

**DISEÑO PARA LA MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD LABORAL UTILIZANDO LA  
METODOLOGÍA OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) EN EJECUTORES DE  
MANTENIMIENTO DE REFINERÍA DE CARTAGENA**

**SAILETH FIGUEROA ALZATE**

**LEANDRO HERRERA BALLESTAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA**

**2022**

**DISEÑO PARA LA MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD LABORAL UTILIZANDO LA  
METODOLOGÍA OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) EN EJECUTORES DE  
MANTENIMIENTO DE REFINERÍA DE CARTAGENA**

**SAILETH FIGUEROA ALZATE**

**LEANDRO HERRERA BALLESTAS**

Trabajo de Grado presentado como requisito para Optar al Título de:  
**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director:**

**WILSON AMARIS MEDINA**

**Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por su amor y bondad infinita para conmigo y por permitirme estar en pie, a mis padres por su apoyo incondicional que me brindan todo el tiempo.

**Saileth Figueroa Alzate**

Este trabajo lo dedico principalmente a mis padres, a mi esposa y mis hijos, por estar a mi lado todo el tiempo, a mis hermanos por su amor incondicional, a mis amigos por la confianza y el apoyo brindado.

**Leandro Herrera Ballestas**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos:

- A Dios Todopoderoso por darnos las capacidades para llevar a buen término cada decisión guiada por Él.
- A nuestros padres porque con sus esfuerzos, amor y cariño han inspirado en nosotros ser personas de bien y útiles a la sociedad.
- A nuestro director Wilson Amaris Medina por su ayuda y conocimiento aportado para el desarrollo del proyecto y así poderlo concluir con éxito.
- A todos los amigos y compañeros que Dios puso en nuestro camino para que estuviéramos juntos durante el proceso formativo para alcanzar una de las metas fijadas en nuestras vidas.

**Saileth Figueroa Alzate**

**Leandro Herrera Ballestas**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	13
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	15
1.1 DATOS GENERALES .....	15
1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA.....	15
1.3 MARCO ESTRATÉGICO.....	16
1.3.1 Misión .....	16
1.3.2 Visión.....	17
1.3.3 Organigrama .....	17
1.3.4 Valores Organizacionales .....	17
1.3.5 Grupos de Interés .....	18
1.4 PRODUCTOS.....	19
1.4.1 Combustibles.....	19
1.4.2 Industriales.....	20
1.4.3 Gases Industriales y Domésticos .....	21
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
3. JUSTIFICACIÓN .....	23
4. OBJETIVOS .....	25
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
5. MARCO TEÓRICO .....	26
5.1 PRODUCTIVIDAD LABORAL EN TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	26

5.2 PRODUCTIVIDAD LABORAL COMO MEDIDA GLOBAL DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO. ....	30
6. METODOLOGÍA.....	32
7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL FACTOR DE EFICIENCIA GENERAL PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA. ....	33
8. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD LABORAL DE ACUERDO CON LO ESTIPULADO POR EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE EXCELENCIA EN MANTENIMIENTO Y SUS ELEMENTOS OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA. ....	35
9. ESBOZO DE LA MEDICIÓN DEL FACTOR DE EFICIENCIA GENERAL PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL EJECUTOR DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA OCE EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA. ....	45
Informe de Productividad Integrado. ....	48
10. CONCLUSIONES.....	50
11. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Rango de valores de elementos OCE.....	32
<b>Tabla 2</b> Diagnóstico del área de mantenimiento de refinería por medio de la Matriz DOFA .....	34
<b>Tabla 3</b> Factor de desempeño.....	40
<b>Tabla 4</b> Evaluación de la productividad laboral.....	44
<b>Tabla 5</b> Valores de Overall Craft Effectiveness (OCE).....	45
<b>Tabla 6</b> Formato base para la medición de la productividad .....	47
<b>Tabla 7</b> Informe de hallazgos y planes de acción .....	49

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Organigrama Refinería de Cartagena .....	17
<b>Figura 2.</b> Relación entre eficiencia, efectividad y productividad .....	27
<b>Figura 3.</b> Fórmula para hallar el factor OCE .....	30
<b>Figura 4.</b> Informe de Productividad Integrado.....	48



## GLOSARIO

**Cuello de botella:** este es un fenómeno en el que el desempeño de todo el sistema está severamente limitado por un solo componente.

**Efectividad:** es la capacidad de lograr el efecto deseado o esperado.

**Eficacia:** se define como "hacer lo correcto" y se ocupa de lograr los objetivos/resultados establecidos, es decir, realizar actividades que le permitan lograr los objetivos establecidos.

**Eficiencia:** uso racional de los recursos disponibles. Llegar a la meta con la menor cantidad de recursos.

**Ejecución:** etapa en la cual los mantenedores ejecutan las órdenes de trabajo programadas en la etapa anterior.

**Factor de calidad (CQ):** este elemento incluye la calidad del trabajo real, el cual indica el porcentaje de reprocesos que se han dado dentro del proceso o labor.

**Factor de desempeño (CP):** este elemento se relaciona con el grado de eficiencia que se tiene en el tiempo ejecutado frente al tiempo programado o estándar de trabajo.

**Factor de utilización (CU):** se refiere a la medición de cuán efectivos somos en la planificación y la programación y programación del recurso humano.

**Indicador OCE:** mide la efectividad general de un proceso o tarea. Obtener el máximo valor de su fuerza laboral y ser más productivo requiere medir dónde se encuentra su empresa ahora.

**Mantenimiento:** acciones efectivas para mejorar aspectos operativos relevantes del negocio, tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salud e higiene. Esto permite agilizar los costos operativos. El mantenimiento debe ser periódico y continuo, preventivo y correctivo.

**Productividad:** generalmente se define como la relación entre el desempeño planteado por un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para producirlo. También se puede definir como la relación entre los resultados y el tiempo que se tarda en alcanzarlos: cuanto menor sea el tiempo que se tarde en obtener el resultado deseado, más productivo será el sistema.

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO PARA LA MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) EN EJECUTORES DE MANTENIMIENTO DE REFINERÍA DE CARTAGENA.\*

**AUTORES:** SAILETH FIGUEROA ALZATE

LEANDRO HERRERA BALLESTAS.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Productividad, eficiencia, medición, overall craft effectiveness.

**DESCRIPCIÓN:** Las operaciones de mantenimiento sirven principalmente para minimizar el riesgo de la detención de la operación en las organizaciones; La falta de una cultura de mejores prácticas es actualmente una de las principales causas de ineficiencias en las organizaciones comprometidas con el mantenimiento de la confiabilidad de los equipos de planta. Por esta razón, es importante realizar mediciones periódicas que reflejen el diagnóstico real del proceso de mantenimiento, el cual, en general, por razones ajenas a la mano de obra, representa solo aproximadamente el 45-55% de una jornada laboral de ocho horas.

Es muy importante comprender las causas de estas desviaciones para obtener beneficios de primera mano, como una planificación y programación efectiva de mantenimiento preventivo y predictivo. Es fundamental contar con indicadores que muestren la realidad, hacer recomendaciones para controlar las variables que determinan las mayores desviaciones transitorias y desarrollar planes de recuperación.

Cualquier organización que pretenda mejorar los procesos primero debe medirlos y comprenderlos. Medir el rendimiento general del proceso de mantenimiento debe ser uno de los muchos componentes del proceso de mejora continua y la gestión general de la confiabilidad de los activos para el proceso de mantenimiento. Esta métrica combina tres factores clave para el desempeño exitoso de una operación de mantenimiento: El índice de utilización de recursos le permite identificar las brechas existentes en el uso del tiempo de los empleados. La relación de rendimiento indica el rendimiento del tiempo de ejecución en comparación con el tiempo programado.

---

\* Monografía de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Wilson Amaris Medina. Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN FOR THE MEASUREMENT OF LABOR PRODUCTIVITY USING THE OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) METHODOLOGY IN REFINERY MAINTENANCE EXECUTORS IN CARTAGENA.\*

**AUTHOR(S):** SAILETH FIGUEROA ALZATE

LEANDRO HERRERA BALLESTAS.\*\*

**KEY WORDS:** Productivity, efficiency, measurement, overall craft effectiveness.

**DESCRIPTION:** Maintenance operations serve primarily to minimize the risk of operational downtime in organizations; the lack of a best practice culture is currently one of the main causes of inefficiencies in organizations committed to maintaining the reliability of plant equipment. For this reason, it is important to perform periodic measurements that reflect the real diagnosis of the maintenance process, which, in general, for reasons unrelated to the workforce, represents only approximately 45-55% of an eight-hour working day.

It is very important to understand the causes of these deviations in order to obtain first-hand benefits, such as effective planning and scheduling of preventive and predictive maintenance. It is essential to have indicators that show the reality, make recommendations to control the variables that determine the largest transient deviations and develop recovery plans.

Any organization seeking to improve processes must first measure and understand them. Measuring the overall performance of the maintenance process should be one of many components of the continuous improvement process and overall asset reliability management for the maintenance process. This metric combines three key factors for the successful performance of a maintenance operation: The resource utilization rate allows you to identify gaps in the use of employee time. The performance ratio indicates the performance of execution time compared to scheduled time.

---

\* Degree monograph.

\*\* Faculty of Physical mechanical engineering. School of Mechanical Engineering. Specialization in Maintenance Management. Director: Wilson Amaris Medina. Master in Safety and Health at Work.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las organizaciones inmersas en una competencia global, buscan incrementar su participación en el mercado haciendo más eficientes sus procesos de tal manera que puedan ser más competitivas y rentables; en ese sentido, estas organizaciones son conscientes que uno de los procesos con mayores oportunidades para el incremento de la eficiencia es área de mantenimiento, la cual se ha visto en la necesidad de medir y controlar la eficiencia global de sus procesos a través de métricas que representan el porcentaje de tiempo donde los recursos están brindando un servicio de calidad en comparación con el tiempo planificado.

Es casi una constante que las compañías a nivel mundial del sector Oil&Gas, realicen mediciones de productividad para el control de la eficiencia global del proceso de mantenimiento, mediante la metodología OCE (Overall Craft Effectiveness). El Departamento de Mantenimiento de la Refinería de Cartagena considera entre sus principales metas para el 2022 y 2023 plantear unas métricas OCE para el control de la eficiencia global del proceso, por lo que se han propuesto planificar, analizar y ejecutar las mediciones planteadas por el factor de eficiencia al proceso mediante la realización de métricas OCE. Todo lo anterior es llevado a cabo con la intención de agregar valor a los procesos y desde allí impulsar la sostenibilidad de la organización.

Para tales fines, se inicia Planificando y ajustando las medidas generales del factor de eficiencia para el proceso O.C.E al personal ejecutor del Departamento de Mantenimiento de la Refinería de Cartagena, así como la medición de factores generales de eficiencia para la realización de procesos. Esto permitirá analizar los resultados de la medición del factor de eficiencia y a partir de allí diseñar programas y estrategias que ayudarán a mejorar la eficiencia general de los procesos del Departamento de Mantenimiento.

Tomando en consideración el análisis previamente abordado, las necesidades del departamento de mantenimiento, y teniendo en cuenta los métodos utilizados anteriormente para medir la eficiencia general del proceso, dentro del alcance se plantea; diagnosticar el estado actual del factor de eficiencia general para el departamento de mantenimiento en el área de productividad laboral en la refinería de Cartagena; Definir la metodología de medición de productividad laboral de acuerdo con lo estipulado por el Instituto Internacional de Excelencia en Mantenimiento y sus elementos OCE (Overall Craft Effectiveness) en la Refinería de Cartagena y por ultimo esbozar la medición del factor de eficiencia general para la productividad del personal ejecutor de mantenimiento aplicando la metodología OCE en la refinería de Cartagena.

Es así como se plantea desde el área de mantenimiento de la organización y su personal un esbozo de la medición de la productividad laboral utilizando el indicador OCE al Departamento de Mantenimiento de la Refinería de Cartagena y desde allí sentar bases para seguir optimizando la producción de cara a los retos y desafíos futuros de la organización y el país.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 DATOS GENERALES

- ✓ **Nombre de la Empresa:** Refinería de Cartagena SAS
- ✓ **NIT:** 900112515-7
- ✓ **Ubicación:** La empresa se encuentra localizada en Cartagena, Zona Industrial de Mamonal, Km 10 Vía Cartagena - Pasacaballos.
- ✓ **Teléfono:** 605-6700960
- ✓ **Actividad Económica:** Fabricación de productos de la refinación del petróleo.

### 1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA

La Refinería de Cartagena es hoy un gran complejo industrial y de refinación, vital para la industria y la economía nacional, la seguridad energética del país y la producción de combustibles limpios.

Fue construida en 1957 por Exxon, como un complejo de refinación de combustibles para suplir la demanda de la costa Caribe y en 1974 Ecopetrol la adquirió y poco antes de finalizar la década de los 90 el Gobierno nacional advirtió que Colombia necesitaba mejorar su capacidad de refinación, porque la demanda internacional y nacional de combustibles exigía productos más eficientes y amigables con el medio ambiente.

Por ello se tomó la decisión de ampliar y modernizar la Refinería de Cartagena, que tenía una capacidad de carga para 80 mil barriles diarios, y paso de ser una refinerías de conversión media como lo era ésta, que sólo transformaba el 74% de un barril de crudo en productos valiosos, lo cual obligaba a que el país vendiera petróleo e importara diésel y otros combustibles.

Luego de muchos esfuerzos y de superar múltiples obstáculos la nueva Refinería de Cartagena recibió la primera carga de crudo, el 21 de octubre de 2015, cuando el presidente Juan Manuel Santos abrió la válvula de la Unidad de Crudo. Y la primera producción de refinados se dio el 10 de noviembre de 2015, con una carga de 90.000 barriles que se transformaron en diésel, nafta, gas licuado de petróleo (GLP) y combustible de aviación (Jet). De manera progresiva fueron entrando en operación todas las unidades, proceso que se completó el 11 de julio de 2016.

El país hoy tiene en operación una refinería con capacidad de carga para 150 mil barriles diarios, de alta conversión, la cual transforma el 97,5% de un barril de crudo en productos valiosos y el 2,5% lo convierte en coque y azufre, que se utilizan en industrias siderúrgicas y de agroquímicos, respectivamente. Produciendo los combustibles más limpios de la historia de Colombia: El diésel de exportación de hasta 10 ppm, que cumple las más exigentes normas internacionales, y gasolina de entre 80 y 100 ppm de azufre, cuando la norma exige que sea de 300 ppm.

La nueva Refinería de Cartagena es un ícono de la industria nacional, y un activo productivo valioso para la Nación, que introdujo a Colombia en la era de la refinación segura, moderna y de última tecnología. Se transformó en la refinería más moderna de América Latina, todo un complejo industrial de refinación compuesto por 34 unidades, con un área de 140 hectáreas, el mismo espacio que ocuparían 280 canchas de fútbol juntas, el cual aprovecha mejor los crudos de producción nacional al igual que los internacionales para transformarlos en productos limpios y eficientes.

### **1.3 MARCO ESTRATÉGICO**

#### **1.3.1 Misión**

Somos el combustible para un mejor mañana.



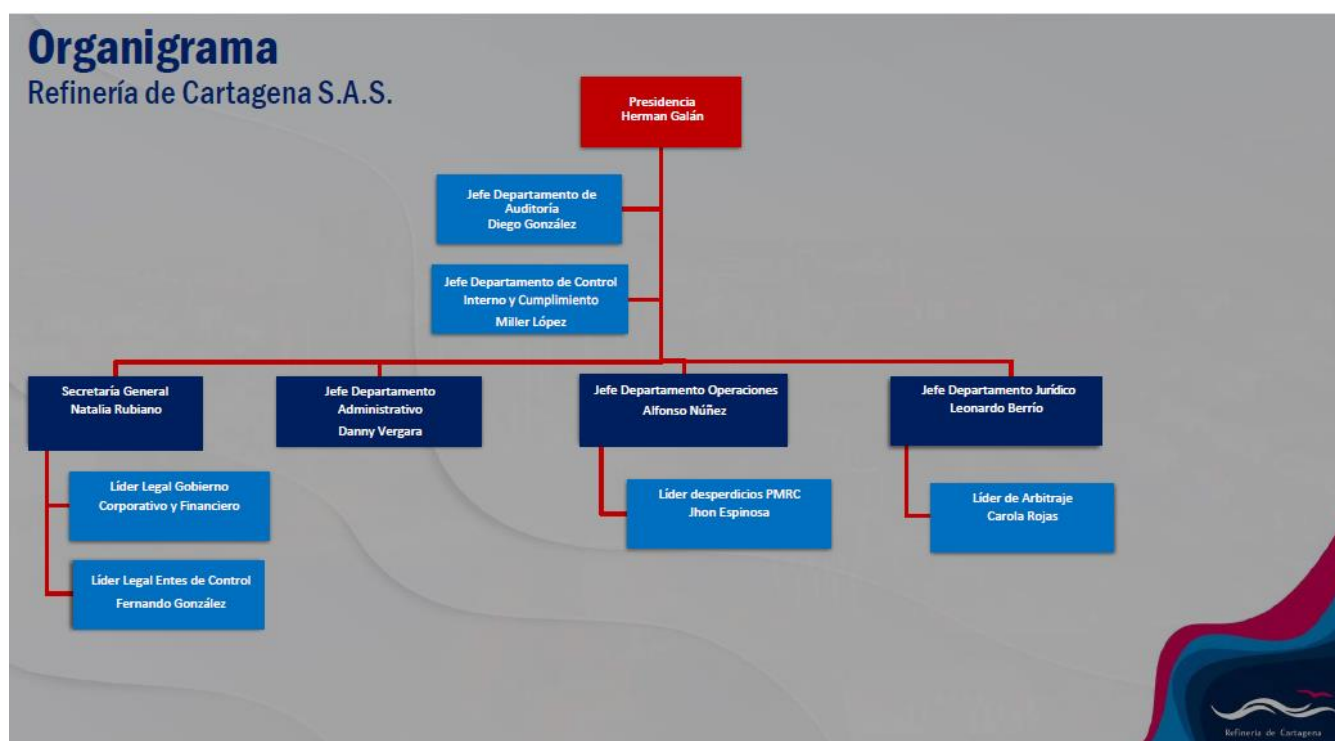
### 1.3.2 Visión

Seremos la refinería referente de América, con talento humano competente y excelencia operacional, para el bienestar y orgullo de los colombianos.

### 1.3.3 Organigrama

**Figura 1.**

Organigrama Refinería de Cartagena



Nota. Se muestra la estructura de cargos y niveles jerárquicos de la organización. Tomado de Reficar.

### 1.3.4 Valores Organizacionales

- ✓ **Seguridad:** Cuidamos la vida y el medio ambiente.
- ✓ **Integridad:** Somos coherentes, honestos y confiables.
- ✓ **Responsabilidad:** Asumimos los compromisos y las consecuencias.

- ✓ **Respeto:** Escuchamos, comprendemos y aceptamos las diferencias.
- ✓ **Coraje:** Actuamos con convicción y decisión.

### 1.3.5 Grupos de Interés

La política de Sostenibilidad y Responsabilidad Social Empresarial identificó un total de siete grupos de interés, los cuales son:

- ✓ **Clientes:** Respondemos a las necesidades de nuestros clientes, optimizando la calidad de nuestros productos.
- ✓ **Comunidad:** Estamos comprometidos con el desarrollo social y económico de los Cartageneros, y en especial de los habitantes de las comunidades vecinas a la refinería, mediante la participación en proyectos y programas que no pretendan sustituir al estado, sean multipartitos y tengan capacidad de autogestión y sostenibilidad.
- ✓ **Proveedores:** En Reficar promovemos el desarrollo económico local y nacional mediante la inclusión de proveedores y contratistas para la ejecución del proyecto de ampliación de la Refinería.
- ✓ **Medio ambiente:** Reficar es una empresa comprometida y responsable con la preservación del medio ambiente; cumplimos con los estándares ambientales nacionales e internacionales mediante el aseguramiento de los procesos internos, involucrando a las autoridades locales y nacionales, y a las comunidades vecinas.
- ✓ **Colaboradores:** Reficar reconoce que sus directivos y trabajadores son su más valioso recurso, es por ello que en Reficar nos comprometemos a garantizar que todos los trabajadores sean respetados en su dignidad y a facilitar el ambiente de trabajo para que puedan encontrar dentro de la empresa un espacio adecuado para su desarrollo, tanto en el ámbito profesional como en el individual.

- ✓ **Gobierno:** El Gobierno Local y Nacional son nuestros aliados estratégicos en la formulación y ejecución de proyectos y programas orientados al desarrollo social y económico de las comunidades vecinas, de Cartagena, la Región y del país; en un esquema multipartito donde se fortalecen los procesos y las relaciones de confianza para que otros actores se integren a los programas tales como las Organizaciones No Gubernamentales, Agencias de Cooperación y otras Fundaciones Empresariales.

## 1.4 PRODUCTOS

La Planta Industrial de la refinería de Cartagena se dedica a la refinación del petróleo con el fin de obtener combustibles, gases industriales y productos industriales para consumo tanto nacional como internacional. La refinería de Cartagena exporta aproximadamente el 50% de su producción al mercado petrolero internacional y ofrece los siguientes productos:

### 1.4.1 Combustibles

- ✓ **Gasolina Corriente:** Diseñada para consumo en los vehículos automotores de combustión interna. En Colombia se denomina comercialmente como gasolina corriente, sin embargo se le dan otros nombres como Gasolina Regular o unleaded 81. Actualmente se despacha a distribuidores Mayoristas en la zona norte del país.
- ✓ **Gasolina Extra:** Diseñada para consumo en los vehículos automotores de combustión interna y para la mayoría de los motores en cualquier altitud. En Colombia se le denomina comercialmente como Gasolina Extra. Otros nombres que se le dan este producto son gasolina Premium o Unleaded 87. Actualmente se despacha a distribuidores Mayoristas en la zona norte del país.
- ✓ **Diesel o ACPM:** Diseñado para utilizarse en motores Diesel, de uso común en camiones y buses, plantas de generación eléctrica y embarcaciones marinas (para

embarcaciones marinas se le conoce como Diesel Marino). Adicionalmente se le conoce como No.2 en el mercado internacional. Su distribución también es a través de los Mayoristas en la zona norte del país y se exportan excedentes a la Costa del Golfo y el Caribe.

- ✓ **Jet A-1:** Está diseñado para utilizarse como combustible para aviones con turbinas tipo propulsión o jet. Se le conoce adicionalmente como Turbocombustible o turbosina. Actualmente se despacha a distribuidores mayoristas en la zona norte del país y se exporta. Es el producto de mayor valor agregado que produce la Refinería.
- ✓ **Combustóleo o Fuel Oil:** Es un combustible pesado para hornos, secadores y calderas. También puede utilizarse para calentadores (unidades de calefacción) y en plantas de generación eléctrica. Se despacha bajo las modalidades de entrega por carrotanque, botes y buquetanques.
- ✓ **Nafta Virgen y Nafta de Alto Octano:** La refinería también produce excedentes de Nafta virgen para exportación y nafta de alto octano.

#### **1.4.2 Industriales**

- ✓ **Arotar:** Producto residual, se usa para la elaboración del negro de humo utilizado en la industria de llantas. También puede usarse como parte de la preparación del combustóleo. Se comercializa a nivel nacional.
- ✓ **Azufre:** Producto que se usa para la vulcanización del caucho, fabricación de algunos tipos de acero y preparación de ácido sulfúrico. Se despacha en forma líquida a granel en carrotanques. Se comercializa en la zona norte de país.

- ✓ **Coque:** El coque de petróleo es un combustible sólido de alto poder calorífico que se usa en las industrias cementeras y siderúrgicas, y en algunos casos como materia prima para la fabricación de electrodos en la industria de aluminio.
- ✓ **Propileno:** Se comercializa directamente a través de Propilco, para producir el polipropileno con el cual se fabrican diferentes accesorios plásticos. Se comercializa en la zona norte del país.

### **1.4.3 Gases Industriales y Domésticos**

- ✓ **Gas Licuado de Petróleo (GLP):** Se usa especialmente como combustible doméstico. También puede usarse como combustible en hornos, secadores y calderas. El producto se entrega en estado líquido a las compañías almacenadoras de GLP.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con el incremento de la competencia en el mercado y las crecientes exigencias de los clientes, las empresas requieren tomar cada vez decisiones acertadas en lo que respecta a la reducción de costes siempre que sea posible; con la finalidad de continuar siendo competitiva (Hwang et al., 2020).

Tomando en consideración que las empresas de producción tienen gastos considerables en el mantenimiento de la maquinaria y de los objetos técnicos; este proceso, se convierte en uno de los principales rubros susceptibles para la reducción de costes al interior de las organizaciones (Czumanski & Lödding, 2016).

Es por lo anterior, que actualmente el área de mantenimiento de las organizaciones se centra en la medición y control de la eficiencia general de sus procesos, por medio de indicadores

que representan el porcentaje de tiempo que los recursos producen bienes y servicios contrastado con el tiempo planeado para hacerlo (Ojσ, 2020).

En ese marco, los costos asociados con el mantenimiento de las líneas de producción dependen fundamentalmente de dos elementos: la selección de una estructura organizativa adecuada de los servicios de mantenimiento y la formulación de una óptima estrategia operativa. Los cuales asimismo se encuentran definidos por las características y el volumen de producción, el tipo de máquinas y las herramientas utilizadas, entre otros componentes; y cuya combinación se ve reflejada en costos mayores o menores, dependiendo tanto de la optimización de cada uno de los elementos, así como de la combinación de todos en general (Gurmu & Aibinu, 2017).

La refinería de Cartagena de Indias es la segunda más grande del país y está considerada como una de las más modernas de Sudamérica; sin embargo, requiere incrementar su competitividad por medio de la reducción de los costes de producción. En ese sentido, una de las áreas que podrían contribuir a este propósito es la de mantenimiento, debido a que cuenta con una medición poco confiable y no estandarizada de la productividad en los trabajadores ejecutores del mantenimiento, tanto propios como aliados. Esto dificulta la toma de decisiones y el diseño de estrategias que permitan alcanzar niveles óptimos de productividad y a su vez contar con el índice de personal idóneo (Rincón, 2015).

Para estos fines, se propone el diseño del Overall Craft Effectiveness (OCE) para la refinería de Cartagena, entendido como un factor centrado en la medición de la productividad de los ejecutores o mano de obra del proceso de mantenimiento, con el objetivo de lograr mejoras en los procesos productivos (incluido el de mantenimiento) y desde allí generar ventajas competitivas para la organización. De forma específica, el diseño de OCE podría traer ventajas para la empresa como: mejora en la calidad del proceso de mantenimiento y definición de sus tareas y actividades,

garantizando que sus resultados agreguen valor a la compañía (efectividad); mejoras del uso de recursos activos en el proceso, tanto de mano de obra como de equipos (eficiencia); y finalmente, mejorar las condiciones laborales para fomentar la productividad del personal así como sus capacidades y habilidades para aprovechar en mejor medida las curvas de aprendizaje, además de incrementar los niveles de seguridad y salud en el trabajo.

En ese orden de idea surge la siguiente pregunta problema: ¿cómo diseñar la medición de la productividad laboral utilizando el indicador OCE al personal ejecutor del departamento de mantenimiento de la refinería de Cartagena?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Las organizaciones que pretendan sobresalir en un entorno empresarial competitivo como el actual, se deben enfocar en mantener unos adecuados niveles de eficiencia y productividad laboral en sus operaciones. De allí la relevancia de tener que hacer una medición y evaluación de estos factores para determinar planes que permitan alcanzar mejoras significativas (Chan, 2005).

Por esto, uno de los desafíos actuales de la organización es utilizar eficazmente sus recursos para cumplir con las fechas de producción establecidas en sus objetivos estratégicos, utilizando recientes metodologías que les permitan prosperar en los entornos competitivos (Garmabaki et al., 2017).

Actualmente en la refinería de Cartagena se requiere una medición confiable y estandarizada de la productividad en los trabajadores operativos tanto propios como aliados del departamento de mantenimiento, que sea acorde con los objetivos estratégicos de la compañía, renovando las mediciones tradicionales que se vienen utilizando, puesto que cada empresa la

realiza de manera independiente y no se le está realizando seguimiento a sus resultados. Esto debido a la carencia de actualizaciones de información asociadas con el total de horas de trabajo disponibles de los recursos, vacíos en la estandarización del tiempo de producción y mantenimiento de cada ejecutor, desajustes en las horas de trabajo planificadas y su respectivo contraste con las horas de trabajo de ejecución, además de la falta de informes de calidad, por lo que el diseño de la medición del factor de eficiencia general para el departamento de mantenimiento basado en la metodología OCE (Overall Craft Effectiveness) en la refinería de Cartagena resulta pertinente para responder a los requerimientos del entorno empresarial de la organización.

Por todo lo anterior, cobra relevancia el diseño de OCE para la refinería de Cartagena, posibilitando escudriñar la fuente principal de las ineficiencias del área de mantenimiento de la empresa, de forma específica, aquellas asociadas a la productividad laboral de los operarios, permitiendo direccionar las acciones y los recursos para disminuir o mitigar el efecto negativo que provocan estas ineficiencias en el flujo del proceso productivo de la empresa y desde allí incrementar su competitividad (Ralph, 2001).

Además, se pretende profundizar en el entendimiento de la metodología OCE en un entorno como en el de la refinería de Cartagena y específicamente en el área de mantenimiento y su productividad laboral; con la finalidad de destacar las bondades de esta metodología y su papel como generador de ventajas competitivas para la empresa, sumado al hecho de sentar un precedente investigativo para que se puedan realizar futuros diseños en otros contextos empresariales.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la medición de la productividad laboral utilizando el indicador OCE al personal ejecutor del Departamento de Mantenimiento de la Refinería de Cartagena.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Diagnosticar el estado actual del factor de eficiencia general para el departamento de mantenimiento en el área de productividad laboral en la refinería de Cartagena.

Definir la metodología de medición de productividad laboral de acuerdo con lo estipulado por el Instituto Internacional de Excelencia en Mantenimiento y sus elementos OCE (Overall Craft Effectiveness), en la refinería de Cartagena.

Esbozar la medición del factor de eficiencia general para la productividad del personal ejecutor de mantenimiento aplicando la metodología OCE en la refinería de Cartagena.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 PRODUCTIVIDAD LABORAL EN TAREAS DE MANTENIMIENTO**

El nivel de competitividad empresarial es más exigente en la actualidad, por lo que las capacidades y los resultados del recurso humano constituyen uno de los ejes estratégicos con mayor relevancia para alcanzar las metas establecidas. Esto se vuelve aún más importante en procesos en los que la intervención humana está fuertemente involucrada, como los procesos de mantenimiento (Peters, 2003).

En este marco, la productividad laboral se entiende como la relación entre la producción obtenida y el recurso humano empleado para conseguirla; esto nos permite identificar el verdadero aporte de la fuerza de trabajo en un proceso productivo. Asimismo, permite analizar el comportamiento de aspectos como: el desarrollo laboral, la movilidad ocupacional, las necesidades cambiantes de las previsiones laborales futuras, evaluar el comportamiento de los costes laborales y comparar las mejoras de productividad entre los diferentes participantes (Ruiz & Rueda, 2018). Específicamente, la productividad laboral está relacionada con cambios en los retornos en función del trabajo requerido para agregar valor al producto final. Sin embargo, debido a la diferencia con la fabricación tradicional, su aplicación en el campo del trabajo del mantenimiento es más complicada (Anvari & Starr 2010).

Entre estas diferencias, esta última se caracteriza por una alta complejidad, que se refleja en el número e interrelación de subtareas durante la prestación de los servicios; en la variabilidad, es decir, la posibilidad de cambios durante la prestación de los servicios; y en los recursos requeridos. En particular, la disponibilidad limitada de recursos de los clientes y la heterogeneidad

de los insumos del servicio (como las calificaciones y motivaciones de los empleados) son claramente inciertas (Berhan, 2016).

Teniendo en cuenta que toda organización o proyecto busca alcanzar una elevada productividad de sus procesos, para alcanzarlos debe ubicarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad (Serpell, 1993).

### Figura 2.

Relación entre eficiencia, efectividad y productividad



Nota. Relación entre la eficiencia (uso de los recursos), la efectividad (alcanzar los resultados esperados) y la productividad. (Narváez, 2019).

Desde la perspectiva de la eficiencia de los recursos, la gestión de la productividad está directamente relacionada con la gestión de la mejora de procesos. En este sentido, los procesos

consisten en funciones empresariales que utilizan recursos físicos y laborales (humanos), que se utilizan para producir bienes o servicios de consumo (Triviño, 2019). Tanto los recursos materiales como los humanos se consumen y deben ser determinados cuantitativamente; lo que proporciona los elementos conceptuales necesarios para obtener indicadores sobre el desempeño del producto, movilidad, eficiencia, calidad y otras variables cualitativas y cuantitativas (Cornejo, 2021).

Con la finalidad de que las organizaciones aumenten su productividad, se necesitan métodos de monitoreo efectivos. Específicamente, los sistemas de medición de la productividad pueden ayudar a monitorear el desempeño individual, identificar patrones anormales, consultar causas y prácticas relacionadas, y determinar qué diferencias pueden atribuirse al individuo y cuáles pueden atribuirse al sistema de trabajo, o determinar el impacto de nuevas tecnologías o nuevas filosofías de gestión (Gallosoo, 2020). También pueden ayudar a mejorar el proceso de contratación al identificar capacidades redundantes, predecir la productividad, adecuar la planificación estratégica, establecer puntos de referencia, asignar tareas, recompensas y bonificaciones, y reducir la subjetividad en la evaluación (ayay & Correa, 2019).

La medición de la productividad laboral utiliza un mecanismo para monitorear la fuerza laboral. Para controlar eficazmente las actividades de mantenimiento, se debe medir el trabajo (Barrentes, 2021). La gerencia puede aplicar medidas de productividad para determinar el desempeño de sus empleados; no sólo en las operaciones de producción, sino también en las tareas de ingeniería, oficinas técnicas y gerenciales (Espinoza & Romero Alcántara, 2019). Para obtener el tiempo de producción, es necesario medir el trabajo, que de acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo, (1998), se define como la aplicación de tecnología para determinar el tiempo que dedican los trabajadores calificados en realizar una determinada tarea de acuerdo con las especificaciones de desempeño preestablecidas.

La eficiencia de la productividad laboral puede variar en un amplio rango, desde el 0% cuando no se realiza ninguna actividad hasta el 100% cuando ocurre la máxima eficiencia posible (Bellido et al., 2018). Por esto, la gerencia de mantenimiento centrada en los objetivos organizacionales debe considerar la administración total de activos basada en todos los activos y oportunidades de mejora de recursos. Con respecto a cómo es posible una mejora en la contribución de cada recurso a su logro de la excelencia en los objetivos de mantenimiento, se deben hacer cuestionamientos acerca de aspectos como: activos tangibles; equipos e instalaciones-activos humanos; mano de obra y operadores de equipos-habilidades técnicas activos; mejorados a través de una capacitación eficaz; activos de información de suministros y piezas de MRO; información de fiabilidad útil, entre otros aspectos (Gonzales & Saman, 2020).

De otro modo, continuar con las operaciones del área de mantenimiento en modo pasivo, en las que los procesos se lleven a cabo hasta fallar o simplemente limitarse a reparar lo dañado; sin considerar la aplicación de las mejores prácticas actuales, terminará por desperdiciar el activo máspreciado y recurso muy costoso: el tiempo del operario (Diaz & Oribe 2020).

Las mejores prácticas, como la planificación, así como de la programación de mantenimiento eficaz, además el mantenimiento preventivo y predictivo, sumado al almacenamiento y el soporte de piezas más eficientes, contribuyen a un mantenimiento planificado, proactivo y a un "tiempo de actividad" más eficiente, es en este punto donde interviene el OCE (Jamali & Shafiri, 2021).

## 5.2 PRODUCTIVIDAD LABORAL COMO MEDIDA GLOBAL DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.

El Instituto Internacional de Excelencia en Mantenimiento, bajo el liderazgo de Ralph W Peters, estableció una forma de medir la productividad laboral de la mano de obra de mantenimiento; bajo el título de Overall Craft Effectiveness (OCE). El Factor OCE, se centra en la productividad de la mano de obra manual y en la medición/mejora de la contribución del valor añadido que aportan los activos de las personas (Kłos & Patalas-Maliszewska, 2017). Al igual que la OEE, el factor OCE consta de tres elementos: el factor de eficacia, el factor de eficiencia y el factor de calidad. Cada uno de estos se ve reflejado en 3 componentes, factor de utilización, factor de desempeño y factor de calidad (Peters, 2006).

### Figura 3.

Fórmula para hallar el factor OCE

$$\text{Factor OCE} = \begin{matrix} \%CU \\ \text{Factor} \\ \text{Utilización} \end{matrix} \times \begin{matrix} \%CP \\ \text{Factor} \\ \text{Desempeño} \end{matrix} \times \begin{matrix} \%CSQ \\ \text{Factor} \\ \text{Calidad} \end{matrix}$$

Nota. Tomado de Maintenance Benchmarking and Best Practices (p.217), por R.W. Peters, 2006, McGraw Hill Maintenance.

El primer elemento de la OCE, es el factor de utilización o llave en mano (CU), este elemento se enfoca en medir que tan efectivos somos en la planificación y programación del recurso. La planeación y programación de un proceso de mantenimiento es clave para aumentar la utilización de la mano de obra en la ejecución del mantenimiento. Se basa en tener una actividad bien planificada, donde se pueda contar con un alistamiento óptimo, con el fin de ejecutar una actividad de mantenimiento programado con tiempos improductivos mínimos. El factor de utilización se puede medir y expresar de la siguiente manera:

$$CU\% = \frac{\text{Tiempo total productivo (llave en mano)}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100$$

Por su parte, el segundo elemento que afecta la productividad de la mano de obra del mantenimiento es el factor de desempeño (CP), este elemento relaciona cuan eficiente somos en la ejecución de actividades de mantenimiento en comparación con los tiempos estimados programados de acuerdo a las normas de obra o labor. El factor de desempeño (CP) es expresado como:

$$CP\% = \frac{\text{Tiempo total planeado}}{\text{Tiempo real requerido}} \times 100$$

El desempeño de la mano de obra está directamente relacionado con el nivel de conocimiento, las habilidades individuales, experiencia, así como la motivación y el esfuerzo personal de cada trabajador o cuadrilla. Una eficaz capacitación en habilidades y desarrollo técnico contribuyen a un alto nivel de desempeño de la mano de obra de ejecución del mantenimiento.

Por último, el tercer elemento que afecta la productividad de la mano de obra de mantenimiento es el factor de calidad y se relaciona con la calidad relativa del mantenimiento. Este elemento incluye la calidad real de trabajo, donde se puede ver afectada por los reprocesos o retrabajos de una actividad de mantenimiento. Esta circunstancia también se puede presentar por causas ajenas a la ejecución del mantenimiento.

$$CSQ\% = \frac{\text{Actividades ejecutadas-Solicitadas por garantía}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$$

El OCE es un concepto relativamente nuevo, utilizado para medir y evaluar la productividad laboral, como se ha mencionado anteriormente; con esta metodología, las mediciones iniciales del tiempo de actividad en algunas organizaciones suelen ser del treinta al cuarenta por ciento. Con un plan de mejora y medición continua se pueden alcanzar valores superiores al 60%, que es alto para los niveles de desempeño. Su evaluación se puede observar en la siguiente tabla (Valores de Overall Craft Effectiveness):

**Tabla 1**

Rango de valores de elementos OCE

<b>KPI</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Utilización	30%	50%	70%
Desempeño	80%	90%	95%
Calidad	90%	95%	98%
<b>OCE (PRODUCTIVIDAD)</b>	<b>32%</b>	<b>43%</b>	<b>65%</b>

Nota. Tomado de Peters, R. Measuring Overall Craft Effectiveness. The Maintenance Excellence Institute International: 2003.

## **6. METODOLOGÍA**

El presente estudio es de tipo descriptivo-analítico basado en un enfoque cuantitativo para el diseño de la medición del factor de eficiencia general del departamento de mantenimiento basado en la metodología OCE en la refinería de Cartagena.

Para tales fines se plantearon 3 fases metodológicas que corresponden a los objetivos específicos.



La primera fase se asociada con un diagnóstico del estado actual del factor de eficiencia general para el departamento de mantenimiento en la refinería de Cartagena, para lo cual se expondrán algunas métricas actuales utilizadas en lo que respecta a la productividad laboral además de la aplicación de entrevistas con los operarios y cargos intermedios que complementen las principales problemáticas e ineficiencias a las que se enfrenta el personal y desde allí comenzar a detectar falencias.

La segunda fase correspondió a la definición de la metodología asociada con la medición de productividad mediante lo estipulado por el Instituto Internacional de Excelencia en Mantenimiento y sus elementos OCE. Para esto se consultaron algunos casos de éxito en donde esta metodología haya resultado las problemáticas específicas de productividad laboral en el área de mantenimiento. En ese sentido, esta metodología se definirá de tal forma que se adapte a los requerimientos y necesidades específicos de productividad laboral de la refinería de Cartagena.

En la tercera fase se esbozó la medición del factor de eficiencia general para la productividad del personal ejecutor de mantenimiento aplicando la metodología OCE en la refinería de Cartagena. En esta fase se diseñarán las métricas de productividad laboral del área de mantenimiento, delineando una política clara y definida con procesos estandarizados tanto para los operarios internos como externos.

## **7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL FACTOR DE EFICIENCIA GENERAL PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA.**

Tomando en consideración el diseño para la medición de productividad laboral utilizando la metodología OCE (Overall Craft Effectiveness) en ejecutores de mantenimiento de refinería de Cartagena, se requiere hacer un diagnóstico que permita dilucidar las principales debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2**

Diagnóstico del área de mantenimiento de refinería por medio de la Matriz DOFA

<b>DEBILIDADES</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
- Llegada inoportuna de los trabajadores del área de mantenimiento debido a un retraso en las rutas para recoger el personal. - En el final de la jornada laboral el personal debe alistarse una hora antes de que salga la ruta por lo que se pierde tiempo productivo.	La organización permite reuniones frecuentes del personal de mantenimiento para tratar temáticas relevantes para el desarrollo normal de las actividades en el área.	Capacitación periódica del personal por parte de la empresa en cada una de las áreas de mantenimiento: eléctrico, mecánico, cerrajería e instrumentación.	Reuniones extensas podrían disminuir el tiempo productivo y retrasar constantemente los mantenimientos planeados
En algunos casos la preparación no programada ocurre debido a un descuido u olvido, debido a cambios en el alcance del trabajo de mantenimiento o la no presencia de herramientas o materiales solicitados previamente	Los equipos de trabajo tienen a su disposición herramientas y espacios suficientes para tenerlos a la mano oportunamente	Buenas Prácticas por parte de algunos equipos al realizar una reunión de puesta en marcha en el campo con los operadores antes del mantenimiento.	Hurto o desaparición de herramientas indispensables para llevar a cabo los mantenimientos.
Existen problemas de comunicación, confianza y planeación entre los	Se realizan frecuentemente actividades deportivas y	Al momento del olvido de la preparación de materiales o herramientas, las	Operación y Mantenimiento se tratan como dos departamentos

<b>DEBILIDADES</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
trabajadores del área de mantenimiento	culturales para el disfrute de los equipos de trabajo	funciones se reparten, es decir, una persona busca la herramienta que necesita y la otra va a firmar el permiso respectivo	separados y no como un grupo de trabajo.
Tiempos de espera largo para la utilización de los vehículos en el área de mantenimiento	Se han estandarizados los ATS para mitigar problemas de comunicación y conflicto entre los trabajadores.	Personal calificado y capacitado para demostrar la calidad del desempeño del mantenimiento	Debido a la estandarización del análisis de seguridad laboral, esta operación se realiza de forma mecánica.
Permisos de trabajos son pedidos con frecuencia debido a la poca prevención de problemas de salud y terapias del personal.	Se cuenta con excelentes servicios médicos para la atención del personal.	Las operaciones frecuentes y repetitivas siguen una estructura de análisis de seguridad estándar.	La alta tasa de permisos de trabajo podría ocasionar retrasos en las operaciones de mantenimiento.
La frecuencia en las lluvias, así como emergencias por emisiones de gases de gases tóxicos interrumpen constantemente las labores de mantenimiento programadas.	Cuando se presentan emergencias o imprevistos los equipos de trabajo tienen pleno conocimiento de los procedimientos a seguir.	Los permisos de trabajo se aceptan con al menos un día de anticipación para que puedan ser procesados de manera oportuna.	La lluvia podría ocasionar emisiones de gases peligrosas

**8. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD LABORAL DE ACUERDO CON LO ESTIPULADO POR EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE EXCELENCIA EN MANTENIMIENTO Y SUS ELEMENTOS OCE (OVERALL CRAFT EFFECTIVENESS) EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA.**

Uno de los conceptos más relevantes a la luz de los objetivos establecidos se encuentra vinculado con el mantenimiento, que hace referencia a las acciones efectivas para mejorar los aspectos operativos relevantes de la organización, tales como: funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salud e higiene. Brinda la posibilidad de racionalizar los costos operativos. El mantenimiento debe ser regular y permanente, así como preventivo y correctivo (Gasca et al., 2017).

De igual forma la no conformidad se presenta por razones ajenas al mantenimiento, no se puede implementar de acuerdo con los requisitos de calidad. Por su parte, el proceso de planeación se concibe como una decisión respecto a los recursos, materiales y herramientas se requieren para ejecutar la orden de trabajo de mantenimiento prioritario (Alarcón & Romero, 2021). La priorización se entiende como la etapa en donde el responsable de operaciones y el responsable de mantenimiento dan prioridad a las etapas de la lista de órdenes de trabajo de mantenimiento aprobadas en la etapa anterior (Hurtado, 2021).

La productividad suele definirse como la relación entre la producción obtenida por el sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para obtenerla. También se puede definir como la relación entre los resultados y el tiempo que se tarda en obtenerlos. Cuanto menos tiempo se tarda en obtener los resultados deseados, mayor es la productividad del sistema (Brito & Paredes, 2019).

El mantenimiento preventivo, es una serie de actividades preestablecidas, como inspecciones periódicas, pruebas, reparaciones, etc, destinadas a reducir la frecuencia y el impacto de las fallas del sistema (Santos, 2017). Estos requieren ser ejecutados de acuerdo con los procedimientos establecidos en base a las recomendaciones proporcionadas por el fabricante o proveedores externos, que incluyen verificación de componentes, piezas, accesorios e instalación,

y obra civil (Garay, 2019). Entonces, el mantenimiento correctivo se entiende como la solución, corrección o reparación de una avería al momento de presentarse; mientras que el mantenimiento normal, después de una falla obligará a que el dispositivo o la máquina afectados por la falla se detenga. Este concepto también se puede asociar a un conjunto de acciones, operaciones y técnicas destinadas a restaurar el rendimiento y las características operativas de un equipo o maquinaria después de una falla (Robles, 2018).

Las operaciones de mantenimiento orientadas al cliente y a las ganancias deben tener una comprensión clara del rendimiento y apuntar a medir el desempeño de la planta. Todas las mejores prácticas analizadas directa o indirectamente contribuyen a aumentar la productividad de los empleados. El sector de servicios de mantenimiento está orientado a las ganancias y el cliente entiende la productividad y la necesidad de utilizar todos los medios posibles para mejorar la misma. Puede ser difícil determinar el rendimiento general de todo el proceso de mantenimiento para todas las operaciones. Tratar de mejorar la productividad puede ser aún más difícil si los gerentes confunden eficiencia con desempeño. Centrarse en mejorar la eficiencia del trabajo puede reducir la calidad de la reparación. Una alternativa para es reducir los costos eligiendo equipos o repuestos baratos y propensos a errores que tengan costos altos con costos de adquisición bajos y que puedan cumplir con los requisitos presupuestarios a corto plazo. El clima económico actual requiere identificar y luego mejorar la eficiencia del mantenimiento y la tecnología. Todos los empleados deben aceptar la misión y visión de servicio de la organización.

En cuanto a las razones para medir el desempeño, es claro que este es fundamental y debe seguir un método que sea fácil de usar y aceptado por los operadores. Los recursos industriales son cada vez más difíciles de encontrar, y en muchas áreas hay una verdadera crisis y escasez de mano de obra.

Desde la perspectiva de la eficiencia de los recursos, la gestión de la productividad está directamente relacionada con la gestión de la mejora de procesos. En este sentido, los procesos consisten en funciones empresariales que utilizan recursos físicos y laborales (humanos), que se utilizan para producir bienes o servicios de consumo (Triviño, 2019). Tanto los recursos materiales como los humanos se consumen y deben ser determinados cuantitativamente; lo que proporciona los elementos conceptuales necesarios para obtener indicadores sobre el desempeño del producto, movilidad, eficiencia, calidad y otras variables cualitativas y cuantitativas (Cornejo, 2021).

Con la finalidad de que las organizaciones aumenten su productividad, se necesitan métodos de monitoreo efectivos. Específicamente, los sistemas de medición de la productividad pueden ayudar a monitorear el desempeño individual, identificar patrones anormales, consultar causas y prácticas relacionadas, y determinar qué diferencias pueden atribuirse al individuo y cuáles pueden atribuirse al sistema de trabajo, o determinar el impacto de nuevas tecnologías o filosofías de gestión (Gallosoo, 2020). También pueden ayudar a mejorar el proceso de contratación al identificar capacidades redundantes, predecir la productividad, adecuar la planificación estratégica, establecer puntos de referencia, asignar tareas, recompensas y bonificaciones, y reducir la subjetividad en la evaluación (ayay & Correa, 2019).

La medición de la productividad laboral utiliza un mecanismo para monitorear la fuerza laboral. Para controlar eficazmente las actividades de mantenimiento, se debe medir el trabajo (Barrentes, 2021). La gerencia puede aplicar medidas de productividad para determinar el desempeño de sus empleados; no sólo en las operaciones de producción, sino también en las tareas de ingeniería, oficinas técnicas y gerenciales (Espinoza & Romero Alcántara, 2019). Para obtener el tiempo de producción, es necesario medir el trabajo, que, de acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo, (1998), se define como la aplicación de tecnología para determinar el

tiempo que dedican los trabajadores calificados en realizar una determinada tarea de acuerdo con las especificaciones de desempeño preestablecidas.

La eficiencia de la productividad laboral puede variar en un amplio rango, desde el 0% cuando no se realiza ninguna actividad hasta el 100% cuando ocurre la máxima eficiencia posible (Bellido et al., 2018). Por esto, la gerencia de mantenimiento centrada en los objetivos organizacionales debe considerar la administración total de activos basada en todos los activos y oportunidades de mejora de recursos. Con respecto a cómo es posible una mejora en la contribución de cada recurso a su logro de la excelencia en los objetivos de mantenimiento, se deben hacer cuestionamientos acerca de aspectos como: activos tangibles; equipos e instalaciones-activos humanos; mano de obra y operadores de equipos-habilidades técnicas activos; mejorados a través de una capacitación eficaz; activos de información de suministros y piezas de MRO; información de fiabilidad útil, entre otros aspectos (Gonzales & Saman, 2020).

De otro modo, continuar con las operaciones del área de mantenimiento en modo pasivo, en las que los procesos se lleven a cabo hasta fallar o simplemente limitarse a reparar lo dañado; sin considerar la aplicación de las mejores prácticas actuales, terminará por desperdiciar el activo máspreciado y recurso muy costoso: el tiempo del operario (Diaz & Oribe 2020).

Las mejores prácticas, como la planificación, así como de la programación de mantenimiento eficaz, además el mantenimiento preventivo y predictivo, sumado al almacenamiento y el soporte de piezas más eficientes, contribuyen a un mantenimiento planificado, proactivo y a un "tiempo de actividad" más eficiente, es en este punto donde interviene el OCE (Jamali & Shafiri, 2021).

El Factor OCE, se centra en la productividad de la mano de obra manual y en la medición/mejora de la contribución del valor añadido que aportan los activos de las personas (Kłos

& Patalas-Maliszewska, 2017). Al igual que la OEE, el factor OCE consta de tres elementos: el factor de eficacia, el factor de eficiencia y el factor de calidad. Cada uno de estos se ve reflejado en 3 componentes, factor de utilización, factor de desempeño y factor de calidad (Rincón 2015).

El factor de utilización (CU), ofrece una medición de la efectividad en términos de planeación y programación de recursos, está compuesto de la sumatoria del tiempo máximo disponible (TMD), restándole los festivos (F) y esto es igual al tiempo neto disponible (TND) que restando el total ausencias (TA) y el porcentaje de tiempo improductivo (%TI), da como resultado el tiempo total trabajado (TTT), siguiendo la siguiente formula:

$$CU = \frac{TMD - F}{TMD} = \frac{TND - TA}{TND} = \frac{TTT}{TND}$$

Por su parte, el factor de desempeño (CP), está asociado con el grado de eficiencia de la productividad laboral en el sector de mantenimiento definido por la siguiente tabla.

**Tabla 3**

Factor de Desempeño

CUADRILLA	#EJEC.	ESPECIALIDAD	TIEMPO PRODUCTIVO EVALUADO	TOTAL TIEMPO PRODUCTIVO	TAREAS EVALUADAS		TIEMPO PLANEADO		TIEMPO REAL TC.	RENDIMIENTO
			HORAS	HORAS	TC.	TA.	TC.	TA.		

Nota. Elaboración propia con base a (Rincón 2015).

Por último, el factor de calidad (CQ) está vinculado con las normas de reprocesos de equipos intervenidos en actividades de mantenimiento y el indicador de no conformidades.



Las mejores prácticas básicas de mantenimiento como base para la excelencia en el mantenimiento (IRC), esto se refiere a la mejora de los procesos de negocio de mantenimiento que incluye oportunidades en todos los recursos de mantenimiento: los activos de equipos e instalaciones, así como los recursos humanos: nuestra mano de obra artesanal y los operadores de equipos. Esto también debe incluir los activos de gestión de materiales MRO, los activos de información de mantenimiento y el recurso de valor añadido de los procesos sinérgicos basados en el equipo.

La IRC mejora la operación total de mantenimiento y puede empezar por medir y mejorar la OCE. El Instituto de Excelencia en el Mantenimiento (MEI) defiende, apoya y entiende claramente la necesidad de procesos de mejora del mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) y del mantenimiento productivo total (TPM).

Los tiempos de planificación proporcionan una serie de beneficios clave para el proceso de planificación/programación. En primer lugar, proporcionan un medio para determinar las cargas de trabajo existentes para la programación por áreas artesanales y la acumulación de trabajo en cada área.

Los tiempos de planificación permiten al planificador de mantenimiento equilibrar las prioridades de reparación con las horas de trabajo disponibles y establecer de forma realista programas de reparación que puedan cumplirse según lo prometido. En segundo lugar, los tiempos de planificación proporcionan un objetivo o meta para cada trabajo que permite medir el CP. Debido a la variabilidad de los trabajos de mantenimiento y a la sensibilidad inherente a la medición, el objetivo no es tanto la medición de los CP individuales. El objetivo real es la medición del rendimiento global de la mano de obra artesanal en su conjunto.

La mejora de la CU mediante una planificación más eficaz de todos los recursos aumentará el tiempo de llave inglesa disponible. La mejora del rendimiento es el resultado de la planificación del trabajo y de la disponibilidad de las herramientas, el equipo y las piezas adecuadas, gracias a la planificación del artesano o la cuadrilla adecuados para el trabajo con el tipo de habilidades necesarias. La mejora de la CP es un proceso continuo con un programa de formación de habilidades artesanales y de mejora de los métodos para hacer el trabajo bien a la primera de forma segura y eficiente. El proceso de evaluación comparativa del equipo ACE mencionado anteriormente proporciona tiempos de planificación fiables basados en "un consenso de expertos" y un enorme esfuerzo de mejora de los métodos de reparación a medida que se analizan los trabajos de referencia.

Las operaciones de mantenimiento que luchan continuamente contra los incendios y reaccionan ante las reparaciones de emergencia nunca tienen tiempo suficiente para cubrir todo el trabajo (requisitos básicos) que hay que hacer. Las horas extras, el aumento de los artesanos o la contratación de más servicios parecen ser las únicas respuestas. La mejora de la CU proporciona una capacidad artesanal adicional en términos de horas artesanales productivas totales disponibles. En relación con la OEE, la OCE es una mayor disponibilidad y capacidad de los activos de las personas. Es un valor ganado que puede calcularse y estimarse y luego medirse. Las horas artesanales equivalentes adicionales pueden utilizarse entonces para reducir las horas extraordinarias, dedicarlas a PM/PdM, reducir el retraso actual y atacar el mantenimiento diferido que no desaparece.

Los líderes de mantenimiento de hoy deben desarrollar la mentalidad de "mantenimiento con fines de lucro" que la competencia utiliza para mantenerse en el negocio. Medir y mejorar la

OCE y el valor recibido por la mejora de nuestros activos artesanales es una parte importante de la gestión total de activos.

El mantenimiento interno centrado en los beneficios, en combinación con el uso inteligente de servicios de mantenimiento por contrato de alta calidad, será la clave de la evolución final que se produzca. Se producirá una revolución en las organizaciones que no reconozcan plenamente el mantenimiento como un requisito empresarial fundamental y no establezcan las competencias básicas necesarias para el mantenimiento.

La factura llegará para aquellas operaciones que se han suscrito al "síndrome de págame más tarde" para el mantenimiento diferido. Será la revolución en aquellas operaciones que han apostado por el mantenimiento y han perdido, sin que quede tiempo para que el mantenimiento por contrato centrado en los beneficios proporcione la mejor opción financiera para una solución real.

El mantenimiento por contrato será una opción y una oportunidad de negocio aún mayor en el futuro. Una vez más, debemos recordar que el mantenimiento es para siempre. Hoy en día, algunas organizaciones han descuidado el mantenimiento de las competencias básicas en materia de mantenimiento hasta el punto de que han perdido todo el control. El requisito básico del mantenimiento sigue existiendo, pero falta la competencia básica. En algunos casos, la mejor y a menudo única solución puede ser la externalización de valor añadido. El mantenimiento es un requisito fundamental para la supervivencia rentable y el éxito total de las operaciones. Si la competencia básica interna para el mantenimiento no está presente, debe recuperarse. Hay que superar la negligencia del pasado. Se superará con un número cada vez mayor de proveedores de mantenimiento centrados en los beneficios y que subrayen claramente.

La eficiencia en la productividad laboral puede variar en un rango amplio, que va desde 0 %, cuando no es realizada ninguna actividad, hasta 100 %, cuando se presenta la máxima eficiencia posible, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 4**

Evaluación de la productividad laboral

<b>EFICIENCIA DE LA PRODUCTIVIDAD.</b>	<b>RANGO EN %</b>
<b>Muy baja</b>	10 - 40
<b>Baja</b>	41 - 60
<b>Promedio</b>	61 - 80
<b>Muy buena</b>	81 - 90
<b>Excelente</b>	91 - 100

Nota. Elaboración propia adaptada de Page, J. Estimator's Piping Man-hour. 1999, pág. 7. Houston; Butterworth-Heinemann.

El O.C.E. es un concepto relativamente nuevo utilizado para medir y evaluar la productividad laboral, como se ha mencionado anteriormente; Con esta metodología, las mediciones iniciales del tiempo de actividad en algunas organizaciones suelen ser del treinta al cuarenta por ciento. Con un plan de mejora y medición continua se pueden alcanzar valores superiores al 60%, que es alto para los niveles de desempeño, su evaluación se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 5**

Valores de Overall Craft Effectiveness (OCE)

<b>RANGO DE VALORES DE LOS ELEMENTOS DEL OCE</b>			
<b>Elementos OCE</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
<b>Factor de Utilización</b>	30%	50%	70%
<b>Factor de desempeño</b>	>80%	90%	95%
<b>Factor de calidad de servicio</b>	>90%	95%	98%
<b>Factor OCE</b>	22%	43%	65%

Nota. Tomado de Peters, R. Measuring Overall Craft Effectiveness. The Maintenance Excellence Institute International: 2003.

## **9. ESBOZO DE LA MEDICIÓN DEL FACTOR DE EFICIENCIA GENERAL PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL EJECUTOR DE MANTENIMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA OCE EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA.**

Tomando en consideración que se pretende diseñar la medición de la productividad laboral utilizando el indicador OCE al personal ejecutor del departamento de mantenimiento de la refinería de Cartagena, se plantean 3 etapas para diseñar la medición del factor de eficiencia general para la productividad del personal ejecutor de mantenimiento aplicado a la organización anteriormente mencionada.

La primera etapa obedece a la planeación en la que se plantea el ajuste de las métricas necesarias para la medición del OCE en el área de mantenimiento de la Refinería de Cartagena.

Para esta etapa se requiere observar y conocer toda la coordinación del departamento de mantenimiento, incluyendo el acompañamiento a cada equipo de mantenimiento en su día a día, identificando y observando los cuellos de botella y las limitaciones de tiempo que aparecen en el proceso. Para ello, se requiere trasladarse a las diferentes áreas de la refinería con el equipo de protección personal necesario (cascos, respiradores, guantes, anteojos, protección auditiva, zapatos de seguridad, abrigo).

A partir de esta observación se plantean actividades como:

- ✓ Entrada/Salida puerta principal
- ✓ Desplazamiento del grupo.
- ✓ Cambio en el Vestier. (Inicio-Fin de turno)
- ✓ Reunión de inicio de turno y asignación de los trabajos.
- ✓ Alistamiento de materiales y herramientas día a día (no planeadas).
- ✓ Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa.
- ✓ Apertura y/o cierres de permisos de trabajo en las unidades operativas.
- ✓ Desplazamiento de Materiales
- ✓ Desplazamiento de Central de Herramientas
- ✓ Espera por servicio de materiales.
- ✓ Espera por servicio de Herramientas.
- ✓ Desplazamiento a casino para almuerzo.
- ✓ Descanso y/u Ocio.
- ✓ Espera por falta de transporte
- ✓ Ausentismo, Permisos laborales, o de otra índole.

- ✓ Anormalidad en el turno de trabajo (Lluvia, Emergencias, Evacuaciones, simulacros)
- ✓ Espera por falta de trabajo.
- ✓ Ejecución.

En esta etapa se debe tener en cuenta aspectos como; la coordinación de mantenimiento preventivo centralizado y confianza en el departamento de reparación en la parte operativa. Además de la coordinación de servicios operativos en las áreas, gestión extemporánea en materia de firma de permisos de trabajo, espera de cita urgente y la coordinación de calidad y taller además de otros datos de medición y planificación general de mediciones.

**Tabla 6**

Formato base para la medición de la productividad.

SEMANA		
HH DISP		
HH PROG		
# PERSONAS DISPONIBLES		
# PERMISOS ABIERTOS		
CLASIFICACIÓN	TIEMPO	OBSERVACIONES
ENTRADA Y ALISTAMIENTO		
CHARLA HSE		
ALISTAMIENTO DE HERRAMIENTAS		
TRASLADO		
APERTURA DE PERMISOS		
ENTREGA DE EQUIPOS		
ALMUERZO		
SALIDA Y ALISTAMIENTO		
CAPACITACIONES		
FACTORES AMBIENTALES		
OTROS FACTORES		

Nota. Elaboración propia con base en la metodología OCE.

Como parte de las operaciones del día a día del proceso, se debe considerar la espera por falta de transporte ya que no se tiene un cálculo específico de la pérdida de tiempo que el personal

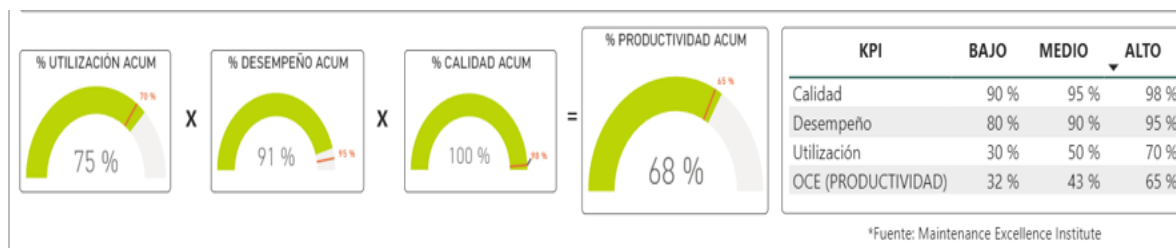
de mantenimiento debía esperar por el transporte en su camino a las plantas. Por lo tanto, es apropiado incluir este tiempo en sus mediciones de rendimiento o productividad.

Otros criterios para considerar al momento de medir la productividad de todo el ciclo de la tarea planificada para coordinar el Mantenimiento Proactivo en las Áreas incluyen actividades como la severidad de la tarea Servicio, Medida Riesgo-Evaluado Operaciones, Área de Trabajo, Medición de Tareas de campo. Continuidad, Mide trabajos con una duración continua máxima de 2 días. Especialización que mide las tareas que contienen una o más especializaciones.

En la segunda etapa del presente esbozo se requiere medir el desempeño general del proceso con OCE para el departamento de mantenimiento de la refinería de Cartagena y para ellos se requieren actividades relacionadas la medición del trabajo o el tiempo con una cuadrilla de forma específica se miden los tiempos efectivos, no efectivos, reprocesos, no conformidades y ausentismos del proceso, bajo los criterios anteriormente mencionados.

#### Figura 4.

##### Informe de Productividad Integrado.



Nota. Elaboración propia con base en la metodología OCE.

A partir de esta información se determinan los cuellos de botella del proceso de mantenimiento por medio del estudio de las causas de tiempos improductivos, lo cual permite calcular el factor de utilización (CU), Factor de desempeño (CP) y Factor de calidad (CQ) con los datos que se obtuvieron anteriormente.



Para el factor de utilización se promedian los puntajes de aspectos como Personal para ejecución en mantenimiento, Horas máximas disponibles de la persona, Festivos, Ausentismos, Horas netas Medición, Tiempo improductivo y Total tiempo trabajado.

En el caso del factor del desempeño de medición se comparan las horas de tiempo estimado con las horas observadas y a partir de allí el CP estimado y el promedio de este corresponde al factor de desempeño.

El factor de calidad se mide a partir del Personal para ejecución en mantenimiento, Horas máximas disponibles del personal, Festivos, Ausentismos, Horas netas Medición, Tiempo improductivo y Total tiempo trabajado. Posteriormente se mide un O.C.E. para no conformidades y reprocesos.

La tercera etapa consta de la verificación asociada con el análisis de los resultados generales de la medición del rendimiento del proceso con O.C.E. para el departamento de mantenimiento de la refinería de Cartagena para posteriormente desarrollar escenarios y estrategias para mejorar las operaciones del departamento de mantenimiento y comprobar la eficacia de los planes de acción realizados como resultado de las mediciones de rendimiento anteriores en el departamento de mantenimiento.

### **Tabla 7**

Informe de hallazgos y planes de acción

EMPRESA	CLASIFICACION	OBSERVACIONES	PLAN DE ACCION	FECHA DE SEGUIMIENTO

Nota. Elaboración propia con base en la metodología OCE.

## 10. CONCLUSIONES

La eficiencia del trabajo debe ser una parte importante de la gestión del mantenimiento, especialmente cuando se trata de horas-hombre; los recursos humanos, así como la medición y el ajuste de los mismos son uno de los aspectos más importantes porque sólo a través de ellos se puede realizar el trabajo final de lograr la eficiencia del sistema.

El desempeño debe verse desde un punto de vista integrado en toda la organización, a través de un modelo de gestión, para garantizar que todas las áreas relevantes involucren al individuo, no al esfuerzo. Medir, evaluar y mejorar el desempeño laboral debe ser uno de los componentes clave de la mejora continua de la gestión del mantenimiento, ya que le permite aprovechar al máximo el talento de su gente para enfocarse en las operaciones y crear valor.

La excelencia en el mantenimiento requiere un conocimiento profundo y fundamental de los equipos para garantizar que se operen y mantengan correctamente. En ese contexto, se deben conocer los modos de falla de cada pieza del equipo y tomar medidas predictivas periódicas para detectar defectos mucho antes de que se conviertan en fallas; y de llegar a presentarse, averiguar la causa y evitar que vuelva a ocurrir.

Es evidente que los cambios que se obtuvieron tras la ampliación de la refinería de Cartagena, no solo trajeron consigo una mayor capacidad de producción a causa de las nuevas tecnologías; sino también un incremento en las actividades de mantenimiento para los cuales el personal ejecutor, no se encontraba capacitado; por lo que actualmente se encuentran en una curva de aprendizaje que ha impactado la productividad de las labores de mantenimiento. Por ello es imprescindible llevar a cabo la medición del factor de productividad OCE, que permita identificar

las oportunidades de mejora en el talento humano e implementar programas de capacitación para fortalecer las competencias del personal y alcanzar mayores niveles de productividad.

Por esto, se propuso diseñar la medición de la productividad laboral utilizando el indicador OCE al personal ejecutor del departamento de mantenimiento de la refinería de Cartagena, con la finalidad de mejorar la eficiencia y el uso de los recursos en esta ara tan importante de la organización. A partir de este ejercicio, se plantean algunas recomendaciones.

## **11. RECOMENDACIONES**

Consideramos necesario que la refinería de Cartagena conforme un equipo de trabajo que se encargue de la medición, análisis, seguimiento y cierre a los planes de intervención relacionados con la productividad del personal de mantenimiento tanto propio como aliado.

Implementar la guía propuesta para la medición de productividad al personal propio y aliado de la refinería de Cartagena, basado en la metodología OCE.

Incluir en los objetivos tácticos el cumplimiento de los indicadores de productividad.

Generar un cronograma para seguimientos de los resultados de productividad con cada uno de los aliados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Quiñonez, B. A., & Romero Montenegro, D. M. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena* (Bachelor's thesis).
- Anvari, F., Edwards, R., & Starr, A. (2010). Evaluation of overall equipment effectiveness based on market. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Ayay Chilón, V. S., & Correa Idrugo, R. E. (2019). Propuesta de implementación de un plan de mejora continua para incrementar la productividad del área de aserradero y carpintería en la Cooperativa Atahualpa Jerusalén, Cajamarca.
- Bellido, Y., La Rosa, A., Torres, C., Quispe, G., & Raymundo, C. (2018). Modelo de Optimización de Desperdicios Basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas Empresas del Rubro Textil. In *Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética* (pp. 148-153).
- Berhan, E. (2016). Overall Service Effectiveness on urban public transport system in the city of Addis Ababa. *British Journal of Applied Science & Technology*, 12(5), 1-9.
- Brito Lòpez, K. O., & Mendoza Paredes, C. A. (2019). *Anàlisi bibliogràfic sobre el impacte del manteniment preventiu i correctiu en el sector públic* (Bachelor's thesis).
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International journal of production economics*, 95(1), 71-94.
- Cornejo Nina, B. (2021). Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de equipos de infraestructura en la empresa FERREYROS SA sucursal Cusco a fin de incrementar su operatividad.
- Czumanski, T., & Lödding, H. (2016). State-based analysis of labour productivity. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2934-2950.
- Diaz Guevara, M. E., & Oribe Vigo, L. A. (2020). Propuesta de mejora para reducir los costos operativos de mantenimiento y producción en el área de curtiembres de una empresa comercializadora de cueros de la ciudad de Trujillo.

- Espinoza Ayala, E., & Romero Alcántara, K. L. (2019). Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de clasificado de la empresa CERÁMICA LIMA SA, San Martín de Porres, 2019.
- Galoso Cruzado, Z. F. (2020). Gestión de mantenimiento y disponibilidad de maquinarias y equipos en el sector minero, 2015-2020. Una revisión sistemática.
- Garay Cevallos, J. F. (2018). *Análisis para elaborar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la Empresa Plásticos Internacionales Plasinca CA* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial).
- Garmabaki, A. H. S., Ahmadi, A., & Ahmadi, M. (2016). Maintenance optimization using multi-attribute utility theory. In *Current trends in reliability, availability, maintainability and safety* (pp. 13-25). Springer, Cham.
- Gonzales Mallqui, M. J. A., & Samán Chamorro, F. F. (2020). Propuesta de mejora en el área de confecciones para aumentar la productividad en una empresa textil aplicando el Lean Manufacturing.
- Gurmu, A. T., & Aibinu, A. A. (2017). Construction equipment management practices for improving labor productivity in multistory building construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(10), 04017081.
- Hurtado, Jesús, L. (2021). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Instalación Industrial de la Empresa de Cárnicos y Elaborados el Sueco de la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Hwang, B. G., Krishnankutty, P., Zhu, L., Caldas, C. H., Shounak, A., & Mulva, S. (2020). Improving labour productivity in process construction maintenance and shutdown/turnaround projects. *International Journal of Construction Management*, 20(7), 822-836.
- Jamali, K., Ramezani, S., & Sharifi, A. (2021). Estimated wage in Outsourcing Maintenance Activities Using the Overall Craft Effectiveness Index by studying the automotive industry. *Bi-Quarterly Journal of Research in Defense Maintenance Engineering*, 2(2), 42-57.

- Kłos, S., & Patalas-Maliszewska, J. (2017, September). Using a simulation method for intelligent maintenance management. In *International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance* (pp. 85-95). Springer, Cham.
- Mejía Robles, J. C. (2018). *Diseñar un programa de mantenimiento preventivo en el área de producción de una empresa metalmecánica* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).
- Nwankwojike, B. N., Inah, O. I., Osinachi, O. S., & Abam, F. I. (2017). Cost performance analysis of small scale automotive maintenance firms in Calabar metropolis. *Cogent Engineering*, 4(1), 1369233.
- Ojo, S. O. (2004). Improving labour productivity and technical efficiency in food crop production: A panacea for poverty reduction in Nigeria. *Journal of Food Agriculture and environment*, 2, 227-231.
- Peters, R. W. P. (2003). Measuring overall craft effectiveness how OCE impacts your bottom line. *Plant Engineering*, 57(11), 31-31.
- Ralph, W. (2006). Maintenance Benchmarking and Best Practices (chapter 14 p215 - 230), McGraw Hill Maintenance.
- Ralph, W. (2001). Measuring Overall Craft Effectiveness (OCE).
- Rincón Rodríguez, S. A. (2015). Planificación, ejecución y análisis de la medición del factor de eficiencia general del proceso a través del indicador OCE para el departamento de mantenimiento de la refinería de Barrancabermeja, Ecopetrol SA.
- Ruiz Rueda, E. F., & Narváez Salazar, J. A. (2018) Productividad laboral en actividades de mantenimiento mecánico del Departamento de Mantenimiento de la Refinería de Barrancabermeja.
- Santos Paredes, N. T. (2017). Programa De Mantenimiento Preventivo De Equipos, Como Alternativa De Mejora En La Realización Y Conformidad De Servicios A La Empresa Unión Andina De Cementos SAA.
- Triviño Yambay, C. A. (2019). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de empaques flexibles de la Empresa Expoplast CA para reducir tiempos improductivos* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.