32	24:02	89:40
	R3	28:25	30:33	10:44	86:46	26:16	85:16
	R4	16:47	23:51	09:07	65:05	29:09	78:59
	R5	16:00	28:28	14:02	66:25	26:39	89:01

Fuente: (Elaborada por el autor).

Cálculo del tiempo estándar por actividad (TE).

Analizar holguras y tolerancias

El tiempo estándar es tiempo requerido para un operario calificado para ejecutar una operación a un paso estándar y con un esfuerzo promedio; es el producto del tiempo normal (TN) y la holgura establecida para la operación; holgura que para el presente estudio se establece 15% por ser un trabajo de esfuerzo normal.

Ejemplo:

$$TE = TN * (1+0,15).$$

$$TE R1A1 = TN R1A1 * (1+0,15).$$

$$TE R1A1 = (15:18) * (1+0,15) = 17:36 \text{ min.}$$

Tabla 11. Tiempos estándar de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 1.

Tiempos estándar de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 1.												
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
TE1	R1	17:36	18:50	04:36	17:52	04:36	36:16	09:09	19:51	28:57	13:05	03:50
	R2	11:30	20:02	02:27	11:58	03:50	32:38	10:38	16:23	21:13	13:46	07:31
	R3	10:21	24:13	05:23	10:53	06:43	31:24	14:39	24:51	20:51	16:50	05:26
	R4	13:58	28:28	07:33	11:42	07:41	22:55	13:36	13:44	36:32	16:39	06:28

	R5	09:13	25:44	00:00	11:40	06:52	29:16	10:22	19:16	43:31	16:01	09:03
TE2	R1	12:53	14:28	03:36	14:17	06:24	27:19	06:37	15:02	23:00	09:52	03:04
	R2	10:55	19:38	05:47	11:59	08:23	29:55	09:09	15:11	21:18	12:38	06:09
	R3	09:18	21:46	04:58	10:26	06:49	29:31	12:28	23:48	17:22	16:25	04:26
	R4	12:33	26:58	06:39	10:54	10:13	21:19	12:23	12:47	24:52	15:29	06:10
	R5	10:44	24:58	10:16	11:18	06:08	25:26	08:50	16:51	26:01	14:49	08:42
TE3	R1	13:46	16:30	06:18	13:42	08:34	17:50	06:26	16:00	16:02	10:23	03:37
	R2	13:35	21:56	09:21	12:47	11:07	27:12	10:19	14:38	23:09	12:10	05:13
	R3	10:13	18:46	06:41	09:40	06:31	24:19	08:22	14:53	12:44	16:18	03:37
	R4	12:53	29:46	06:40	12:00	11:16	22:39	12:39	13:39	16:03	16:28	04:39
	R5	11:03	24:26	10:28	11:03	09:04	19:58	10:37	13:23	09:38	13:10	07:05
TE4	R1	12:49	15:37	06:55	14:01	08:04	15:13	09:40	14:21	15:01	12:21	03:26
	R2	09:28	16:30	07:15	09:01	09:43	17:48	08:04	13:19	13:17	13:54	03:33
	R3	10:30	19:10	05:51	09:58	08:51	22:41	09:20	15:54	11:57	17:39	03:52
	R4	09:54	16:54	05:08	09:33	08:49	17:25	09:32	10:32	10:35	12:40	05:30
	R5	12:24	24:36	10:46	11:07	11:39	20:46	12:47	14:53	12:51	16:47	05:38

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tabla 12. Tiempos estándar de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 2.

Tiempos estándar de trabajo por tratamiento asociados al mantenimiento 2.							
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
TE5	R1	28:36	28:37	13:45	69:33	29:36	45:11
	R2	25:10	30:52	15:16	63:07	28:27	35:14
	R3	31:31	35:33	15:14	95:55	41:14	49:01
	R4	26:25	23:41	13:51	70:44	28:57	37:21
	R5	27:18	27:25	18:31	73:03	34:53	38:09
TE6	R1	13:25	11:20	10:09	21:17	21:50	82:43
	R2	20:39	25:21	14:05	26:15	23:21	105:21
	R3	23:41	20:30	09:05	21:27	14:50	88:57
	R4	17:01	19:13	09:05	22:10	23:29	92:47
	R5	16:35	20:45	11:28	20:15	18:12	68:10
TE7	R1	35:07	21:25	19:10	78:34	41:15	107:22
	R2	30:59	38:01	21:07	80:47	35:02	98:42
	R3	38:45	33:32	14:51	70:18	34:38	106:58
	R4	28:56	32:40	15:26	96:19	39:55	116:05
	R5	32:17	46:07	25:29	84:05	40:27	112:53
TE8	R1	19:33	23:30	12:30	75:15	25:28	71:04
	R2	21:16	26:05	16:16	57:32	24:02	89:40
	R3	28:25	30:33	10:44	86:46	26:16	85:16
	R4	16:47	23:51	09:07	65:05	29:09	78:59
	R5	16:00	28:28	14:02	66:25	26:39	89:01

Fuente: (Elaborada por el autor).

El tiempo estándar por actividad básicamente es el promedio entre las repeticiones, en función del cálculo del tiempo estándar para cada actividad.

$$TE (\text{esfuerzo manual}) = TN_{em} * (1+H) \quad (6)$$

Tabla 13. Tiempos estándar por tratamiento asociados al mantenimiento 1.

	Tiempo estándar por actividad (mantenimiento 1)										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
T1	12:32	23:27	04:00	12:49	05:57	30:30	11:41	18:49	30:13	15:16	06:28
T2	11:17	21:33	06:15	11:47	07:35	26:42	09:53	16:44	22:30	13:51	05:42
T3	12:18	22:17	07:54	11:50	09:18	22:24	09:41	14:31	15:31	13:42	04:50
T4	11:01	18:33	07:11	10:44	09:25	18:47	09:53	13:48	12:44	14:40	04:24

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tabla 14. Tiempos estándar por tratamiento asociados al mantenimiento 2.

	Tiempo estándar por actividad (mantenimiento 2)					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
T5	27:48	29:14	15:19	74:29	32:37	40:59
T6	18:16	19:26	10:46	22:17	20:21	87:36
T7	33:13	34:21	19:13	82:01	38:16	108:24
T8	20:24	26:30	12:32	70:13	26:19	82:48

Fuente: (Elaborada por el autor).

Tabla 15. Tiempos estándar por tratamiento.

	Tiempo estándar 8 tratamientos			
	Operador 1		Operador 2	
	MA	MB	MA	MB
Mantenimiento 1	171,68	144,25	153,83	131,15
Mantenimiento 2	220,43	178,68	315,45	238,75

Fuente: (Elaborada por el autor).

El tiempo estándar del tratamiento es la sumatoria del tiempo estándar promedio de las repeticiones calculadas.

Cálculo de error permisible.

Error de registro del tratamiento 1

$$\text{Error de registro} = \frac{\text{Tiempo no contabilizado}}{\text{Tiempo transcurrido}} \quad (7)$$

TEf = Tiempo efectivo = 1115:59 min.

TI = Tiempo inefectivo = 09:48 min.

TTAD = Tiempo transcurrido antes del estudio = 3:45 min.

Tiempo transcurrido = 1129:32 min.

Tiempo no contabilizado = 1146:28 – 1129:32 = 16:56 min.

$$\text{Error de registro} = \frac{14:29 \text{ min}}{1129:32 \text{ min}} \quad (7)$$

Error de registro = 1,50 %.

Error de registro < 2%, error de estudio adecuado.

Tabla 16. Error permisible por tratamiento.

	Error permisible por tratamiento							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Error de registro	1,19%	1,39%	1,18%	1,30%	1,36%	1,31%	0,94%	1,50%

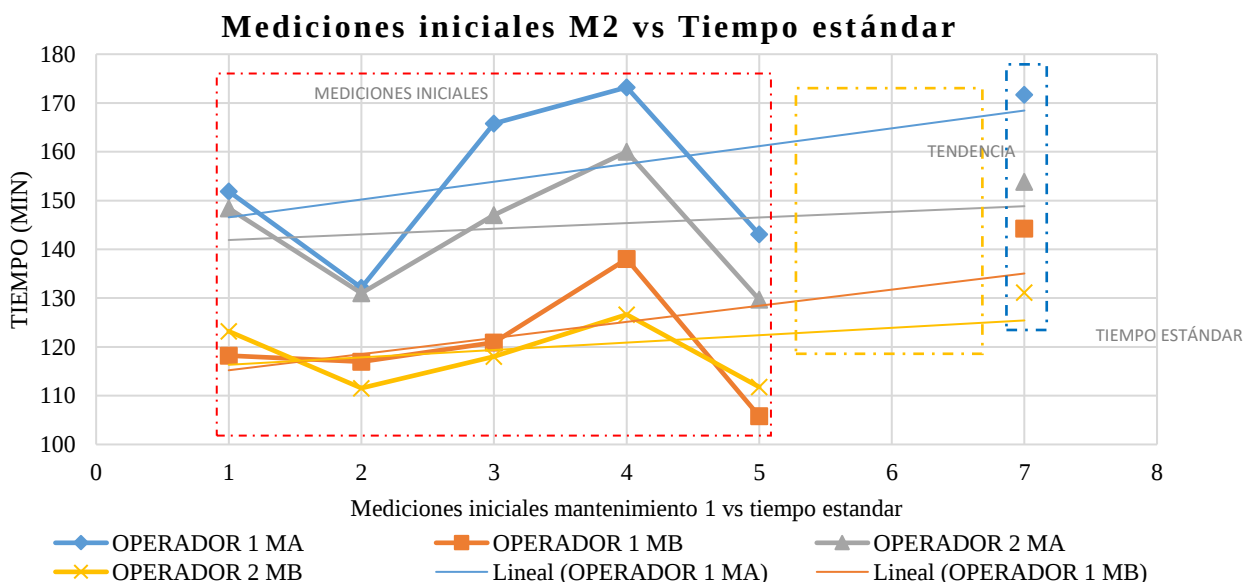
Fuente: (Elaborada por el autor).

4. Discusión

En la presente investigación el análisis de los resultados se ejecuta en contrastación con el diagnóstico inicial de la situación de la problemática; en cuanto a los valores obtenidos mediante la aplicación de

la metodología del tiempo estándar, cumplen con las expectativas del intervalo de confianza del error de registro; en concordancia a lo estudiado, se procede a mostrar el análisis de los resultados con el respectivo análisis crítico.

Figura 4. Cuadro comparativo, mediciones diagnosticas mantenimiento 1 versus el tiempo estándar.



Fuente: (Elaborada por el autor).

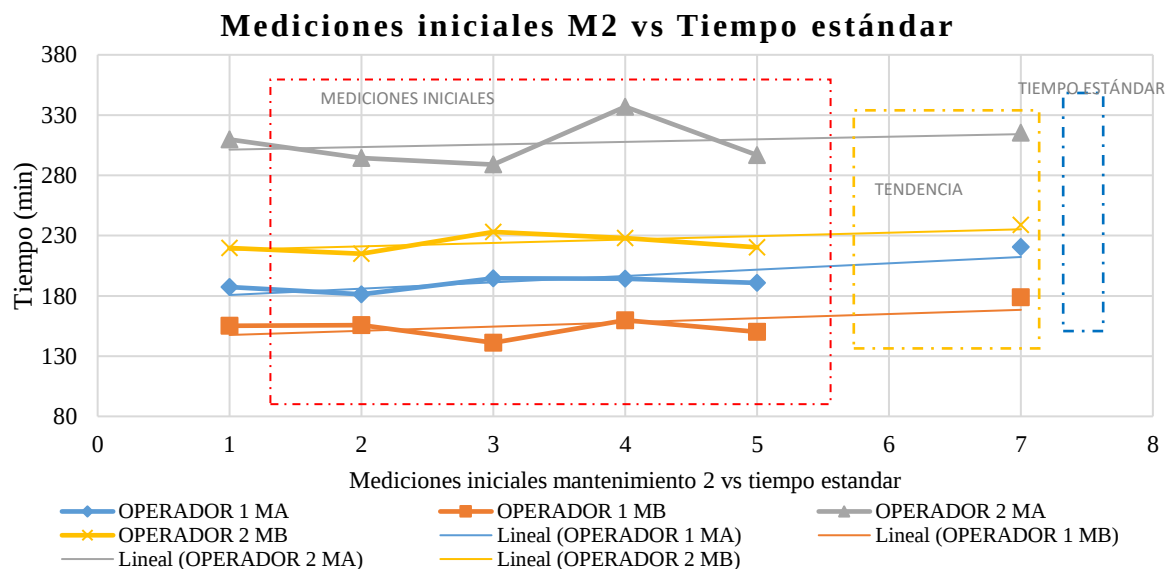
En la figura 5. se puede observar el contraste entre las curvas de las

mediciones iniciales (lado izquierdo) con los datos de los tiempos

estándar calculados; cabe señalar que en la figura se encuentran como añadidura las tendencias lineales y la combinación de estos elementos visuales permite destacar que los tiempos estándar calculados están levemente desviados en función de las tendencias de las mediciones iniciales, esto por la razón de que dentro del protocolo de ejecución del

tiempo estándar se contemplan las variables del proceso, como lo es el factor humano, su desempeño en función de la actividad de mantenimiento, las tolerancias, desviación estándar, la media de los valores; todo esto contribuye a tener valores con menor incertidumbre para así proyectar la gestión del mantenimiento.

Figura 5. Cuadro comparativo, mediciones diagnósticas mantenimiento 2 versus el tiempo estándar.



Fuente: (Elaborada por el autor).

En la figura 6 se puede visualizar una mayor estabilidad de los resultados en concordancia a las tendencias de las mediciones iniciales (diagnósticas), con diferencias significativas en cuanto a los desempeños de los operadores, marcando un precedente importante en cuanto a la toma de decisiones de

que operador debe encargarse de un mantenimiento en específico.

Utilidad de los resultados en la gestión

La utilidad de los resultados de la aplicación del tiempo estándar se enmarca en el paso final del protocolo de ejecución, en donde se

puede usar los datos obtenidos para la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento de las matrices de corte; para aquello se procede a establecer la programación más adecuada según los resultados del estudio.

Programación de tareas de mantenimiento

De acuerdo a los resultados se procederá a proyectar la programación más idónea para los factores intervinientes en el mantenimiento de las matrices de corte.

a) Mantenimiento 1 – Matriz de corte A: Este mantenimiento debe ser ejecutado por el Operador 2. (Ahorro estimado \$ 42,39 por cada mantenimiento bajo la premisa de un día de trabajo justo).

b) Mantenimiento 1 – Matriz de corte B: Este mantenimiento debe ser ejecutado por el Operador 2. (Ahorro estimado \$ 14,99 por cada mantenimiento bajo la premisa de un día de trabajo justo).

c) Mantenimiento 2 – Matriz de corte A: Este mantenimiento debe ser ejecutado por el

Operador 1. (Ahorro estimado \$ 254,87 por cada mantenimiento bajo la premisa de un día de trabajo justo).

d) Mantenimiento 2 – Matriz de corte B: Este mantenimiento debe ser ejecutado por el Operador 1. (Ahorro estimado \$ 118,92 por cada mantenimiento bajo la premisa de un día de trabajo justo).

5. Conclusiones

La industria manufacturera es de fundamental importancia para el desarrollo del Ecuador, en el presente artículo se abordó concretamente la situación actual de esta parte de la industria que representa una importante fuente de riqueza y empleo.

Dentro de las estrategias analizadas en la presente investigación, se encuentra entre las principales el estudio del tiempo, de tal manera que se optó por esta como propósito de mejora de la organización y gestión del mantenimiento de las matrices de corte de la fábrica manufacturera "Arte Mueble".

Hay diferentes perspectivas del uso del estudio del tiempo y

procedimientos similares, pero con la información recopilada cabe recalcar que opiniones de autores indican que es viable aplicar la metodología en conjunto de acciones y herramientas complementarias, ya que así contribuirá sustancialmente en la toma de decisiones del área de mantenimiento.

Los resultados alcanzados con este estudio involucran un ahorro de recursos económicos, de talento humano y la mejora de la eficiencia en el trabajo de mantenimiento; de igual modo se establece que la metodología responde a la premisa de un día de trabajo justo, en conjunto con la mejora de la gestión del mantenimiento; con esto se plantea el protocolo de ejecución, así como los resultados contrastados con el valor económico que representan las actividades de mantenimiento para la empresa en cuestión.

Bibliografía

Casadesús, M., Saizarbitoria, I. H., & Karapetrovic, S. (2009). Sistemas de gestión estandarizados: ¿existen sinergias? *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 18(2), 161-174.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2879651.pdf>

Galar, D., Berges, L., Lambán, M., & Tormos Martínez, B. V. J. D. (2014). La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. *Dyna*, 81(184), 102-109. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70700/Galar?sequence=1>

Gamarra, L. (2018). Propuesta de mejora de procesos en la atención de aeronaves en tránsito de la flota Airbus de LAN Perú, para incrementar la productividad en el área de mantenimiento [Tesis de pregrado Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624201/Gamarra_SL.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Garcés, D. A., & Castrillón, O. D. (2017). Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de Producción. *Información tecnológica*, 28, 157-170. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300017>

García, S. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones

- Díaz de Santos. https://www.academia.edu/15914307/Organizaci%C3%B3n_y_gesti%C3%B3n_integral_de_mantenimiento
- González Arroyave, C. (2012). Estandarización y mejora de los procesos productivos en la empresa estampados color WAY SAS. C. u. lasallista. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/714/1/INFORME%20DE%20PRACTICA%20CAROLINA%20GONZALEZ%20ARROYAVE.pdf>
- INEC, I. N. d. E. y. C. (2020). Índice de Producción de la Industria Manufacturera (IPI-M), febrero 2020. INEC. Retrieved 4 de mayo 2020 from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/IPI-M/2020/Febrero/BOLETIN_TECNICO_IPI-M_2020_02.pdf
- Mora, L. A. (2007). Mantenimiento estratégico empresarial (1era ed.). Fondo Editorial EAFIT.
- Mora, L. A. (2009). Mantenimiento, planeación, ejecución y control Alfaomega Grupo Editor. http://www.academia.edu/download/56591004/Mantenimiento_-_Alberto_Mora_Gutiérrez-FREELIBROS.ORG.pdf
- Motato, Ó. F. (2018). Transformación del Modelo Operativo de Mantenimiento con Caso de Éxito XX Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, Bogotá, Colombia. https://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Trabajos/2018-072%20TRA_COL_O_MOTATO_CIMGA2018.pdf
- Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad. Lutterworth: Aladon: Edwards Brothers. http://www.academia.edu/download/35711506/MANTENIMIENTO_CENTRADO_EN.pdf
- Munive, Á., & Rojas, M. (2015, 2015/07/01). Detonadores de la modernización tecnológica en la industria gráfica de México: una metodología y un caso de éxito. Ingeniería, Investigación y Tecnología, 16(3), 317-334. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.05.002>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). INGENIERÍA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, Ed.).
- Osorio, K. R. C., Huallpachoque, R. C. C., & Paredes, L. E. (2018a). Control Estadístico para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la

- Empresa de Ingeniería y Montaje SAC 2017. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, 5(2), 15. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/download/968/831>
- Osorio, K. R. C., Hualpachoque, R. C. C., & Paredes, L. E. (2018b). Control Estadístico para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje SAC 2017. 5(2). http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17059/chira_ok.pdf?sequence=1
- Riviera, E. (2014). Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá [Tesis pregrado Administrador de empresas en el grado académico de licenciado, Universidad Rafael Landívar]. [recursosbiblio.url.edu.gt. http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf)
- Ruíz, J., Ramírez, A., Luna, K., Estrada, J., & Soto, O. (2017). Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora. Revista Ra Ximhai, 13, 291-298. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070016.pdf>
- Tavares, L. A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. Brasil: Novo Polo Publicacoes. <https://www.academia.edu/download/48591600/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>
- Villanueva, E. D. (2014). La productividad en el mantenimiento industrial (3era ed.). Grupo Editorial Patria. https://www.academia.edu/download/58658298/03_ED._DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE._LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO_INDUSTRIAL.pdf