

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN LA CARRERA INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TÍTULO

Rediseño de procesos del taller de servicios, para mejorar los Indicadores clave de Desempeño en Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica SRL. para el primer cuatrimestre del 2020

Estudiante: Freddy Mora Garita

Tutor:

Ing. Nahum Montiel Salas

I CUATRIMESTRE, 2020

DECLARACIÓN JURADA

Yo **Freddy Mora Garita**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **1-1208-0030**, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con la que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de **Licenciatura**, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **Rediseño de procesos del taller de servicios, para mejorar los Indicadores clave de Desempeño en Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica SRL. para el primer cuatrimestre del 2020**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original, Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 04 días del mes de junio del año 2020.



Firma del Estudiante.

Cédula: 112080030

Martes 02 de junio 2020

CARTA DEL TUTOR

Registro
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores

El estudiante Freddy Mora Garita, cédula número 1-1208-0030, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación el trabajo de investigación denominado: **"REDISEÑO DE PROCESOS DEL TALLER DE SERVICIOS, PARA MEJORAR LOS INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO EN DISTRIBUIDORA CUMMINS CENTROAMÉRICA COSTA RICA SRL. PARA EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2020."** el cual ha elaborado para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, eh verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría, y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

A.	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	30%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
	TOTAL	100%	98%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura

Atentamente:

<p>NAHUM MONTIEL SALAS (FIRMA)</p>	<p>Firmado digitalmente por NAHUM MONTIEL SALAS (FIRMA) Fecha: 2020.06.02 11:20:06 -06'00'</p>
---	--

Ing. Nahum Montiel Salas Lic.

Cédula: 3030980713

CARTA DE LECTOR

Heredia, 13 de julio de 2020

Universidad Hispanoamericana

Sede Llorente

Facultad de Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante Freddy Mora Garita, cédula de identidad 112080030 me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *“REDISEÑO DE PROCESOS DEL TALLER DE SERVICIOS, PARA MEJORAR LOS INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO EN DISTRIBUIDORA CUMMINS CENTROAMERICA COSTA RICA SRL”*, el cual ha elaborado para obtener su grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma: OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)

Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2020.07.13 00:01:16 -06'00'

Nombre: Óscar Alberto Chavarría Calderón

Cédula: 109650295

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 18 de Julio del 2020

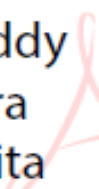
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito **Freddy Mora Garita** con número de identificación **1-1208-0030** autor del trabajo de graduación titulado **Rediseño de procesos del taller de servicios, para mejorar los Indicadores clave de Desempeño en Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica SRL. para el primer cuatrimestre del 2020** presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Licenciatura; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que, con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Firma: **Freddy
Mora
Garita**  Digitally signed
by Freddy Mora
Garita
Date: 2020.07.18
12:09:46 -06'00'

Nombre: Freddy Mora Garita

Cedula: 1-1208-0030

Dedicatoria

Este trabajo quiero dedicarlo en primera instancia a Dios, por brindarme el entendimiento y permitirme cumplir con una de mis metas, a mi familia, mis padres y hermanas, muy especialmente a mi hermana Ingrid Mora G., quien me brindó su apoyo y constante motivación para poder finalizar este proyecto.

Tabla de contenido

Contents

Portada.....	I
Declaración Jurada	II
Carta Tutor	III
Carta del Lector.....	IV
Carta Autorización del Autor.....	V
Dedicatoria	VI
Tabla de contenido.....	VII
Acrónimos y Siglas.....	XI
Resumen Ejecutivo	XII
CAPÍTULO I:	13
INTRODUCCION	13
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	14
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	14
1.2.1 ORGANIGRAMA.....	16
1.2.2 MISIÓN Y VISIÓN.....	17
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.3.1 Justificación	19
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.3 Objetivos específicos	20
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	20
1.5.1 Alcances	20
1.5.2 Limitaciones.....	21
CAPÍTULO II:	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 MARCO TEÓRICO RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.....	23
2.1.1 Ingeniería Industrial	23
2.1.2 Proceso.....	24

2.1.7 KPIs. Indicadores Clave de Rendimiento.....	28
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO ..	29
2.2.1 Metodología DMAIC.....	29
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO. ...	30
2.3.1 Optimización	30
2.3.2 Productividad	31
2.3.3 Aumento de la productividad:	32
2.3.4 Tasa interna de retorno.....	33
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES...	34
CAPÍTULO III:	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	37
3.1.1 Diagrama de Flujo.....	38
3.1.1 Análisis de árbol de problemas	38
3.1.2 Diagrama de Ishikawa	38
3.1.3 Lluvia de ideas	39
3.1.4 Diagrama de Pareto.....	39
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	39
3.2.1 Entrevista	40
3.2.2 Visita a las instalaciones	40
3.2.3 Control total de productividad	41
3.2.4 Control de eficiencia de trabajos.....	41
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	41
3.3.1 Medir.....	42
3.3.2 Evaluación de la productividad	42
3.3.3 Diagrama de Flujo.....	42
3.3.4 Capacitaciones	43
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.....	43

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	44
3.5.1 Control de productividad	45
3.5.2 Entrenamiento al personal	45
3.5.3 Comunicación y visualización	45
CAPITULO IV	46
LÍNEAS BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	46
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	47
4.1.1 Detalle del proceso productivo.....	49
4.2 KPIS, INDICADORES DE CLAVE DE RENDIMIENTO.	53
4.2.1 Indicadores Taller Cummins	54
4.3 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD.....	57
4.3.1 Medición de la productividad	57
4.3.2 Análisis de tipos de horas	60
4.3.3 Desglose de Horas tipo C.	62
4.3.4 Desglose de Horas tipo B.	63
4.4 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	66
4.4.1 Causas Relacionadas a Los Equipos	72
4.4.2 Causas Relacionadas al Personal	72
4.4.3 Causas Relacionadas al Proceso	73
4.4.4 Causas Relacionadas a Materiales.....	74
CAPITULO V	76
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	76
5.1 PLAN DE PROPUESTAS DE MEJORA	77
5.1.1 Mejora en los Procesos	77
5.1.2 Mejora en el Personal.....	88
5.1.3 Mejora en Materiales	94
5.1.4 Mejora en Equipos.	95
5.2. Resultados de la implementación.	97
5.3. Análisis beneficio económico de la implementación	99
CAPITULO VI	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104

6.1 CONCLUSIONES	105
6.1 RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107
APÉNDICES.....	109

Acrónimos y Siglas

- EBU: Engine Business Unit (Unidad de negocios de Motores).
- CPG: Cummins Power Generation (Generación de poder Cummins)
- IR: Ingersoll Rand
- KPIs: Key Performance Indicators (Indicadores clave de rendimiento)
- DMAIC: Definir, Medir, Analizar y Controlar

Resumen Ejecutivo

En el presente trabajo de graduación se realiza en el taller de servicios de Distribuidora Cummins Costa Rica, ubicado en La Uruca 100 metros al norte de la KIA, contiguo a Disitali, dedicada a la venta y reparación de motores de la marca Cummins.

Actualmente el taller de servicios del área de Motores presenta una baja en los indicadores de productividad y en la eficiencia de facturación, ya que no se están cumpliendo las metas de estos indicadores establecidas regionalmente, y esto afecta financieramente en la rentabilidad del departamento,

Para el presente trabajo se utiliza la metodología DMAIC, la cual, mediante varias herramientas ingenieriles, se logra identificar las causas que afectan en mayor medida a la productividad del departamento de servicios, mediante una lluvia de ideas con el personal relacionado a este departamento, posteriormente con ayuda del diagrama de Pareto, se logran identificar las causas con mayor impacto en la problemática identificada, determinando que existían 8 causas críticas, estas causas se convirtieron en la base sobre la cual se establecieron las propuestas de mejora.

Se realizan varias propuestas de mejora que atacan a cada una de las causas determinadas. Con la implementación de dichas propuestas, se estima una tasa de retorno de la inversión de un 40%, el cual podría aumentar según las condiciones de trabajo. La inversión inicial de este proyecto se recupera en tres meses.

Por último, se proyectaron los índices de productividad, considerando los costos implicados en las mejoras y se evidenció que su implementación tendría un impacto positivo en la productividad del departamento de EBU.

**CAPÍTULO I:
INTRODUCCION**

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto de graduación se realizará en el taller de servicios del área de Motores de la empresa Distribuidora Cummins de Costa Rica, dedicada a la venta de equipos de potencia como motores y grupos electrógenos de la marca Cummins, así como al servicio de mantenimientos preventivos y correctivos de estos equipos.

En un mercado cada más competitivo y globalizado los talleres mecánicos deben de buscar siempre la mejora continua donde se pretende alcanzar la máxima ganancia al menor costo, es por esto que se tiene la necesidad prioritaria de mejorar sus procesos de servicios, para estar a la altura de talleres internaciones que ocupan gran parte del mercado.

Se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa y en particular del servicio de reparación y mantenimiento de motores, donde se pretende identificar problemas generales y específicos, que se definen mediante la aplicación de una metodología y diversas herramientas de ingeniería, las cuales marcaran la ruta para establecer las principales causas y oportunidades de mejora que se pueden incluir dentro de la propuesta de mejora.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Cummins fue fundada en 1919, por Clessie Cummins y W.G. Irwin, con el propósito de producir motores diésel para camiones y ómnibus, más económicos y resistentes que los motores a gasolina disponibles en esa época. En 1940 Cummins ofrecía la primera y única garantía por 100,000 millas del mundo. En los años cincuenta, Estados Unidos lanzó un programa para conectar a todo el país mediante carreteras.

Los constructores exigían motores económicos, poderosos, flexibles y durables y sólo Cummins podía responder a eso. Con un mercado interno cada vez más grande, Cummins miró más allá de sus fronteras para establecer instalaciones de

manufactura y distribución de motores. Para finales de la década de los sesenta la red de distribución y servicio se expandió a 98 países con 2,500 puntos de atención; para esa fecha Cummins contaba ya con la mayor presencia internacional de los productores de motores diésel en el mundo.

Hoy en día la compañía tiene más de 860 patentes activas. Gran parte del éxito mundial de Cummins se basa en su compromiso con el cliente, construyendo productos de alta calidad con tecnología de punta, compromiso que se generó desde la misma fundación de la empresa.

Desde el 2012 esta empresa se encuentra operando directamente en el mercado Centroamericano bajo el nombre de Distribuidora Cummins Centroamérica, dedicándose a ofrecer soluciones en Generación de Energía, Aire Comprimido, comercialización de Motores Marinos, Motores de riego, Motores para camionera de rango medio, pesado, componentes, filtros, baterías y lubricantes.

Cuenta con un amplio stock de partes, que aseguran la disponibilidad inmediata de su equipo/ maquinaria, nuestros servicios abarcan: Asesoría técnica. Servicios de mantenimiento preventivo. Servicios de mantenimiento correctivo. Montajes e Instalaciones. Diagnósticos. Auditorias. Garantía 100% Original en partes y mano de obra. Otros.

1.2.1 ORGANIGRAMA

A continuación, se brinda la composición organizacional del departamento de Servicios del Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica.

Organigrama del Departamento

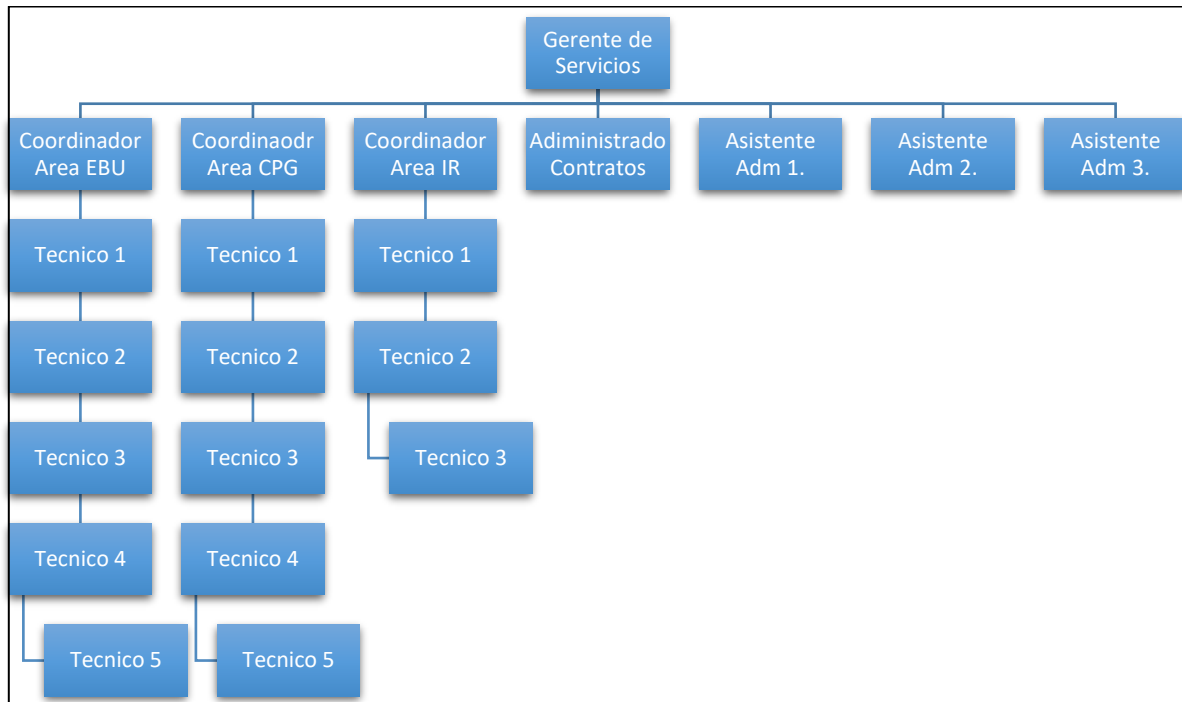


Ilustración 1. Organigrama del Departamento de Servicios: Fuente: Confección propia

Según el organigrama arriba mostrado podemos identificar que este departamento se divide en tres áreas con sus respectivos coordinadores; el área de IR, que se encarga de brindar el servicio técnico de compresores de aire, el área de EBU que se encarga del servicio técnico del motores Cummins, área en la cual vamos a enfocar el presente proyecto, y el área de CPG que encarga de brindar el servicio técnico de las planta eléctricas, por lo demás podemos visualizar que este departamento lleva una línea de jefatura muy horizontal donde solo se pueden identificar dos jefaturas.

Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la Zona Industrial San José, Costa Rica, La Uruca 150 metros de la Kia, contiguo a Disitali:

Ubicación de Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica

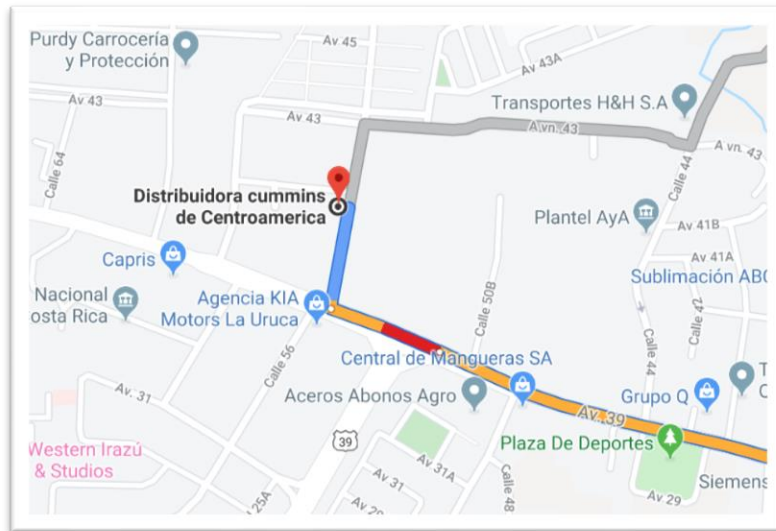


Ilustración 2. Google Maps

1.2.2 MISIÓN Y VISIÓN.

Misión.

Proveer potencia para mejorar la vida de las personas al impulsar un mundo más próspero

Visión

Proveer potencia innovadora para el éxito de nuestros clientes

Nuestros valores

Integridad:

Hacer lo que decimos que haremos y hacer lo que es correcto

Diversidad e inclusión:

Valorar e incluir nuestras diferencias en la toma de decisiones es nuestra ventaja competitiva

Bienestar de las personas:

Demostrar sensibilidad y consideración por el bienestar de los demás

Excelencia:

Siempre entregar resultados superiores

Trabajo en Equipo:

Colaborar con los equipos, las funciones, los negocios, a través de las fronteras para desarrollar el mejor trabajo

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el taller presenta un decrecimiento en los índices de productividad general en el departamento de EBU (Engine Business Unit) dedicada a la reparación de motores.

Lo anterior se debe a que los índices se evalúan de manera general al final de cada mes y no se lleva un control individual de cada trabajo, que ayude a identificar la productividad y rentabilidad de cada servicio realizado en el taller al momento de la facturación.

Otro de los problemas es que solo el jefe del taller puede estimar el cobro de la mano de obra de cada servicio y no tiene un procedimiento estandarizado, para la estimación de mano de obra invertida en cada trabajo, y esto puede llegar a afectar los indicadores de cada trabajo, provocando un impacto en los índices generales del departamento.

1.3.1 Justificación

Este proyecto es muy importante para el taller ya que, se pretende mejorar la rentabilidad del taller de servicios en el área de EBU, para mejorar la situación actual, ya que actualmente se presenta una baja productividad en el departamento en el cual puede impedir el crecimiento del departamento, así como de la compañía, al llegar a generar un problema de liquidez más grave.

Con el desarrollo del proyecto se resolverían varios problemas que se presentan en este momento: la falta de una lista de precios actualizada, la creación de procedimientos formales para cobrar y una atención mejorada para los clientes. Asimismo, una base de datos en la que se pueda manejar de forma eficiente la facturación de los clientes de crédito y tener un control de los trabajos que se realizan en taller.

El motivo para realizar la investigación sobre la baja productividad es que considera como uno de los puntos más críticos que vive taller, ya que en los últimos meses no han percibido una utilidad tangible, lo que afecta el rendimiento del taller.

En el momento que se mejore el rendimiento, se podrán realizar inversiones necesarias, como la compra de nuevas herramientas, cubrir gastos fijos y contratar más personal.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Mediante un análisis del proceso de medición de la productividad del departamento de servicios, se pretende realizar mejoras dentro de los procesos, la calidad de la información, generando un impacto positivo en los indicadores de rendimiento en el taller de servicios de Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica.

1.4.3 Objetivos específicos

- Identificar las causas que generan el problema de productividad por medio de herramientas de ingeniería industrial que se implementarán durante el desarrollo del presente trabajo.
- Proponer la implementación de una mejora en los procesos de toma de datos para la medición de la productividad del taller de servicios.
- Cuantificar las mejoras obtenidas con la implementación de las recomendaciones planteadas en función de la productividad.
- Establecer indicadores de control para una mejora continua del departamento.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

El alcance del proyecto es elaborar una propuesta de mejora que contenga medidas correctivas sobre el problema que se presenta en la productividad. Se crearán instrumentos para dar soporte a los puntos críticos, como: rentabilidad y manejo de la información de los KPIs.

1.5.2 Limitaciones

Algunas de las principales limitaciones que surgen para la realización de este proyecto son las siguientes:

- El departamento no cuenta con un presupuesto disponible, para realizar inversiones en proyectos.
- Se presentan limitaciones con la información ya que la gerencia no permite mostrar costos o información financiera.

CAPÍTULO II:
MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

2.1.1 Ingeniería Industrial

El ingeniero industrial se ha convertido con el paso del tiempo en un diseñador de métodos de trabajo y de herramientas e innovando y creciendo poco a poco hasta convertirse en un mejor administrador, puesto que conoce los aspectos técnicos de la empresa como el control de inventarios, máquinas y controles administrativos y los utiliza con el fin de solucionar los problemas de la empresa además de mejorar las operaciones de la misma.

Para ejemplificar lo anterior, donde la Ingeniería Industrial y sus procesos contribuyeron a mejorar y optimizar la producción, vemos el caso que se presentó en 1868 cuando Estados Unidos de América apenas producía 8 500 toneladas de acero, lo cual, comparado con el coloso británico que producía 110 000 toneladas, era menos que una amenaza para el dominio inglés de este producto. Sin embargo, a partir de 1872, el Ingeniero Andrew Carnegie, mezcló todas las incipientes técnicas de producción de acero conocidas y aplicó los métodos modernos recién creados en la administración de los ferrocarriles, generando niveles de eficiencia en la producción del acero que nadie había imaginado. Para 1879, es decir, sólo siete años después, Estados Unidos de América producía una cantidad de acero casi igual a la de Inglaterra, y para 1902 se fabricaron poco más de 9 millones de toneladas, mientras que la producción inglesa apenas alcanzó 1 826 000 toneladas de acero. (Baca, 2014, p8).

En observación con la definición dada, se puede determinar que el Ingeniero Industrial se relaciona con sistemas y no con elementos aislados, se involucra en distintas áreas de su conocimiento, como, por ejemplo: ciencias básicas (matemática, química, física), ciencias básicas de la ingeniería (teorías, conocimientos científicos), probabilidad y estadística, materiales y procesos, gestión de operaciones, gestión y control de calidad, logística y la cadena de

abastecimiento, salud ocupacional y gestión ambiental, ciencias administrativas, entre otros; cubre todos los tipos de actividades industriales y comerciales por lo cual su campo de empleo es muy versátil, por la amplia gama de actividades en las cuales puede desarrollar su profesión.

Cabe destacar que las habilidades y aptitudes de un Ingeniero Industrial son amplias, entre ellas la flexibilidad y facilidad de adaptación a cambios tomando en cuenta la tecnología, manejo en la técnica de gestión de operaciones producción, capacidad crítica y analítica, vocación de líder y alto compromiso, conocimientos amplios de las ciencias básicas e ingeniería que le permitan resolver diversos problemas, entre otras.

Hoy en día la ingeniería industrial se aplica para todo tipo de negocio, ya que brinda las herramientas y metrologías necesarias para mejorar los procesos en sistemas productivos ya sea de bienes o de servicios. Para la empresa Distribuidora Cummins Centroamérica de Costa Rica S.R.L en específico es recomendable este tipo de prácticas, con el objetivo de optimizar los procesos actuales para lograr una mejor productividad en el departamento de servicios, para con ello lograr una mejora rentabilidad de los trabajos realizados en esta unidad de negocio.

2.1.2 Proceso

En general un proceso se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persigue un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial.

La transformación de las materias primas se realiza por medio de una serie de etapas lógicas y ordenadas para obtener un producto de valor comercial.

Al conjunto de dichos cambios que experimenta el producto final se le conoce como proceso industrial; como se explicó antes, todo proceso industrial se caracteriza por el uso de insumos y suministros que, sometidos a una transformación, generan productos, subproductos y residuos, como agua residual, emisión de gases o material peligroso. (Baca, G. 2014, p.33).

Cuando los procesos de un departamento se analizan y se establecen de forma adecuada, son muchas las ventajas que se pueden obtener, entre ellas el hecho de que se mejora la calidad del servicio brindado ya que se debe de controlar cada proceso. Además de controlar los procesos se deben de documentar ya que con el transcurso del tiempo puedan incluirse mejoras o encontrar otras formas más adecuadas para llevar a cabo las actividades.

En la siguiente figura se observa una representación general de un proceso industrial en forma de diagrama.

Representación de un Proceso

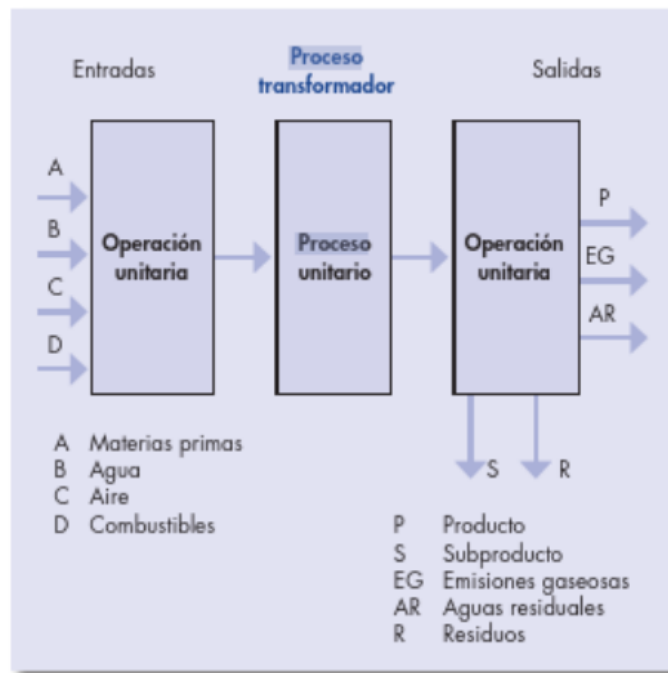


Ilustración 3. Representación general de un proceso: Fuente: Baca G.

Es importante conocer a detalle cada proceso ya que de ser necesario no solo se deba modificar algunos procesos para mejorarlos si no que también podamos crear nuevos procesos que ayuden a la mejora continua de las operaciones

2.1.3. Órdenes de trabajo

Es un documento que se confecciona para cada vehículo que ingresa a revisión o reparación, este detalla claramente las particularidades de los trabajos que se realizarán en el vehículo, así como sus características. Es un documento legal que respalda, tanto al cliente como a la empresa que presta el servicio, ante cualquier reclamo o inconveniente.

2.1.4. Eficiencia

Es la capacidad de hacer las cosas bien. Comprende una serie de pasos e instrucciones con las que se puede garantizar la calidad en el producto final de cualquier obra. Esta depende de: la calidad humana, las competencias y el profesionalismo de los colaboradores que se desempeñan, para expedir un producto de calidad. Es necesario comprender todos los ángulos desde los que es visto cada trabajo, con el fin de satisfacer todas las necesidades del receptor, para aprovechar lo que el producto pueda ofrecer, es decir, que es aquel talento o destreza de disponer de algo o alguien en particular, con el objetivo de conseguir un propósito, valiéndose de pocos recursos, hace referencia en un sentido general, a los medios utilizados y a los resultados alcanzados.

2.1.5. Mejora continua

es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización. A menudo asociada con metodologías de proceso, la actividad de mejora continua proporciona una visión continua, medición y retroalimentación sobre el rendimiento del proceso para impulsar la mejora en la ejecución de los procesos.

2.1.6 Ishikawa o diagrama de causa-efecto

El diagrama de ishikawa también se conoce como diagrama de causa y efecto, o diagrama de espina de pez por su forma. Usos habituales del diagrama de ishikawa Por lo general, el diagrama de ishikawa se utiliza para el diseño de producto, la prevención de fallos de calidad y la identificación de aquellos factores que puedan tener repercusiones en todo el proceso de producción. Cada causa constituye una fuente de variación. Las causas suelen agruparse en categorías principales para identificar y clasificar esas fuentes de variación.

Las 5 M que se utilizan en fabricación A partir del método de fabricación Lean (lean manufacturing) y el sistema de producción de Toyota, se ha desarrollado el 5 M, uno de los marcos más comunes para el análisis de la causa-raíz:

- Máquinas (equipamiento).
- Métodos (proceso).
- Materiales (materia prima, consumibles e información).
- Mano de obra (trabajo físico o de conocimiento).
- Medición (inspección, medio ambiente).

A veces se amplía con los elementos siguientes:

- Gestión (dinero, poder, liderazgo).
- Mantenimiento. Misión (propósito, medio ambiente).

Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). (p.130)

Con base en lo anterior, el diagrama causa-efecto no es una herramienta para resolver un problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas; ya que se utiliza para clarificar y clasificar las diversas causas que se piensa que afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa – efecto entre ellas, como se indica en la siguiente imagen:

Diagrama de Ishikawa

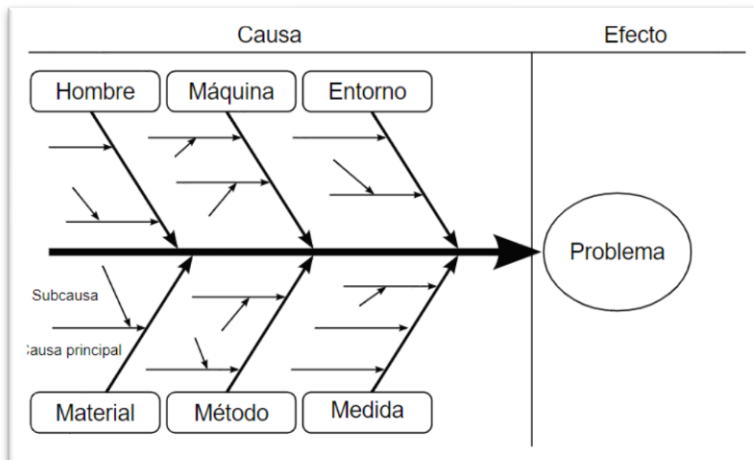


Ilustración 4. Diagrama de Ishikawa: Fuente: Wikipedia

2.1.7 KPIs. Indicadores Clave de Rendimiento

KPI es un acrónimo formado por las iniciales de los términos: Key Performance Indicador. La traducción válida en castellano de este término es: indicador clave de desempeño o indicadores de gestión. Los KPIs son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad.

En un entorno tan cambiante como es el actual, es necesario comparar periódicamente los resultados que estamos obteniendo con los objetivos fijados. Esto nos permitirá averiguar si vamos por buen camino o si existen desviaciones negativas. Si no estamos obteniendo los resultados esperados, los KPIs nos permitirán darnos cuenta y poder reaccionar a tiempo. (robertoespinosa,2016)

Para el presente trabajo la productividad es un indicador clave de rendimiento que tiene el departamento de servicios en la unidad de motores, para medir el rendimiento de los técnicos a la hora de realiza un trabajo, esto es muy importante ya que ayuda a medir el desempeño de la unidad de motores en base a los objetivos

del departamento de servicios, ya que al llevar un control detallado de este indicador y establecer los mejores procesos y buenas prácticas para que la información sea correcta, contribuye a tomar las mejores decisiones y llevar por un buen camino al departamento y por ende a la empresa.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC, Es una herramienta de la metodología Six Sigma, que se enfoca en la mejora continua y que ayudará en los procesos existentes. Esta herramienta, es una estrategia de calidad basada en estadística, que da importancia a la recolección de información e histórico de datos, que van a hacer recolectados en la empresa, como base para mejorar la gestión de la operación.

DMAIC es un acrónimo (sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyse, Improve, Control), utilizada en la metodología que consiste en seguir las siguientes etapas que se van a utilizar en el presente proyecto para identificar analizar y mejorar la problemática, las etapas son las siguiente:

- **Definir:**

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores

- **Medir:**

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe

como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño.

- **Analizar:**

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC.

- **Mejorar**

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso.

- **Controlar:**

Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

2.3.1 Optimización

Dentro de las empresas es vital la optimización del proceso, puesto que esto favorece la eficiencia en la empresa. Por esa razón, en la actualidad, se le está

dando relevancia, dado que de ella depende no solo disminuir los costos, sino también brindar un servicio, o bien, de calidad.

Alejandra Monsalve en su presentación llamada Optimización de procesos industriales (2014) lo define como: “Optimizar un proceso industrial significa mejorarlo, utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en él de la manera más excelente posible”

Esto conlleva en recopilar todos los datos disponibles y tomar la vía más viable para mejorar los procesos según los recursos necesarios. En otras palabras, la optimización es la implementación de las diversas acciones en la toma de decisiones, que tienen como finalidad lograr la eficacia.

En este proyecto pretende analizar los distintos procesos, para realizar una mejora y optimización de estos, para con esto aprovechar mejor los recursos y aumentar la eficiencia del taller de servicios.

2.3.2 Productividad

Criollo (S.F) define productividad como: “la relación aritmética entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empedados en la producción” (p.12)

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados; en otras palabras, la eficacia se puede ver como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y estos se deben alcanzar.

(Gutierrez, P. 2014, p.20).

Para el presente trabajo unos de los objetivos principales es mejorar la productividad del departamento de Motores en el taller de servicios.

2.3.3 Aumento de la productividad:

Este efecto se puede catalogar como el mayor impacto del presente proyecto. Dentro de los principales beneficios obtenidos con este efecto están el aumento de capacidad de producción, mejora en las condiciones de trabajo, reducción del efecto de la inflación, mayores oportunidades de crecimiento, entre otros.

La productividad se puede incrementar utilizando algunas técnicas, Palacios, L. (2016). Indica que. “Las técnicas usadas para incrementar la productividad son:

Métodos y diseño del trabajo.

Economía de movimientos.

Medida del trabajo.

Capacitación del recurso humano.

Pago de salarios e incentivos.” (p.79)

2.3.4 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones o en este caso de las propuestas. También se conoce como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno. En el contexto de ahorro y préstamos a la TIR también se le conoce como la tasa de interés efectiva. El término interno se refiere al hecho de que su cálculo no incorpora factores externos como la inflación.

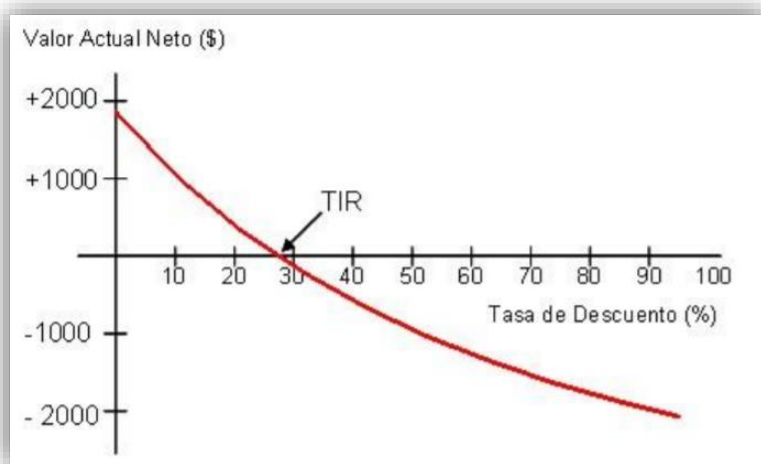


Ilustración 5. Enciclopedia financiera.

En términos más específicos, la TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos (los flujos de caja negativos) de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión. Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

Formula de la TIR

$$VPN = \frac{\sum R_t}{(1+i)^t} = 0$$

t - el tiempo del flujo de caja

i - la tasa de descuento (la tasa de rendimiento que se podría ganar en una inversión en los mercados financieros con un riesgo similar)

Rt - el flujo neto de efectivo (la cantidad de dinero en efectivo, entradas menos salidas) en el tiempo t. Para los propósitos educativos, R0 es comúnmente colocado a la izquierda de la suma para enfatizar su papel de (menos) la inversión.

Recuperado de: Enciclopedia Financiera (2016)
<http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-deretorno.htm>

El cálculo de la TIR se utilizará para conocer la rentabilidad de las acciones a desarrollar permitiendo conocer la inversión necesaria versus los beneficios a obtener, así como el lapso de tiempo necesario para recuperar el dinero por invertir.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Cuando se realiza un proyecto es esencial realizar una investigación robusta, se debe indagar acerca de la temática o problemática, examinar de qué manera ha sido abordada por otras personas que sobrellevaron experiencias similares a la del presente proyecto, de igual manera se pretende incrementar el conocimiento y cuáles son las tendencias que existen en la actualidad.

Para la elaboración de este proyecto se consultó un proyecto de la escuela de ingeniería industrial, para tener una idea fundamentada en una experiencia real de otro estudiante, el presente proyecto es desarrollado en el Taller Industrial Tomás Rojas, el cual se encuentra ubicado en la zona de Zarcero de Alajuela. Esta empresa es una pyme dedicada a la prestación de servicios metalmecánicos en mecánica de precisión y soldadura, por eso, entre las tesis consultadas se considera

una especial que fue desarrollada en un proceso de servicio en un departamento muy similar al estudiado.

Esta tesis tiene como nombre “Propuesta de plan de mejoramiento para los procesos productivos del Taller Industrial Tomas Rojas.” (Zúñiga, 2018)

Su objetivo general es el siguiente:

“Proponer un plan de mejora en los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas mediante el análisis de los puntos críticos que afectan las diferentes operaciones para establecer las soluciones pertinentes que impacten positivamente la productividad de la compañía.” (Zúñiga, 2018)

En este proyecto consultado, Zuñiga desarrolla metodologías de la ingeniería industrial que fundamentan la presente investigación.

Se analizó la situación actual de la empresa, se identificaron los posibles puntos de mejora y se realiza el estudio pertinente. El proyecto es basado en el análisis y mejora de los procesos productivos para mejorar la productividad de la compañía, en la cual se tomó como referencias los principios basados en Six Sigma, con la cual llegó a diferentes conclusiones.

- Logra identificar los recursos que más impactan en la productividad.
- Se logra establece un plan de mejora utilizando herramientas de la ingeniería industrial.
- Se diseñó una herramienta para que la empresa pueda controlar comportamiento de la productividad total y parcial.

Es por todas estas razones que el proyecto descrito anteriormente se toma como una experiencia similar, por desarrollarse en un departamento que ofrece servicios similares, así como por la finalidad del proyecto de mejorar los procesos para aumentar la productividad del departamento

CAPÍTULO III:
MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para definir las herramientas y metodología utilizada se buscan las que se adapten al entorno de la empresa y que le puedan generar la solución de la problemática, busca directa y enfáticamente la mejora de los procesos que afecten directamente la productividad de la unidad de servicio de motores, atacando directamente la forma en que se gestionan los procesos, optimizando consigo las labores del departamento de servicios de la empresa Distribuidora Cummins de Costa Rica.

Se realiza una investigación y un análisis para entender la secuencia y metodología de investigación que se utilizaron para identificar la causa raíz o problemáticas que enfrenta la empresa. Algunas de las herramientas son gráficas de análisis aplicado a las áreas de interés, con la finalidad de encontrar las falencias que tienen los procesos actuales de la empresa.

Este proyecto se desarrolló orientando sus etapas en la metodología DMAIC, por lo cual se determinaron una serie de herramientas ingenieriles acorde a las necesidades que fueron surgiendo de manera secuencial, partiendo del diagnóstico y así sucesivamente en cada etapa hasta el control de este.

Al ser DMAIC una metodología estándar, conocida y evaluada mundialmente, se convierte en la herramienta óptima para aplicar al problema de investigación según el problema planteado, algunas herramientas que acompañan esta metodología son: diagrama de flujo, el cual se enfoca en el proceso de solicitud de materiales, escogido para esta investigación ya que permite una evaluación completa del flujo del proceso actual, con la finalidad de encontrar los puntos de mejora que se pueden instaurar para tener un control efectivo y un proceso eficiente.

3.1.1 Diagrama de Flujo

Una herramienta ingenieril para poder analizar e identificar problemas, es El análisis del árbol de problemas, llamado también análisis situacional o simplemente análisis de problemas, la cual es una de las herramientas fundamentales en la planificación, especialmente en proyectos, la cual ayuda a encontrar soluciones a través del mapeo del problema. Identifica en la parte inferior, las causas o determinantes y en la parte superior las consecuencias o efectos.

3.1.1 Análisis de árbol de problemas

Una herramienta ingenieril para poder analizar e identificar problemas, es El análisis del árbol de problemas, llamado también análisis situacional o simplemente análisis de problemas, la cual es una de las herramientas fundamentales en la planificación, especialmente en proyectos, la cual ayuda a encontrar soluciones a través del mapeo del problema. Identifica en la parte inferior, las causas o determinantes y en la parte superior las consecuencias o efectos.

3.1.2 Diagrama de Ishikawa

Otra de las herramientas es el diagrama de Ishikawa, más conocido como el diagrama de causa y efecto, el cual se enfoca en el diagnóstico del proceso de control de herramientas, la funcionalidad de esta herramienta radica en la visibilidad que da al investigador del proceso actual de la empresa y como este puede afectar las acciones subsecuentes y la afectación que se da de las acciones entre sí. Ya que este diagrama permite tener varios enfoques y funcionalidades, se pretende utilizar para identificar las causas de desperdicio y los sobrantes que generan repercusión en las pérdidas.

3.1.3 Lluvia de ideas

Posteriormente a la visualización del proceso productivo se decide realizar una lluvia de ideas para conocer las causas que originan la problemática de la compañía, para dicha lluvia se busca la participación de personas clave, las cuales estén relacionadas directamente con el proceso productivo, con ello se determina una lista de los posibles problemas que aqueja la organización.

3.1.4 Diagrama de Pareto.

Este diagrama es utilizado para la definición de la criticidad individual dentro de una lista de elementos de acuerdo con su participación en el impacto general. La interpretación de la información que se genera con este diagrama facilita la toma de decisiones al definir con cuáles elementos es posible obtener un impacto positivo mayor al ser intervenidos.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

(Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013)

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

Una vez definido el problema, se establecen una serie de herramientas con el fin de medir cualitativa y cuantitativamente el comportamiento presente en ese momento en la organización, con este fin, se eligen las herramientas desarrolladas en la metodología DMAIC, utilizando específicamente los conceptos de Medir y Analizar.

Para Medir se emplean herramientas como visitas a la empresa y entrevistas a los colaboradores clave de la empresa, lluvia de ideas; y Analizar por medio del diagrama de Ishikawa y el diagrama de flujo de procesos.

Del concepto Medir es importante destacar que se utiliza para establecer lo que se va a medir, actualmente la empresa maneja reportes históricos en los cuales se puede medir la productividad del taller de servicios en los últimos se meses en las cuales se puede evidenciar la baja productividad que actualmente se está presentando en el taller de servicios.

3.2.1 Entrevista

Las herramientas seleccionadas para establecer los rangos de medición y determinar los factores a medir son las visitas a la empresa y las entrevistas a la gerencia de servicios, coordinador del taller y al personal técnico, quienes son un recurso muy importante para entender y retomar información del proceso de servicios. Sin embargo, se está anuente a incluir más factores que se consideren necesarios durante el desarrollo del proyecto.

Al entrar en detalle sobre la entrevista, es necesario destacar que es una técnica muy conocida y consiste en que un entrevistador visita a la persona que posee la información para realizarle una serie de preguntas preparadas relativas al tema de interés, y de esta manera registra las respuestas para lograr obtener la mayoría de la información. Con ayuda de las entrevistas se proyecta obtener comentarios, opiniones o inclusive sugerencias de cómo se debe mejorar el sistema de control de inventarios y por ende la gestión que pueda estar causando inconvenientes a la empresa.

3.2.2 Visita a las instalaciones

De la visita al taller de servicios es importante destacar que se va a utilizar como herramienta para diagnosticar los procesos actuales del departamento, las áreas de

trabajo, la cantidad de personal que hace cada función y otros datos importantes que se consideren de impacto durante las visitas a la empresa.

En esta etapa se buscan los detalles de funcionamiento, la estabilidad del proceso, los puntos críticos y el comportamiento en general del problema que se quiere estudiar.

3.2.3 Control total de productividad

Parte de las debilidades del departamento de servicios se refleja en la baja productividad que se presenta mes con mes, debido a la falta de controles diarios que brinden información, y que obliga a generar un monitoreo constante de los trabajos que se estén realizando, para lo cual se aplica un control total de la productividad para conocer el rendimiento del departamento y a la vez determinar cuáles factores tienen mayor incidencia en la productividad presentada.

3.2.4 Control de eficiencia de trabajos

Al momento de definir el problema, se evidencia que uno de los posibles aspectos que afectaban la organización eran los tiempos de trabajo, de manera que se decidió hacer un monitoreo de las principales actividades con el fin de valorar su comportamiento de forma cuantitativa.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

El concepto de mejora es el proceso meta mediante un diseño de soluciones creativas para corregir y prevenir problemas, crear soluciones innovadoras con las cuales es posible iniciar con el proceso de corrección, para este punto no existe una

metodología identificada, sin embargo, se pretende proponer la implementación de herramientas administrativas que contribuyan con la mejora de la productividad del departamento.

En esta etapa se realiza un análisis de los resultados encontrados en la fase anterior, para lo cual se transfiere dicha información en gráficos que orienten la interpretación de los resultados obtenidos, así se proyectaron los gráficos que se detallan en los siguientes apartados.

3.3.1 Medir

En la etapa de medición del DMAIC se utilizarán las herramientas que permitan conocer la situación actual del proceso en estudio, en este caso en especial, la medición se llevará a cabo por medio de los indicadores de gestión con los que cuenta, actualmente, la empresa; así mismo se considerará el tiempo para llevar a cabo el proceso.

3.3.2 Evaluación de la productividad

Mediante un control desarrollado durante 6 meses se obtienen los datos históricos de la productividad del departamento de motores en servicios, estos datos se analizan en el software Excel y se obtienen indicadores de productividad para evaluar el comportamiento de la compañía.

3.3.3 Diagrama de Flujo

Se utilizará para el análisis es el Diagrama de Flujo, se puede decir que es una excelente herramienta para comprender los procesos a seguir, así como para identificar los posibles errores antes del desarrollo de las tareas. Con esta herramienta se tratará de reflejar la secuencia lógica de los procesos en el departamento de motores en el área de servicios, para entender la forma de recopilar información.

3.3.4 Capacitaciones

Mediante capacitaciones se pretende informar al personal técnico, los nuevos procesos enfocados en mejorar la productividad con la finalidad de estandarizar los trabajos y alinear al personal con la mejora continua del departamento y a su vez concientizar a los operarios con los procesos y transparencia de información.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez analizada la situación y la problemática actual, se establece implementar la siguiente estrategia, la cual ataca en mayor medida las causas que originan la problemática detectada.

La estrategia que se implementará será un plan piloto que realizará actividades que busquen dar los pasos a seguir en el departamento de servicios, así como las mejoras en los procesos, que conlleven recopilar de una mejor forma la información y a mejorar la productividad del departamento.

La implementación se planea realizar por medio de fases, iniciando con una visita a al departamento en la que se entrevista a las personas claves de los procesos, con lo cual pretende obtener información específica sobre los procesos actuales, controles y métodos de trabajo existentes, incluyendo además información que los colaboradores consideren importante para el desarrollo del proyecto (ejemplos de casos, históricos de procesos, entre otros).

La segunda fase comprende analizar los procesos de recopilación de información, que permita objetivamente tener un panorama claro de lo que se quiere tener en la compañía de igual manera valorar la efectividad de los mismos, además de valorar si los procesos se cumplen tal y como están descritos actualmente.

Como tercera fase se propone la revisión de datos encontrados, esto se puede llevar a cabo mediante un acercamiento con gerente de servicios y el coordinador del

departamento para analizar los resultados de las métricas aplicadas a valoración de los procesos actuales.

Para la cuarta fase, como cierre del ciclo, se presentan las propuestas de mejora a la administración y al departamento; en relación con la implementación de las mejoras que se proponen, se debe estipular cuál es la mejor manera de efectuarlas, un plan piloto es una de las opciones que se manejan a la hora de utilizar la metodología Six Sigma en los proyectos, esta herramienta puede acompañarse de un diagrama de flujo para dar seguimiento a dicha propuesta e implementación.

Las herramientas también ayudarán a la documentación de la empresa en materia de implementación de proyectos, y se deberá calendarizar los procesos según los resultados que se quieren seguir en la culminación de la implementación de las mejoras.

Preliminarmente se tomará en cuenta la participación del personal administrativo, y técnico del del departamento de servicios en la implementación de las nuevas propuestas de mejora, pero existe la apertura de agregar funciones a otros colaboradores que se consideren necesarios para llevar a cabo con éxito esta implementación.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

En este punto se lleva a cabo la última etapa del DMAIC.

Controlar al igual que las demás etapas, es sumamente importante, sin un buen control, las implementaciones de todas las fases anteriores podrían ser en vano, es, por eso, que se requiere una metodología de control y verificación que permita observar el comportamiento de las mejoras efectuadas. En esta etapa se debe mantener el control sobre las operaciones del departamento. En esta fase se debe

verificarse y estar constantemente controlando los posibles indicadores del comportamiento.

3.5.1 Control de productividad

Se propone realizar análisis de quincenales de las métricas con el objetivo de controlar comportamiento productivo del departamento. Para su funcionamiento el gerente de servicios en conjunto con el coordinador del departamento serán los responsables verificar esta información que brinda el personal técnico que se generan al día, a partir de esa información la plantilla genera información mensual con indicadores y gráficos de productividad. La información generada con esta aplicación será tomada como insumos para la toma de decisiones.

3.5.2 Entrenamiento al personal

Se capacita a las personas que forman parte de la organización para que le den seguimiento a las metodologías que se han puesto en práctica, proceso que con posterioridad se irán evaluando mediante auditorías internas que se programarán periódicamente.

3.5.3 Comunicación y visualización

Para propiciar una continuidad e involucramiento de todo el personal técnico con la mejora de los índices de productividad, se propone mostrar los indicadores de productividad de forma mensual en una pantalla o bien en una pizarra informativa, para los mismos técnicos vayan visualizando sus indicadores individuales y se comprometan con la mejora de los mismos.

CAPITULO IV
LÍNEAS BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El funcionamiento del proceso productivo del departamento de servicios en el Taller de motores de Distribuidora Cummins se basa en solventar las necesidades que presente la clientela mediante la prestación de servicios a través de la ejecución de operaciones técnicas, mantenimientos preventivos y correctivos de las distintas familiar de motores Cummins.

Este proceso se caracteriza por presentar mucha variabilidad, ya que los trabajos solicitados suelen presentar condiciones muy diversas, principalmente en el tipo de operación, ya que se pueden presentar diversos tipos de fallas, ocasionando que factores como el tiempo de duración, cantidad de piezas y la materia prima presenten un comportamiento poco regular.

Como complemento al proceso operativo, se implementan algunas tareas administrativas las cuales sí tienen un comportamiento regular, independientemente del trabajo que se vaya a realizar.

En la ilustración 6 se presenta un diagrama SIPOC del proceso productivo del departamento, en el cual se especifican los elementos y personas implicadas a nivel general tanto en funciones operativas como administrativas.

Diagrama de SIPOC:

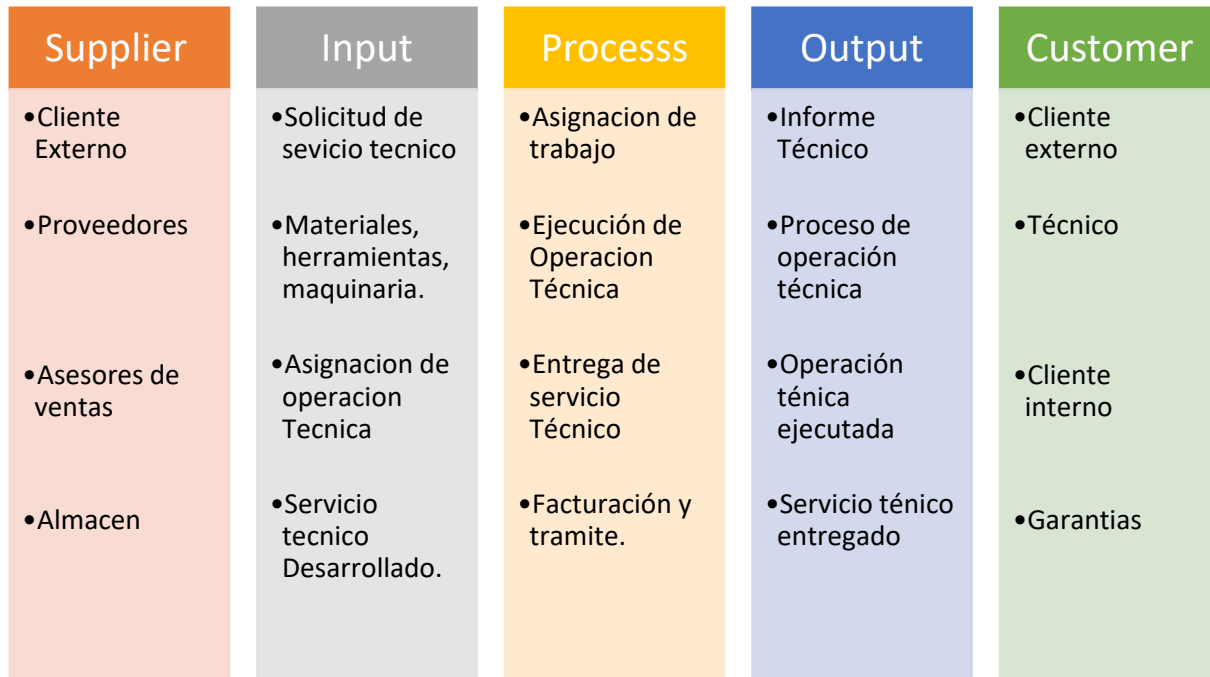


Ilustración 6. Diagrama de SIPOC

Según se observa en la figura anterior, el funcionamiento de este departamento está segregado en 4 procesos generales en los cuales se recibe la solicitud del servicio; se asigna a cada técnico el trabajo, se ejecuta, se entrega el servicio solicitado y se cierra la orden de servicio y se factura el trabajo realizado. En estos procesos participan el cliente externo, los proveedores, el almacén de partes, el jefe del taller, el técnico y el asistente administrativo.

4.1.1 Detalle del proceso productivo

Este proceso inicia a partir de la necesidad presentada por el cliente, la cual se puede presentar por una llamada para solicitar el servicio técnico a la central telefónica o bien más comúnmente se contactan directo al coordinar del taller, dicha solicitud es analizada por el coordinar del taller, quien verifica si es garantía de fábrica, o bien es un servicio regular de reparación, en este último caso el coordinar le brinda el costo del diagnóstico al cliente, de darse una respuesta positiva, se toma nota de la información de la unidad, y se agenda la cita según espacio de taller y capacidad técnica, caso contrario se finaliza la gestión.

De confirmarse la contratación, se prosigue con la coordinación del proceso operativo, esta etapa es realizada por el coordinador del taller, el cual asigna el trabajo de diagnóstico de la unidad a uno de los técnicos disponibles según las competencias técnicas de la persona quien realizar el trabajo. Una vez realizado el diagnostico, el coordinar del taller realiza la oferta por la reparación de la unidad, y se la presenta al cliente, el cual toma la decisión de si acepta o no el servicio de reparación del motor, de darse una respuesta positiva se procede con la siguiente etapa, en caso contrario se realiza la apertura de la orden de trabajo, se realiza la factura por el diagnóstico y se gestiona el cobro y se finaliza la gestión.

Como paso siguiente, se realiza el proceso administrativo de apertura una orden de trabajo, se gestiona la solicitud de partes al departamento del almacén, posteriormente el coordinador asigna el trabajo a uno de los técnicos, dependiendo de la disponibilidad y de la capacidad técnica del personal. El técnico asignado retira las partes requeridas del almacén, y posteriormente ejecuta el proceso de reparación. En algunas ocasiones el coordinador debe intervenir en el proceso de ejecución, dependiendo de la complejidad del proceso técnico.

Una vez finalizado el proceso operativo, el coordinador se comunica con el cliente para coordinar la entrega del trabajo, con esto el cliente se apersona nuevamente a las instalaciones de la empresa, revisa los resultados del trabajo. Una vez aceptado

y firmado el reporte de servicios, el departamento administrativo procede a cerrar la orden de trabajo y emite la factura respectiva.

En la ilustración 7 se muestra el diagrama del proceso productivo del departamento de servicios del Taller de Distribuidora Cummins Centroamérica Costa Rica.

Ilustración 7a. Diagrama de Flujo: Fuente: Elaboración propia

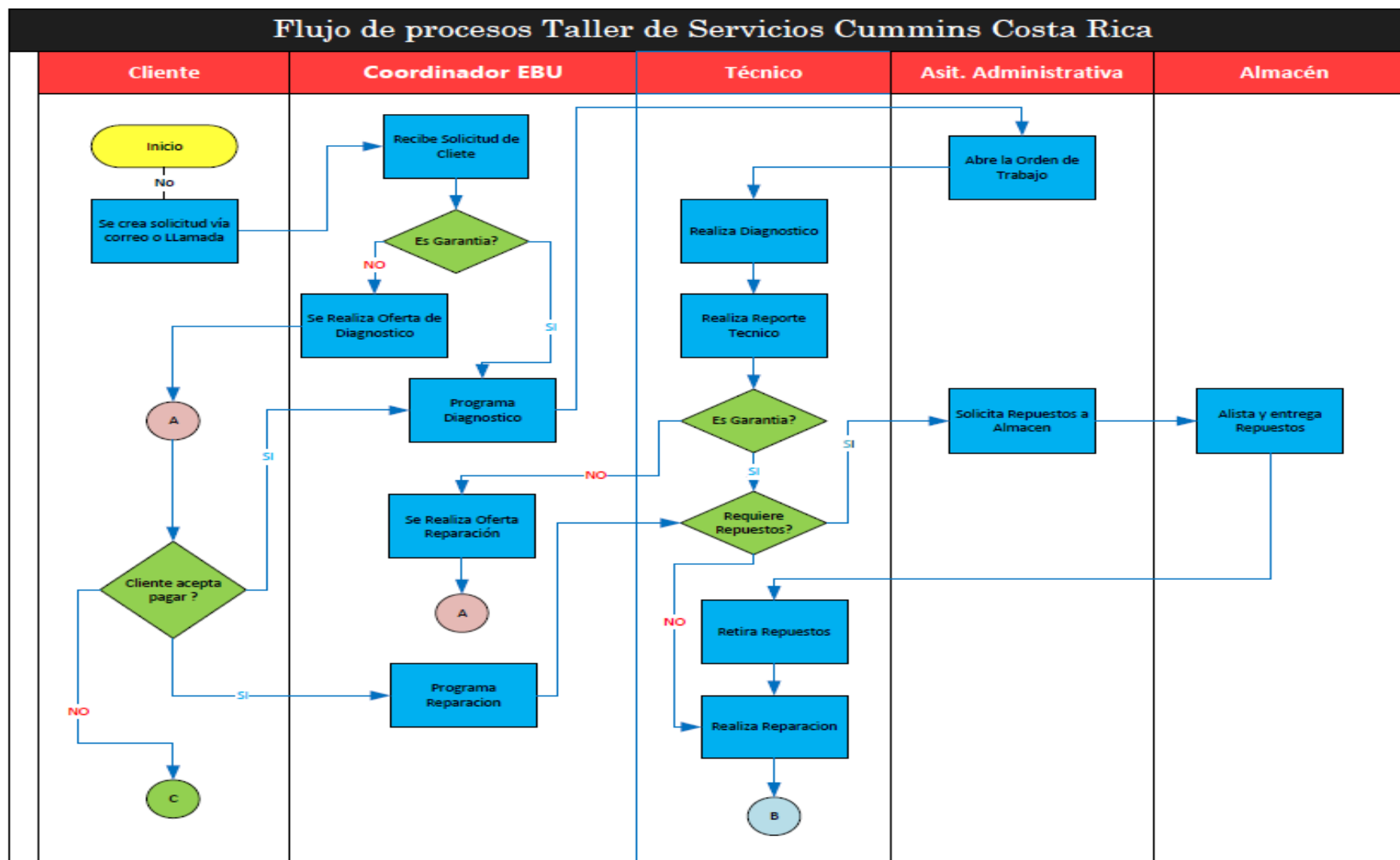
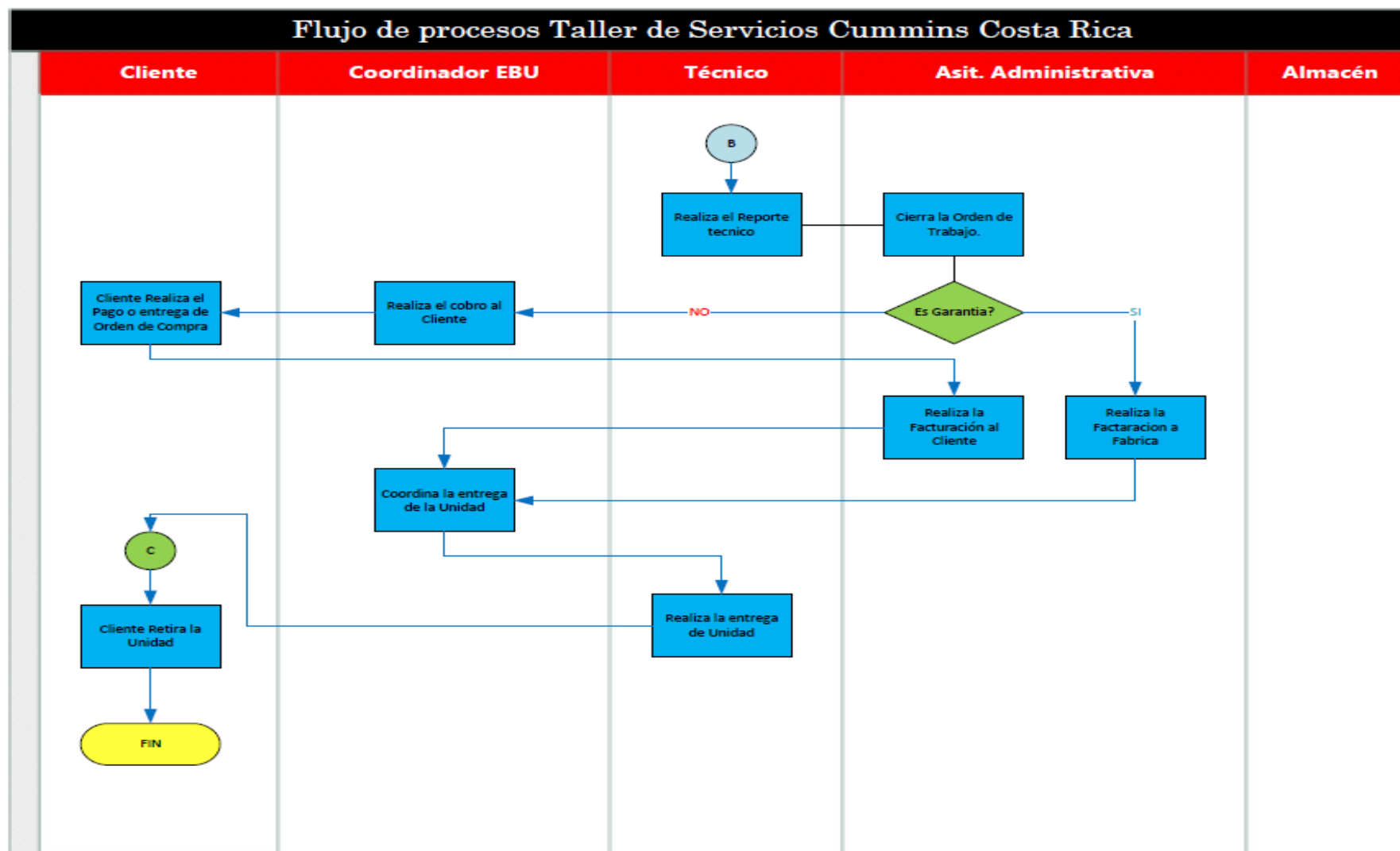


Ilustración 7b. Diagrama de Flujo: Fuente: Elaboración propia



4.2 KPIS, INDICADORES DE CLAVE DE RENDIMIENTO.

El término KPI, siglas en inglés de: Key Performance Indicador, cuyo significado en español es Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño. Este indicador o hace referencia a una serie de métricas, que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en un negocio. Esto con el fin de tomar decisiones y determinar aquellas que han sido las más efectivas en el momento de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto.

Las horas suministradas por los técnicos se dividen en cuatro categorías:

Horas A:

Estas son las horas que lo técnicos invierten en las órdenes de trabajo que son facturadas y pagadas por lo clientes.

Horas B:

Estas son las horas que los técnicos invierten en una orden de trabajo, pero no son cobradas a cliente final en la facturación.

Horas C:

Estas son las horas en que los técnicos están disponibles, pero no son invertidas en ningún trabajo facturable.

Horas D:

Estas son horas en que los técnicos cuentan con goce de salario, pero no se encuentran trabajando en la compañía, como, por ejemplo, vacaciones o incapacidades.

En la ilustración 8 se muestra en forma gráfica las categorías de las horas registradas:

Categoría de Horas

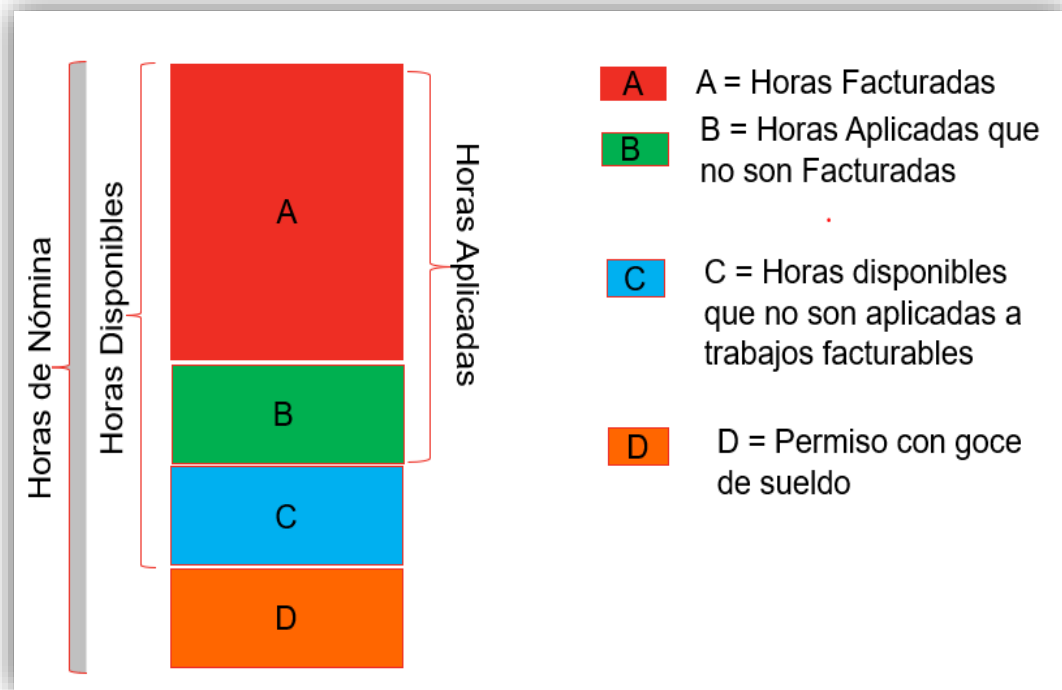


Ilustración 8. Categorías de horas, Fuente: Brindada por la Compañía Cummins

4.2.1 Indicadores Taller Cummins

1. Productividad

En el taller de servicios de Distribuidora Cummins cuantifica la productividad de los técnicos de servicios sumando las horas facturadas y dividiéndolas entre las horas disponibles de los técnicos, este análisis se realiza una vez al final de mes y se envía el reporte al departamento de servicios y soporte a nivel centroamericano.

Formula:

$$\text{Productividad} = A / (A+B+C)$$

$$\text{Productividad} = [\text{Horas facturadas} / \text{Horas Disponibles}] \times 100$$

2. Relación T/B

La relación T/B o total a facturación por sus siglas en inglés, este indicador mide que tan bien convierte el taller las horas de nómina en horas con cargo, es decir que tan bien se usan las horas de mano de obra. A menor relación T/B menor ingreso al taller, para este indicador se suman las horas totales de los técnicos y dividen entre el total de horas a facturar.

Formula:

$$\text{Relación T/B} = (A+B+C+D) / A$$

Relación T/B = Horas totales / Total a facturación

3. Utilización de la Mano de Obra

Esta medición refleja el grado al cual el taller de servicios mantiene la mano de obra aplicada a tareas productivas. A menor utilización de mano de obra, el costo más elevado para la marcha del taller, para este indicador se suman las horas facturadas de los técnicos y se dividen entre las horas disponibles.

Formula:

$$\text{Utilización de Mano de Obra} = (A+B) / (A+B+C)$$

Utilización de Mano de Obra = [Horas Facturadas / Horas Disponibles] x 100

4. Eficiencia de Facturación

La eficiencia de facturación mide lo que se factura en el taller de servicios al cliente final, contra la mano de obra que ha sido puesta en el trabajo, al mejorar este indicador se mejora la rentabilidad general del departamento de servicios, para este indicador se suman las horas facturadas de los técnicos y se dividen entre el total de horas aplicadas.

Formula:

$$\text{Eficiencia de Facturación} = A / (A+B)$$

$$\text{Eficiencia de Facturación} = [\text{Horas Facturadas} / \text{Horas Aplicadas}] \times 100$$

Detalle de órdenes de Trabajo

Para el presente trabajo el departamento de servicios de Distribuidora Cummins nos brinda información de las ordenes de trabajo facturadas de los meses de junio del 2019 a noviembre 2019, en estos 6 meses se logra recopilar información para realizar análisis y determinar el bajo porcentaje de productividad del departamento de motores del taller de servicios.

En el siguiente grafico se va a mostrar la cantidad de órdenes de trabajo facturadas para los meses de junio a noviembre del año 2019:

Gráfico Total de Ordenes Facturadas

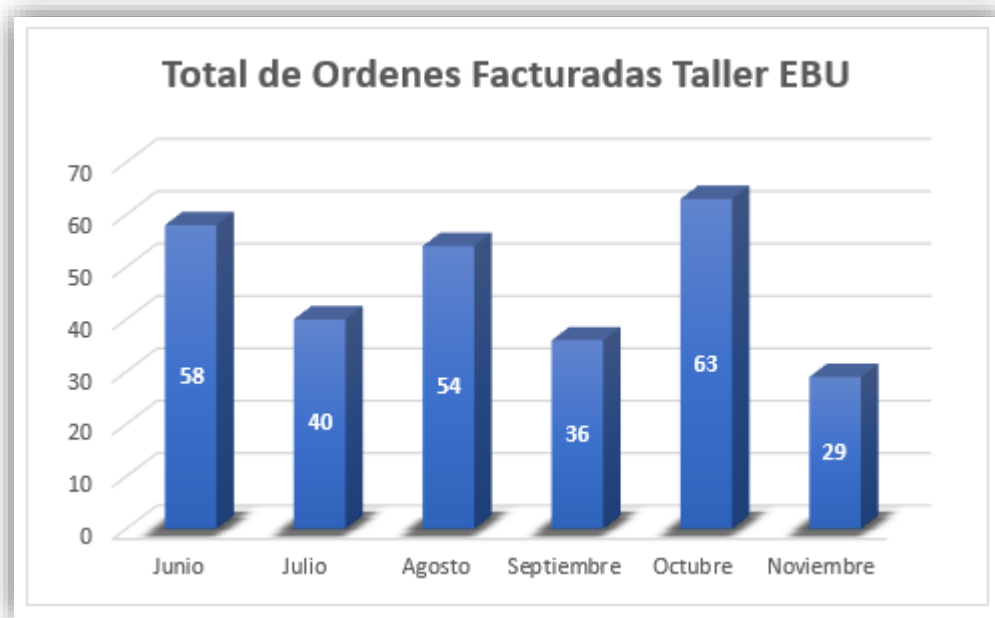


Ilustración 9. Gráfico de % Productividad, Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la información que se observa en estas gráficas, se extraen las siguientes conclusiones:

- El promedio mensual de orden de trabajo facturadas es de 46.67 órdenes.
- En el mes de noviembre y según conversaciones con el jefe del taller mes de diciembre, se registran las cantidades más bajas de órdenes de trabajo facturadas del año.

4.3 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

4.3.1 Medición de la productividad

La gerencia regional y el departamento de Servicios y Soporte, solicita que los talleres de servicios de los Distribuidores Cummins a nivel Centroamericano deben de alcanzar al menos el siguiente objetivo:

Porcentaje de Productividad: $\geq 77\%$

A partir de la información recabada, de los informes históricas de los meses de junio del 2019 a noviembre 2019 se logra recopilar los datos de los indicadores claves de rendimiento para estos meses, los cuales se presentan a continuación:

Histórico de Productividad Últimos 6 meses

Tabla 1: Detalle de indicadores de clave de Rendimiento

Junio 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	566,1	Productividad	● 45%
Horas B	344,7	Ut. de Mano de obra	● 73%
Horas C	339,2	Eficiencia de Facturación	● 62%
Horas D	31	Relacion T/B	● 44%
Total	1281		

Septiembre 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	877	Productividad	● 70%
Horas B	71,5	Ut. de Mano de obra	● 76%
Horas C	307,5	Eficiencia de Facturación	● 92%
Horas D	27	Relacion T/B	● 68%
Total	1283		

Julio 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	901,2	Productividad	● 64%
Horas B	157,2	Ut. de Mano de obra	● 75%
Horas C	349,5	Eficiencia de Facturación	● 85%
Horas D	176	Relacion T/B	● 57%
Total	1583,9		

Octubre 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	842,9	Productividad	● 65%
Horas B	173,1	Ut. de Mano de obra	● 78%
Horas C	290	Eficiencia de Facturación	● 83%
Horas D	8,5	Relacion T/B	● 64%
Total	1314,5		

Agosto 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	844,5	Productividad	● 73%
Horas B	46	Ut. de Mano de obra	● 77%
Horas C	270,5	Eficiencia de Facturación	● 95%
Horas D	138	Relacion T/B	● 65%
Total	1299		

Noviembre 2019			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	777,5	Productividad	● 64%
Horas B	111	Ut. de Mano de obra	● 73%
Horas C	332,5	Eficiencia de Facturación	● 88%
Horas D	43	Relacion T/B	● 62%
Total	1264		

Fuente: Suministrado por Distribuidora Cummins

A partir de esta información brindada donde se detalla la cantidad de horas A, B, C y D de los técnicos en estos meses, se logra evidenciar los bajos porcentajes de los indicadores, también se logra visualizar que se utiliza un sistema de colores tipo semáforo, para identificar los bajos porcentajes según los niveles establecidos por la gerencia en el siguiente cuadro se detalla los niveles establecidos por la gerencia regional:

Tabla 2: Detalle de indicadores de clave de Rendimiento

Cuadro Informativo			
MEDICIONES	ROJO	AMARILLO	VERDE
PRODUCTIVIDAD	<69	=69-77	>77
UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA	<80	=80-85	>85
EFICIENCIA FACTURACIÓN	<82	=82-90	>90
RELACION T/B	<67	=67-75	>75

Fuente: Suministrado por Distribuidora Cummins

Para los objetivos del presente trabajo nos vamos a enfocar en el indicador de la productividad donde en la siguiente grafica vamos a enfocarnos en los porcentajes de productividad de los meses de junio 2019 a noviembre 2019, del taller servicios de motores de Distribuidora Cummins Costa rica:

Gráfico de % de Productividad

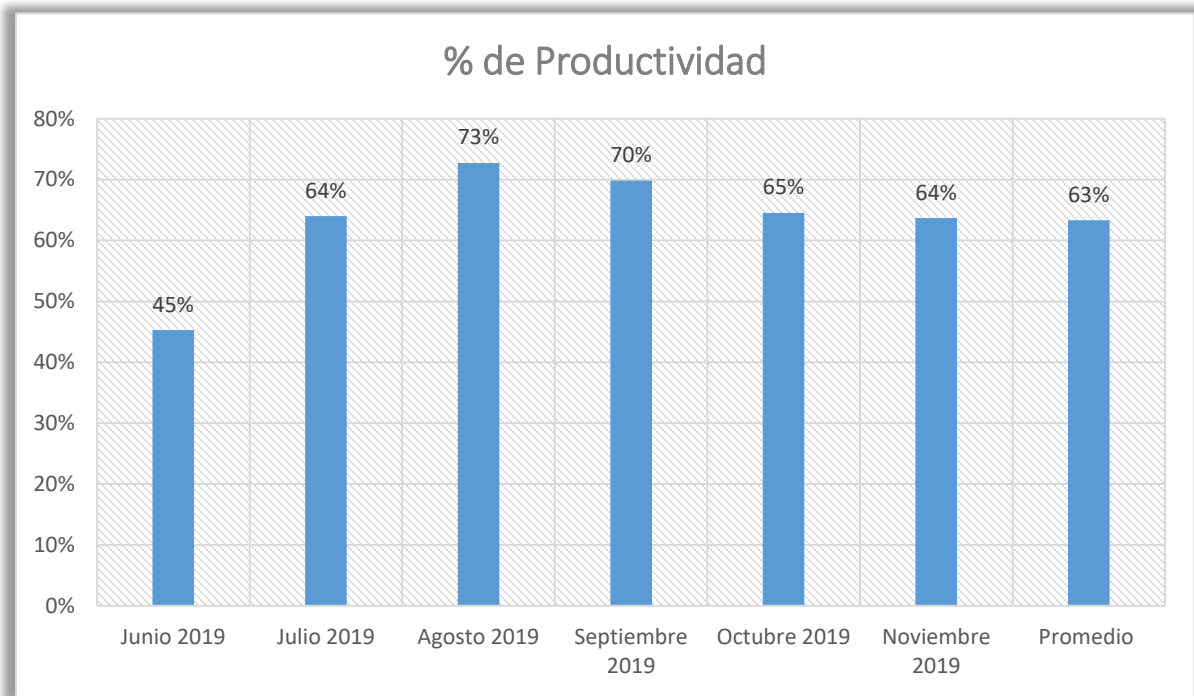


Ilustración 10. Gráfico de % Productividad, Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Resumen de Productividad:

Mes	%
Junio 2019	45%
Julio 2019	64%
Agosto 2019	73%
Septiembre 2019	70%
Octubre 2019	65%
Noviembre 2019	64%
Promedio	63%

Tabla 3: Resumen de Indicadores de Productividad, Fuente: Elaboración Propia

Según se muestra en el gráfico y en el cuadro resumen, presentados anteriormente de la productividad, así como los otros anteriores tienen porcentajes muy bajos, siendo el mes de agosto el más alto con un 73% y el mes de junio el más bajo con un 45%, dando un porcentaje promedio de estos 6 meses de un 63%. Este porcentaje es muy por debajo de la meta solicitada por la gerencia regional que es de un 77%.

4.3.2 Análisis de tipos de horas

Al realizar un análisis de la información anterior, se realiza un cuadro donde se visualiza el promedio de los diferentes tipos de horas aplicadas de los técnicos del taller en estos 6 meses, ya que se pretende realizar un desglose del tipo de horas y analizar en qué están invirtiendo el tiempo los técnicos del taller de servicios.

Tabla 4: Detalle de tipos de horas

Promedio meses: Junio 2019 a Noviembre 2019		
KPIS EBU		
Detalle de Horas		Detalle de tipos de Horas
Horas A	801,5	Horas Facturadas
Horas B	150,6	Horas Aplicadas, que no son Facturadas
Horas C	314,9	Horas Disponibles que no son aplicadas a trabajos Facturables
Horas D	70,6	Permisos con goce de salario
Total	1.337,6	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Detalle de porcentajes, tipos de horas.

Promedio meses: Junio 2019 a Noviembre 2019		
KPIS EBU		
Detalle de Horas		Detalle de tipos de Horas
Horas A	60%	Horas Facturadas
Horas B	11%	Horas Aplicadas, que no son Facturadas
Horas C	24%	Horas Disponibles que no son aplicadas a trabajos Facturables
Horas D	5%	Permisos con goce de salario
Total	100%	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico porcentaje, tipos de horas

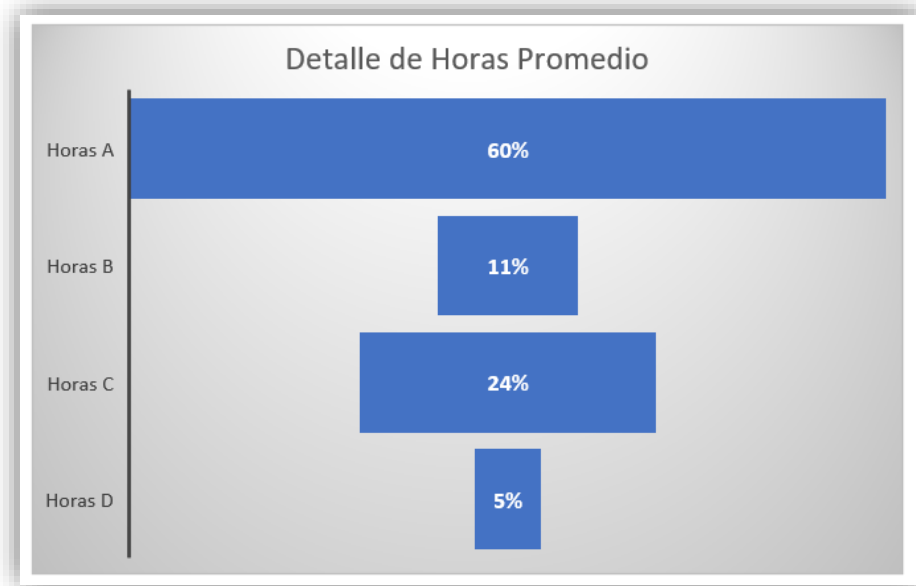


Ilustración 11. Detalle de tipos de horas, Fuente: Elaboración Propia

Según la información anterior, se logra evidenciar que las horas B; que son las horas aplicadas en orden de trabajo de los técnicos, pero no son horas facturadas ni cobradas al cliente, corresponde a un 11% de las horas totales, y las horas C; que son las horas disponibles de los técnicos, que no son aplicadas a trabajos facturables corresponden a un 24% de las horas totales de los técnicos del taller de servicios de motores en Distribuidora Cummins Costa Rica.

Al analizar la fórmula de la Productividad que dice que; La Productividad = $A / (A+B+C)$, podemos determinar que las horas B y C, afectan directamente el valor final de este indicador por lo que, si logramos minimizar la cantidad de estos tipos de horas, podremos aumentar el indicador de productividad del taller de Servicios.

4.3.3 Desglose de Horas tipo C.

En el siguiente gráfico, se va a desglosar las diferentes actividades en que los técnicos aplican este 24% de las horas tipo C.

Desglose de horas tipo C

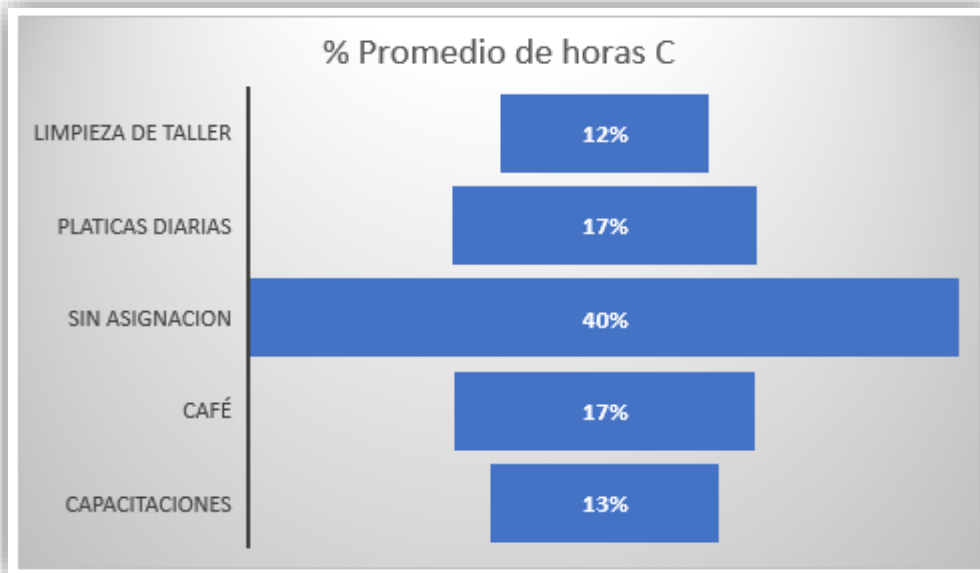


Ilustración 12. Detalle de tipos de horas C, Fuente: Elaboración Propia

Al recopilar la información brindada por los técnicos, de los últimos meses del año 2019, en el gráfico anterior se logra determinar las 5 actividades en las cuales los técnicos aplican las horas no asignadas a trabajos facturables, de las cuales se logra observar que:

- En la actividad Sin asignación; los técnicos emplean el mayor porcentaje de horas tipo C, con un total de 40% de estas horas.
- En las actividades: Café y Prácticas Diarias, los técnicos registran el 17% de horas tipo C, registrando un 17% en cada una de estas actividades.

Nota:

Las Practicas Diarias, son pequeñas charlas brindadas por el departamento de Salud Ocupacional, que se realizar diariamente a todo el personal del Distribuidor, en las que se tocan temas de seguridad y salud ocupacional, así como temas de interés de la empresa en general.

4.3.4 Desglose de Horas tipo B.

Este tipo de horas B corresponden a un 11% del total de horas registradas por lo técnicos en estos 6 meses, pero el departamento de Servicios de Distribuidora Cummins no lleva un detalle o control de las actividades o causas que logren determinar por qué se están registrando las horas tipo B en cada mes, debido a estas horas corresponden a las aplicadas a orden de trabajo pero que no son cobradas al cliente. Debido a que las causas no están determinadas por el departamento se realizan la siguiente lluvia de ideas, para lograr determinar las actividades por las cuales se registran este tipo de horas:

Causas de horas Tipo B

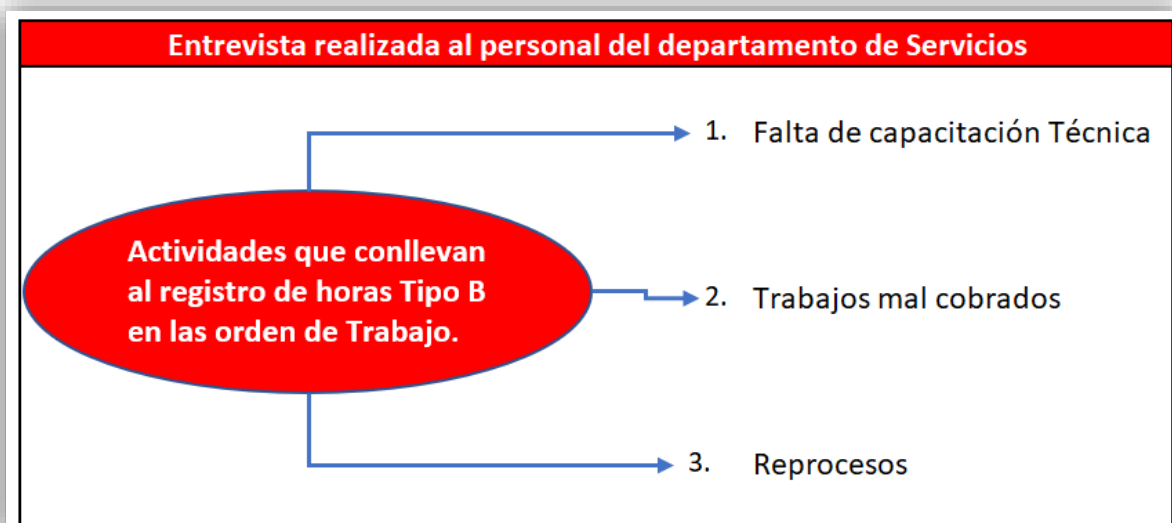


Ilustración 13. Causas de horas Tipo B. Fuente: Elaboración Propia

1. Falta de capacitación

La falta de capacitación técnica se puede presentar debido a que los técnicos no están capacitados en todos los distintos tipos de motores Cummins que se encuentran en el mercado costarricense, por lo que los técnicos pueden invertir más tiempo del que se está cobrando por la reparación de un motor.

2. Trabajos mal cobrados

Debido a que no se lleva un control de eficiencia de cada orden de trabajo, el jefe del taller puede estar cobrando menos del tiempo invertido por los técnicos al realizar un diagnóstico o una reparación.

3. Reprocesos

Debido a descuidos o un mal procedimiento de los técnicos, se pueden incurrir en más tiempo invertido en una orden de trabajo, o generar una orden de trabajo nueva por una garantía de mano de obra del taller.

Control de registro de horas de los técnicos.

En el departamento de servicios se lleva un control de las horas invertidas por cada técnico, en el cual informa mediante una hoja impresa las actividades diarias y el tiempo invertido en cada orden de trabajo. Los técnicos deben de entregar estos reportes a un asistente administrativo de forma diaria, para que esta persona pueda ingresar las horas invertidas de cada técnico del taller de servicios en un reporte en Excel.

En la siguiente ilustración se muestra el formato impreso mediante el cual los técnicos reportan sus actividades diarias:

4.4 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

Para identificar las causas de la problemática planteada en este proyecto, se implementan una serie de herramientas ingenieriles planteadas en el marco metodológico. Con la implementación de dichas herramientas se pretende conocer los factores que están desencadenando el problema y más allá de eso, determinar cuáles de esas causas están afectando en mayor medida con la situación presentada.

Para plantear las causas potenciales, inicialmente, se desarrolló una lluvia de ideas con la participación del Coordinador de Servicios, el jefe del taller, la asistente administrativa, y los técnicos del taller. Para ejecutar la lluvia de ideas se planteó la siguiente interrogante: ¿Qué situaciones están causando que la productividad del taller sea tan ineficiente? Al realizar esta consulta a los integrantes de este departamento se obtuvieron varias respuestas, se solicitó a los colaboradores que ponderaran aquellas causas cuantitativas bajo su frecuencia de ocurrencia y su impacto en el problema central bajo una escala de evaluación, según se detalla en la tabla número 6, bajo criterio experto indicaran su nivel de impacto, para erradicar esto desde la perspectiva de que la urgencia más alta indica que tiene un peso importante sobre la problematización por erradicar.

En la siguiente tabla se detallada la evaluación del impacto de las causas.

Tabla 6: Escala Evaluación.

Escala Evaluación de impacto en Problemática	
Gran Impacto	5
Impacto Medio	3
Impacto Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

• ,

En la siguiente ilustración se detallan las causas en una sola matriz donde se define su nivel de impacto según el criterio experto de los colaboradores.

Reporte de causas definidas.

Causas de la Problemática.	Frecuencia x Mes	Impacto.	Total.
1. Materiales			
1.1 Mal Stock de Repuestos.	14	5	70
1.2 Materiales defectuosos.	2	3	6
1.3 Tiempos de entrega altos.	11	5	55
1.4 Mala calidad de insumos.	4	1	4
2. Personal.			
2.1 Falta de capacitación.	5	5	25
2.2 Poco personal.	2	3	6
2.3 Falta de interes	12	5	60
2.4 Falta de supervisión.	1	1	1
3. Equipos.			
3.1 Equipos en mal estado.	13	5	65
3.2 Falta de Equipos.	5	5	25
3.3 Equipos obsoletos.	3	3	9
3.4 Falta de un sistema de medicion de horas automatico.	4	1	4
4. Medio Ambiente.			
4.1 Presencia de polvo debido a la ubicación del taller.	12	1	12
4.2 Baja iluminacion del taller.	12	1	12
4.3 Herramientas sin un espacio definido.	10	1	10
5. Procesos.			
5.1 Procesos ineficientes	18	5	90
5.2 Falta de precesos para cobro a clientes.	1	3	3
5.3 Atraso en entrega de reportes.	15	5	75
5.4 Falta de orden en las labores de los técnicos.	1	1	1
5.5 No se dan seguimiento a los pedidos	1	3	3
5.6 Falta de controles.	14	5	70
5.7 Procedimiento para retiro de partes muy tardado.	1	1	1

Ilustración 15. Matriz de Causas según su impacto en problemática.

Con el total resultante de cada causa se procede a enlistarlas de mayor a menor para generar una sumatoria de todos aquellos totales, su resultado se utilizará como divisor entre cada uno de los totales para obtener así el porcentaje que representa

cada una de las causas y fácilmente agrupar aquellas que generan el 84% del problema en Tipo A, las B de 88% a 100%.

Reporte de causas definidas clasificadas

Causas de la Problemática.	Total.	%	Suma	Tipo
5.1 Procesos ineficientes	90	15%	15%	A
5.3 Atraso en entrega de reportes.	75	12%	27,2%	
1.1 Mal Stock de Repuestos.	70	12%	38,7%	
5.6 Falta de controles.	70	12%	50,2%	
3.1 Equipos en mal estado.	65	11%	61,0%	
2.3 Falta de interés	60	10%	70,8%	
1.3 Tiempos de entrega altos.	55	9%	79,9%	
2.1 Falta de capacitación.	25	4%	84,0%	
3.2 Falta de Equipos.	25	4%	88,1%	B
4.1 Presencia de polvo debido a la ubicación del taller.	12	2%	90,1%	
4.2 Baja iluminación del taller.	12	2%	92,1%	
4.3 Herramientas sin un espacio definido.	10	2%	93,7%	
3.3 Equipos obsoletos.	9	1%	95,2%	
1.2 Materiales defectuosos.	6	1%	96,2%	
2.2 Poco personal.	6	1%	97,2%	
1.4 Mala calidad de insumos.	4	1%	97,9%	
3.4 Falta de un sistema de medición de horas automático.	4	1%	98,5%	
5.2 Falta de procesos para cobro a clientes.	3	0%	99,0%	
5.5 No se dan seguimiento a los pedidos	3	0%	99,5%	
2.4 Falta de supervisión.	1	0%	99,7%	
5.4 Falta de orden en las labores de los técnicos.	1	0%	99,8%	
5.7 Procedimiento para retiro de partes muy tardado.	1	0%	100,0%	

Ilustración 16. Detalle de causas por tipo.

Como se observa en la ilustración anterior producto de la ponderación se observan 8 causas calificadas como las que generan mayor impacto en la problemática planteada por lo que serán tipo A

1. 5.1 Procesos ineficientes
2. 5.3 Atraso en entrega de reportes.
3. 1.1 Mal Stock de Repuestos.
4. 5.6 Falta de controles.
5. 3.1 Equipos en mal estado.
6. 2.3 Falta de interés

7. 1.3 Tiempos de entrega altos.

8. 2.1 Falta de capacitación.

Seguidamente se observan 14 causas resultantes tipo B. La reducción del tipo A serán la base de este trabajo ya que logran impactar el 84% de la causa raíz del problema de productividad del taller. Basado en la información anterior se generó un Pareto utilizando los porcentajes obtenidos y se plasmaron en el siguiente gráfico.

Diagrama de Pareto

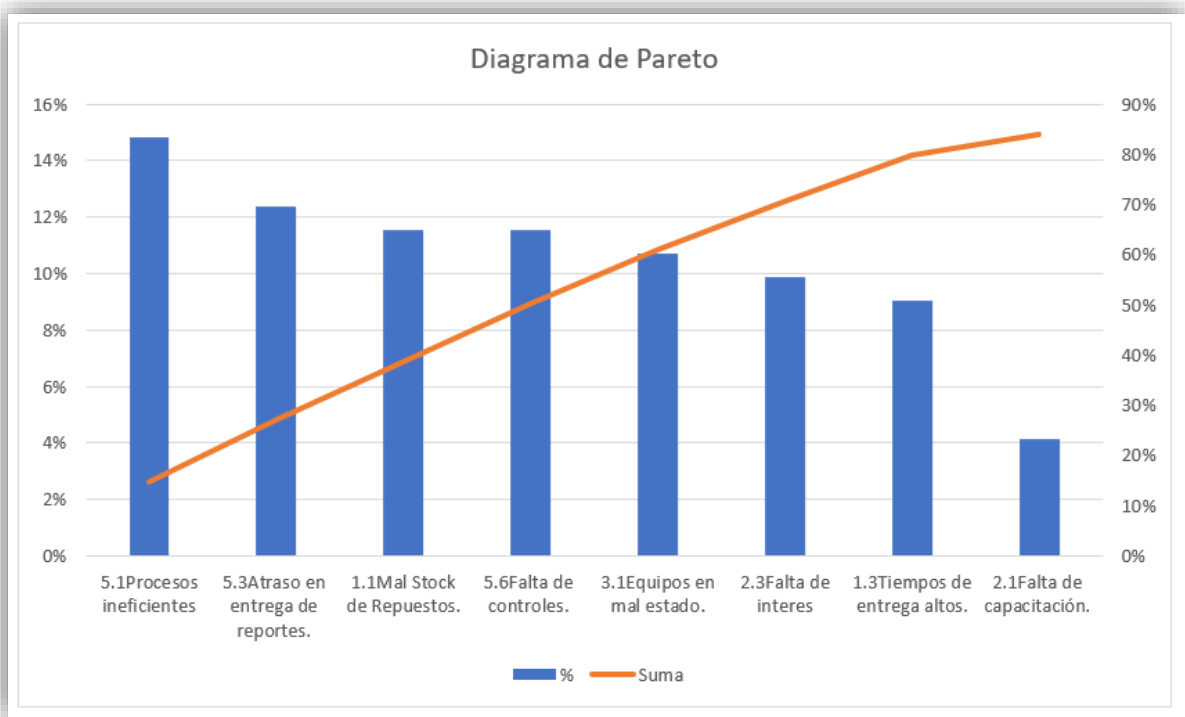


Ilustración 17. Diagrama de Pareto

Se logra observar que sólo el 15% de causas concentran más del 80% de la problemática. Lo que respalda positivamente el principio 80/20 mencionado por Wilfredo Pareto.

Posterior al análisis anterior de la información se trasladaron las causas definidas en un diagrama de Ishikawa, el cual se desglosó en 4 puntos clave para determinar los bajos niveles de productividad (proceso, materiales, personal, y equipo) con el objetivo de brindar un plan de acción para cada una de estas causas.

En la siguiente Ilustración número 18 se presenta el diagrama de Ishikawa resultante de dicho análisis.

Diagrama de Ishikawa



Ilustración 18. Diagrama de Ishikawa: Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Ishikawa arrojó que todas las áreas están siendo partícipes del problema, algunas de las principales conclusiones extraídas por cada área se detallan en los siguientes apartados:

4.4.1 Causas Relacionadas a Los Equipos

Con respecto a los equipos o maquinaria, se logran establecer dos causas que pueden afectar los tiempos de los técnicos para realizar una reparación:

Equipos en mal estado

La falta de mantenimiento o uso indebido de los equipos o maquinaria utilizada en el taller pueden ocasionar atrasos en las reparaciones de los motores, ya que en varias ocasiones deben de utilizar otras herramientas o equipos que no tienen la capacidad o facilidades que brinda los equipos dañados, provocando que el técnico invierta más tiempo en tareas de limpieza o de diagnóstico.

La Falta de equipos

La falta de maquinaria o equipos puede afectar los tiempos de reparación de una orden de trabajo ya que, debido a la falta de equipos para todo el personal del taller, los técnicos tienen que esperar que un compañero desocupe la herramienta o máquina para poder utilizarla, ocasionado tiempos muertos en las ordenes de trabajo.

4.4.2 Causas Relacionadas al Personal

Con relación al personal o mano de obra, se logran determinar dos causas que logran afectar la ineficiencia de la productividad.

Falta de capacitación

La falta de capacitación en varios modelos de motores Cummins afecta los indicadores de productividad del taller, ya que varios técnicos no cuentan con los conocimientos específicos para los diferentes tipos de motores Cummins,

ocasionando que se demora más tiempo determinando una causa raíz que provoque un fallo en el motor, o bien no tenga la experiencia necesaria para realizar algunos procedimientos necesarios para realizar el armado o reparación de un motor.

Falta de Interés

Si bien los técnicos están conscientes de los bajos indicadores en productividad del taller de servicios, no se sienten comprometidos o motivados para lograr alcanzar el número deseado por la gerencia general. Una de las causas de este bajo nivel de interés es que la información de los indicadores no se comparte abiertamente a todo el personal involucrado y tampoco son tomados en cuenta ni involucrados en decisiones que afecten directamente los procesos de trabajo del taller de servicios.

4.4.3 Causas Relacionadas al Proceso

Con respecto al proceso de reporte y entrega de los indicadores clave de rendimiento se establecen 3 causas que pueden afectar los índices de productividad del taller de servicios:

Procesos ineficientes

Los técnicos al iniciar las labores no están informados de cual orden de trabajo están trabajando, y en su lugar solo indican el nombre de cliente, en sus reportes de horas laboradas. Pero este puede llegar a ser un problema ya que en ocasiones los clientes pueden tener varias unidades en el taller y al momento de registrar las horas de los técnicos en cada Orden de trabajo no se tiene claridad a cuál trabajo corresponde, lo cual puede generar información errónea en los indicadores de productividad del departamento.

Atraso en entrega de Reportes

Al ser un reporte impreso, los técnicos en ocasiones se demoran días o incluso semanas para entregar estos reportes, ya sea porque están en una gira o bien se les olvida llenar estos reportes diariamente, debido a esto los técnicos tienen que reportar las horas y actividades que realizaron días o semanas atrás, pudiendo ocasionar que brinden información poco fiable, afectando con esto los indicadores de rendimiento del departamento.

Falta de controles

Debido a que no se lleva un control diario de las actividades y tiempos en los técnicos invierten en las órdenes de trabajo, no se está llevando un control de la eficiencia de cada trabajo, ya que solo se está midiendo la productividad general del departamento y no la productividad o eficiencia de los trabajos individualmente, pudiendo ocasionar pérdidas en algunos trabajos realizados.

4.4.4 Causas Relacionadas a Materiales

Stock de Repuestos

Los técnicos reportan que los trabajos se demoran varios días para poder realizar las reparaciones correspondientes debido a la falta de Stock de repuestos, debido a esto se tiene que generar pedidos de emergencia atrasando las actividades hasta 8 días, para poder continuar con la reparación. Debido a esto los técnicos deben de iniciar otros trabajos, dejando el trabajo anterior en pausa debido a la no disponibilidad de repuestos, provocando atrasos en la reparación de la unidad y en ocasiones esta situación provoca que otros técnicos tengan que terminar las reparaciones que otros compañeros de trabajo dieron inicio, generando atrasos en las reparaciones ya que los técnicos deben de informarse y familiarizarse con los procesos de reparación realizados por el técnico anterior.

Tiempos de entrega

Los técnicos del taller de servicio indican que sufren atrasos considerables cuando realizan el retiro de un repuesto en el almacén, ya que el personal del almacén siempre se encuentra ocupado y no los atienden de forma inmediata, provocando tiempos muertos en las reparaciones de los motores. Otro escenario reportado es que el departamento de contabilidad se demora varias horas o días para registrar un pedido de repuestos que se solicitó de emergencia. Por lo que, si un producto se solicita por emergencia y este haya ingresado al almacén, los técnicos deben de gestionar el retiro de los productos mediante una boleta de salida la cual deben de llevar varias firmas y aprobaciones correspondiente, lo cual conlleva a atrasos y procesos extra que los técnicos deben de incurrir para poder retirar un repuesto.

Detalle de causas y propuestas de mejoras.

En la siguiente tabla se resumen las causas críticas identificadas y las propuestas de mejora, que se van a desarrollar en el siguiente capítulo.

Tabla 7: Causas y propuestas de mejora.

Propuesta de mejora	
Causas críticas	Mejoras
Equipos en mal estado.	Cronograma y control de mantenimientos preventivos de equipos.
Falta de Capacitación	Realizar un Cronograma de Capacitaciones
Falta de interés	Propuesta para incentivar el interés del personal.
Bajo Stock de Repuestos	Sugerido de Stock de repuestos.
Procesos ineficientes	Propuesta de mejora en los procesos, y realizar un Flujograma.
Atraso en entrega de reportes	Rediseño del archivo de KPIs y control de reportes, utilizando carpetas compartidas en la nube.
Falta de controles	
Tiempos de Entrega	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA
SOLUCIÓN

5.1 PLAN DE PROPUESTAS DE MEJORA

En la etapa anterior se determinó que existen 4 causas críticas, las cuales presentan un mayor nivel de influencia con respecto al problema planteado. Como respuesta a esta situación se establece un plan de mejora, el cual se basa en implementar herramientas que estén dirigidas a mitigar dichas causas.

Para dar solución a estas causas que repercuten en la productividad y rentabilidad del taller de servicios, se han podido definir las posibles soluciones. Estas van desde crear procedimientos o mejorar los que ya están en funcionamiento para hacer procesos más ágiles, de manera que se reduzca el tiempo de los procesamientos, que permita la disminución de los tiempos, y a su vez que permita brindar un servicio de calidad el cual satisfaga a sus clientes, eliminando las tareas innecesarias, que no agregan valor, y que son propensas a errores.

Para solucionar los inconvenientes que se presentan se plantean las siguientes soluciones que pueden servir para varias causas.

5.1.1 Mejora en los Procesos

Una de las causas raíz que se analizaron en el capítulo anterior, se indicó que los procesos actuales, afectan en gran medida los indicadores de productividad del departamento de taller de motores, ya que estos impactan directamente en la información suministrada en el control de información de los KPIs. Se logran identificar 3 causas dentro de los procesos que afectan los indicadores, debido a esto se plantea las siguientes soluciones:

Una de las causas indicadas fue que los procesos son ineficientes, ya que los técnicos desconocen en que numero de orden de trabajo están trabajando y al entregar el informe de horas laboradas, la Asistente de Administracion no tiene claridad a que orden de trabajo ingresar las horas laboradas de cada técnico, por lo que se propone en primera instancia crear una boleta de trabajo la cual se detalle

en el apéndice A, en la cual el técnico va a conocer la información relacionada a la unidad incluyendo el número de orden de trabajo y pueda llevar un control de horas laboradas y trabajos realizados en cada una de las unidades.

De igual manera se establece un nuevo proceso para la recepción y asignación de unidades para que los técnicos antes de iniciar un nuevo trabajo siempre cuenten con el número de orden de compra al recibir la boleta de trabajo:

Flujo de Procesos Asignación de trabajos

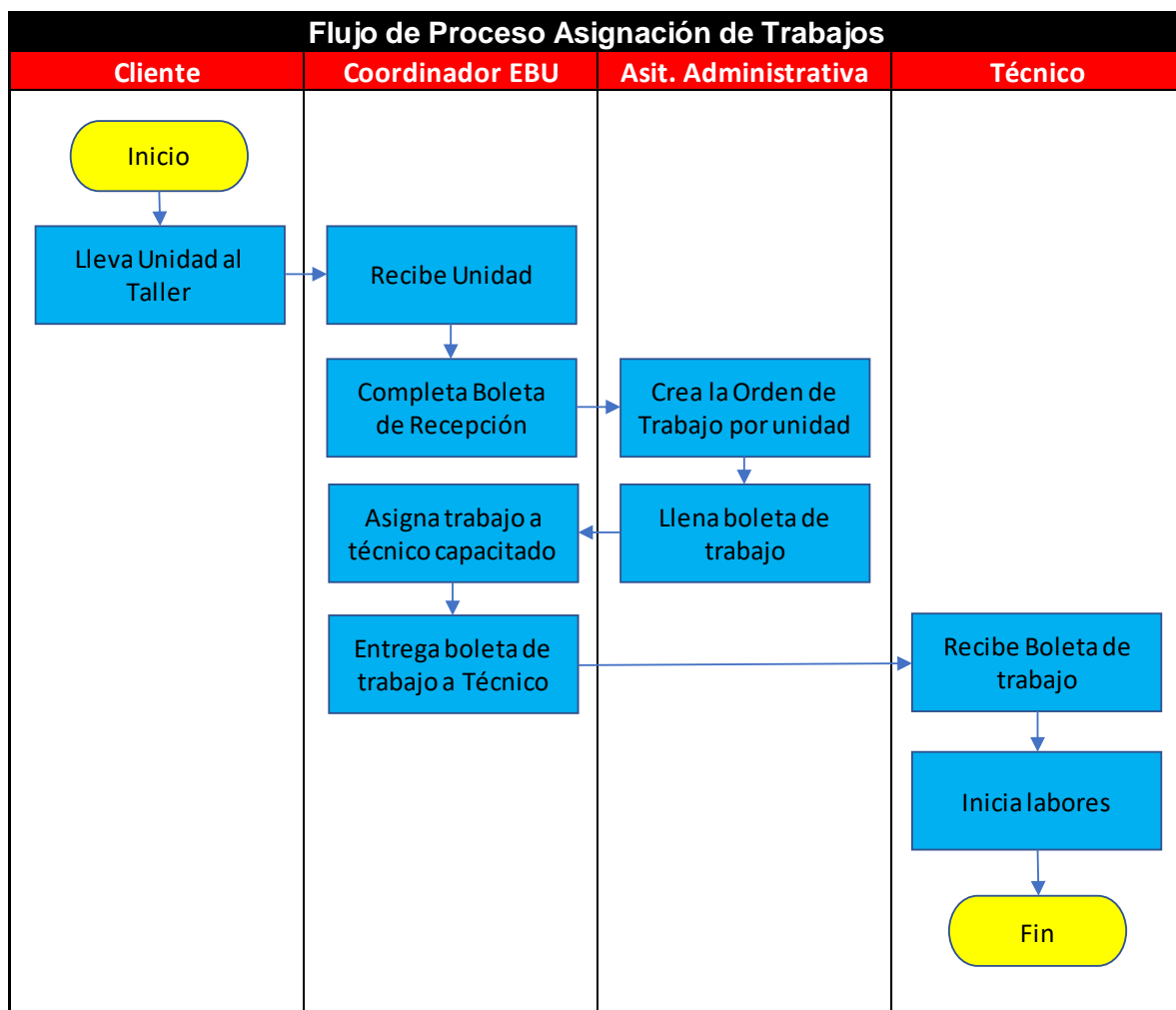


Ilustración 19. Flujo de procesos Asignación de trabajos: Fuente: Elaboración propia

El atraso en los reportes es un problema muy recurrente ya que los reportes de horas laboradas son escritos a mano y en muchas ocasiones son entregadas días o semanas después de haber realizado los trabajos, afectando la credibilidad de la información suministrada por cada técnico. Otro inconveniente indicado por la asistente administrativa es que los reportes al ser llenados a mano en varias ocasiones se presentan con manchas de grasa que dificultan la visibilidad y la escritura de algunos técnicos es poco legible, por lo que conlleva a ingresar información errónea en el control de mando de KPIs que se lleva en un archivo en Excel.

Estos reportes deben de ser entregados diariamente para que la información de las horas laboradas de los técnicos suministradas en estos reportes, sean lo más claras y reales posibles ya que esta información es la que refleja el indicador de productividad del departamento.

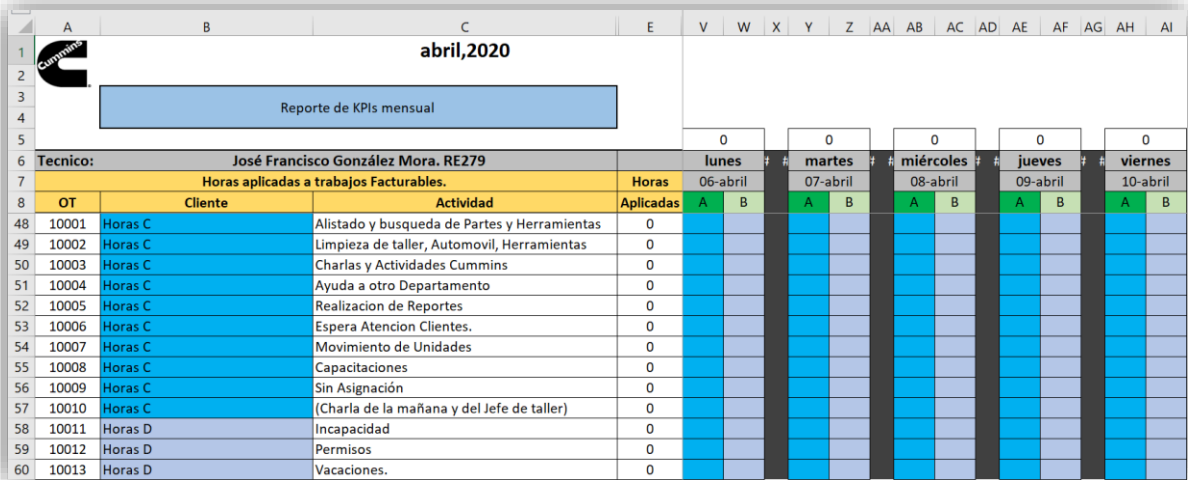
Para solucionar todos estos inconvenientes que generan los reportes escritos de los técnicos, se emplea el uso de la tecnología para mejorar esta parte del proceso, ya cada técnico cuenta con un equipo de cómputo, se crea en conjunto con el departamento de IT una carpeta compartida mostrada en la siguiente ilustración:

Carpeta compartida en la nube



Ilustración 20. Carpeta compartida en la nube: Fuente: Elaboración propia

Archivo Control de horas tipo C:



abril,2020					0		0		0		0		0	
Tecnico: José Francisco González Mora. RE279					lunes		martes		miércoles		jueves		viernes	
Horas aplicadas a trabajos Facturables.					06-abril		07-abril		08-abril		09-abril		10-abril	
OT	Cliente	Actividad	Horas	Aplicadas	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
48	10001	Horas C	Alistado y búsqueda de Partes y Herramientas	0										
49	10002	Horas C	Limpieza de taller, Automovil, Herramientas	0										
50	10003	Horas C	Charlas y Actividades Cummins	0										
51	10004	Horas C	Ayuda a otro Departamento	0										
52	10005	Horas C	Realizacion de Reportes	0										
53	10006	Horas C	Espera Atencion Clientes.	0										
54	10007	Horas C	Movimiento de Unidades	0										
55	10008	Horas C	Capacitaciones	0										
56	10009	Horas C	Sin Asignación	0										
57	10010	Horas C	(Charla de la mañana y del Jefe de taller)	0										
58	10011	Horas D	Incapacidad	0										
59	10012	Horas D	Permisos	0										
60	10013	Horas D	Vacaciones.	0										

Ilustración 23. Archivo Control de horas tipo C: Fuente: Elaboración propia

Según la información mostradas en las ilustraciones 21,22 y 23. el archivo en Excel creado para que cada técnico pueda llevar su control de horas laboradas por día, y asignarlas a una orden de venta que según el proceso mostrado en la ilustración N°19 el técnico ya tiene conocimiento del número de orden de compra antes de comenzar un nuevo trabajo.

El archivo Control de horas Laboradas por técnico elaborado en el software de Excel se crea de forma amigable, para que los técnicos que tenga mucha experiencia con este software puedan manipularla de forma fácil y sin complicaciones este archivo, de igual manera se protegen todas las celdas con fórmulas que llevan el conteo de horas, para que la información no se pueda manipular de forma consciente o involuntaria.

Como se muestra en la ilustración N°23 se crea un desglose más detallado de las horas tipo C, ya que, según conversaciones con los técnicos, estas son las tareas que más incurren, cuando no están trabajando en una orden de trabajo e impactan directamente en el indicador de productividad. Este desglose brindará información más detallada y dará un panorama más claro, del tiempo efectivo de los técnicos y facilitará la toma de decisiones para aumentar la productividad del departamento.

La creación de la carpeta compartida en la nube y el archivo de control de control de horas laboradas por técnico aportara grandes beneficios en el proceso de recolección y manipulación de la información, para alimentar el control de indicadores de rendimiento, entre los cuales se pueden nombrar:

- Información en tiempo real.
- Datos fáciles de manipular.
- Información real y detallada.
- Datos legibles.
- Mejora en los tiempos de entrega de reportes.
- Mejora en el tiempo de crear el reporte de horas.

Capacitación

Posterior a la creación de la carpeta compartida y del archivo de control de horas laboradas y de realizar varias pruebas de funcionamiento, se coordina con el jefe del área de motores, para agendar un día en el cronograma de trabajos del personal técnico del taller, para la realización de una capacitación en la sala de juntas del departamento de servicios, para los colaboradores que van a trabajar con este nuevo proceso y reportar sus horas en la carpeta compartida y el nuevo archivo de Excel.

Para esta capacitación se utiliza el proyector de la sala de reuniones, ya que con este medio visual se puede realizar la capacitación de una forma más ágil y practica para capacitar, ya que los presente en esta capacitación pueden seguir paso a paso la información brindada según se muestra en la siguiente ilustración:

Capacitación a los Técnicos de Motores:



Ilustración 24. Capacitación de personal: Fuente: Elaboración propia

Esta capacitación se programa con una duración de 3 horas, en las cuales se explica a los técnicos el nuevo proceso de asignación de trabajos, el cual incluye la boleta de trabajo y se guía a los técnicos para que tengan acceso a la carpeta compartida desde sus computadoras, y puedan acceder de forma fácil y segura. Posterior a esto se capacita al personal técnico en el uso del archivo de Excel de horas laboradas, para que ellos puedan usar este archivo e ingresar el detalle de horas laboradas por cada orden de trabajo y de las horas que no son aplicadas a una orden de trabajo, se evacuan todas las dudas planteadas por los técnicos y se realizan pruebas y ejemplos en tiempo real.

Al finalizar esta capacitación se documenta la asistencia de los técnicos en una hoja de asistencia mostrada en el apéndice B.

Actualmente no se está llevando un control diario, semanal o mensual, de las órdenes de venta que actualmente se están trabajando o facturando, ya que

solamente se revisa y analiza la productividad del departamento en general o de cada técnico al final de cada mes. Para comprender más a detalle del porque se están dando los niveles bajos de productividad en el departamento de motores se debe de llevar un control semanal de las órdenes de venta que se están trabajando, para conocer su nivel de eficiencia, ya que se no se controla la horas invertidas de los técnicos en comparación con las horas que se van a cobrar al cliente, esto repercutirá directamente en el indicador de productividad, por lo que en el reporte de control de indicadores que lleva la asistente administrativa en Excel, se crea una nueva hoja destinada a brindar más controles e información de las orden de venta tal como se muestran en la siguiente ilustración:

Control de Ordenes de Venta mes de marzo 2020

Centroamérica		Control de Orden de Venta Talle de EBU, del mes:		Marzo 2020		
#	Orden	Cliente	Horas Cobrada	H. Meses anteriores	Horas Laborada	% Eficiencia
22	CR-70219	RPM DIESEL	7,86		5	175%
23	CR-68645	GARANTIA TRACASA	13,11		8	164%
24	CR-69859	BUSMA	4,39		3	146%
25	CR-69851	BUSSETAS HEREDIANAS	10,75		8	134%
26	CR-70359	CABUS	31,82		26	122%
27	CR-69507	LA MAQUILA LAMA	7,17		6	119%
28	CR-69256	MATRA	35,72		30	119%
29	CR-70536	CARIBENOS LB1890	4,39		5	88%
30	CR-70324	DANIEL RIVERA	6,86		8	86%
31	CR-69628	CARIBENOS MATINA LB1901	4,78		6	82%
32	CR-69236	INVERSIONES GARRO	31,70		39	81%
33	CR-69685	DANIEL RIVERA	4,57		6	83%
34	CR-68114	SOCIEDAD PORTUARIA	27,36		34	80%
35	CR-69498	CARIBENOS LB2034	7,17		9	78%
36	CR-69072	DANIEL RIVERA	6,86		9	76%
37	CR-69530	TUASA SW03	3,41		5	74%
38	CR-68929	DANIEL RIVERA	18,29		26	71%
39	CR-69499	SERVI INDOOR	4,61		6	77%
40	CR-68939	DONALD MORA	14,34		20	72%
41	CR-69854	CARIBENOS LINEAS DEL ATLANTICO LB1880	9,56		12	78%
42	CR-68500	INVERSIONES PERMOSA(REPUESTOS TYCAR)	17,07		25	68%
43	CR-69848	CEMEX	9,56		15	64%
44	CR-69529	TRANSGOBA	7,17		12	60%
45	CR-70072	DANIEL RIVERA	24,97		46	54%
46	CR-66231	TUBOS CAMPEON	30,49		61	50%

Ilustración 25. Hoja Control Ordenes de Venta: Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la ilustración N°25 en donde se detalla la información de las órdenes de venta del mes de marzo del 2020, del departamento de servicios se puede evidenciar que existen orden de venta de las cuales se lleva una muy buena eficiencia ya que cobra un poco más de la horas invertidas, también se puede observar que existen casos en donde se llega a un 50% de eficiencia o menos, por lo que se está cobrando a los clientes la mitad o menos de las horas invertidas en la reparación de la unidad. Debido a estos indicadores de eficiencia tan irregulares, es por lo que el jefe del taller en conjunto con el gerente de servicios, deben de llevar el control un día a la semana de estas órdenes de venta, para en base a esta información que se muestra en este control de órdenes, tomar medidas preventivas para mejorar los porcentajes de eficiencia, impactando positivamente en el indicador de productividad del departamento.

Adicional a este control de eficiencia, esta nueva hoja de control de orden de venta brinda más información de las horas laboradas por los técnicos mostradas en las siguientes ilustraciones:

Control de Ordenes de Venta mes de marzo 2020

		Francisco		Daniel Camacho		Guido Rojas		Oswal Barrios		Wilder Pravia		Marco		Keylor		TOTAL	
		Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	Horas Ordinarias	De Horas	De Horas	
#	Orden	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
22	CR-70219	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
23	CR-68645	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	0
24	CR-69859	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
25	CR-69851	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0	8	0
26	CR-70359	0	0	0	0	14	0	12	0	0	0	0	0	0	0	26	0
27	CR-69507	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0
28	CR-69256	0	0	8	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
29	CR-70536	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0
30	CR-70324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	6	2
31	CR-69628	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	6	0
32	CR-69236	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	11	12	0	0	19	20
33	CR-69685	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
34	CR-68114	0	0	3	0	4	0	0	0	2	0	25	0	0	0	34	0
35	CR-69498	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	9	0
36	CR-69072	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
37	CR-69530	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
38	CR-68929	6	5	0	0	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	21	5
39	CR-69499	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0
40	CR-68939	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0
41	CR-69854	1	0	2	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	8	4
42	CR-68500	0	0	9	4	5	0	0	0	7	0	0	0	0	0	21	4
43	CR-69848	3	3	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11
44	CR-69529	0	0	1	0	2	5	0	0	0	0	2	2	0	0	5	7
45	CR-70072	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	20	14	0	0	32	14
46	CR-66231	7	3	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	45	0	60	3

Ilustración 26. Control Ordenes de Venta por Técnico: Fuente: Elaboración propia

En esta nueva hoja de control de orden de venta, también muestra la cantidad de horas invertidas en cada orden de venta por cada técnico. Esta información es importante ya que lleva el control de cuantos y cuales técnicos están invirtiendo horas en una orden de venta en específico, ya que por el roll de trabajo de este departamento, un técnico puede realizar el diagnóstico y desarme de un motor y otro puede realizar el armado y pruebas de funcionamiento, y por este motivo es importante llevar el control de horas invertidas en cada orden de venta por técnico, para que en caso que dé se tenga una baja eficiencia en una orden, saber a qué personal técnico pedir explicaciones.

Control de Horas C mes de marzo 2020

Detalle de tiempos muertos C	
ACTIVIDAD	HORAS
Limpieza de taller, Automovil, Herramientas	25
Charlas y Actividades Cummins	10
Ayuda a otro Departamento	5
Realizacion de Reportes	10
Espera Atencion Clientes.	30
Movimiento de Unidades	8
Capacitaciones	10
Espera para sacar repuestos	25
(Charla de la mañana y del Jefe de taller)	8
Total Tiempos muertos	131,00

Ilustración 27. Control Ordenes de Venta por Horas C: Fuente: Elaboración propia

Un nuevo indicador que se crea con esta nueva hoja de control de órdenes de venta es llevar el control detallado de las horas tipo C, que son las horas que los técnicos no emplean en trabajos facturables. Al segmentar estas horas más a detalle se logra identificar las funciones y actividades que más tiempo le consumen a los técnicos y se pueden tomar decisiones para disminuir este tipo de horas mejorando la disponibilidad de los técnicos, para emplearlas en trabajos más productivos y beneficios para el departamento.

Adicional a estos controles se implementa un indicador que mide y cuantifica las causas que conllevan a atrasos en la entrega de trabajos al cliente final, así como los atrasos en emitir la factura posterior a finalizar el trabajo, por lo que en a las

siguientes ilustraciones se detallan las principales causas, indicadas por el personal involucrado en estos procesos:

Control de Trabajos en proceso

Control de Trabajos en Proceso	
Autorización de Cliente	0
Espera de Repuestos	0
Trabajo Externos	0
Tiempo Extra	0
Compras Locales	0
Decisiones Internas	0
Otros	0
Total	0

Ilustración 28. Control de Trabajos en Proceso: Fuente: Elaboración propia

En la ilustración anterior se detallan las principales causas por las cuales se pueden atrasar la entrega de los trabajos, ya que según el gerente de servicios la reparación de un motor se puede demorar desde un día que sería la reparación de un trabajo menor, hasta 10 días hábiles que conllevaría realizar una reparación mayor de un motor. Una vez establecidos estos parámetros es importante llevar el control de los días de reparación de una unidad y de realizar un análisis de las causas en caso de que se presenten atrasos en las entregas.

Control de Horas C mes de marzo 2020

Control Facturación	
Entrega Doc.	0
Tiempo Exc.	0
Dec. Interna	0
Esp. cliente	0
Otros	0
Total	0

Ilustración 29. Control de Facturación: Fuente: Elaboración propia

Según la asistente administraba estas serían las causas por la cuales se presentan atrasos en la facturación, es muy importante cuantificar y analizar estas causas ya que, al cierre de mes el atraso en la facturación todos los trabajos del taller, provoca horas extras y atrasos en los procesos contables.

5.1.2 Mejora en el Personal.

Al conversar con el personal se detecta un poco nivel de interés por los indicadores de productividad del departamento y falta de motivación para aumentar los mismos, estas circunstancias pueden llegar a impactar directamente los resultados de la productividad del departamento por lo es importante mantener al personal motivado, e involucrado en los resultados y en la búsqueda de soluciones. Para este punto se plantea dos soluciones para involucrar al personal técnico

Una solución para despertar el interés e involucrar más al personal técnico, es mostrar los resultados de productividad del departamento de motores, así como los otros departamentos en una pantalla informática, que le permita a los técnicos conocer los indicadores del departamento, así como los indicadores personales, incentivando al personal a mejorar y buscar soluciones que conlleven a incrementar los indicadores tanto del departamento de motores así como los indicadores personales de productividad.

Se logra identificar una pantalla en el departamento de mercadeo que no se encuentra en uso, y el gerente de la compañía autoriza la colocación de esta pantalla en el departamento de servicios, para mostrar los indicadores mes con mes de los resultados del departamento.

En coordinación en el encargado del mantenimiento del edificio se logra ubicar un lugar idóneo para tanto el personal administrativo, así como todo el personal técnico tengo acceso a esta información que se prende mostrar en esta pantalla. En la

siguiente ilustración se muestra la pantalla colocada en el departamento de servicios:

Pantalla informativa del departamento de servicios



Ilustración 30. Pantalla de servicios: Elaboración propia

Capacitación del personal

La Falta de capacitación también es otro factor que afecta al personal de este departamento, Formar y capacitar a los empleados. Es primordial que los trabajadores puedan aumentar sus conocimientos y adquirir nuevas habilidades y competencias. Una formación continua garantiza mejores resultados, mayor productividad y mayor eficacia en la toma de decisiones y la resolución de problemas. Por lo que se realizan reuniones con el gerente de servicios y el jefe del taller, para realizar un análisis de total de capacitaciones necesarios para

los técnicos y el nivel de capacitación que cuenta cada técnico según los tipos de modelos de motores que actualmente se están atendiendo en el taller de servicios. Los tipos de Motores Cummins que tienen más demanda en el taller de servicios son los siguientes:

- Marine K19/K38/K50
- 4B3.9/6B5.9
- QST30 G-Drive Genset
- ISF2.8 CM2220
- ISF3.8 CM2220
- ISX CM570
- ISM CM570

Actualmente la empresa ofrece cursos en línea de estos tipos de motores para los técnicos se puedan capacitar y ampliar sus conocimientos en la siguiente ilustración se muestra el porcentaje de capacitación de estas diferentes familias de motores por técnico:

Control de Capacitaciones en Línea

Nombre del Técnico	Programas en Línea							
	4B3.9/6B5.9 (%)	QST30 G-Drive Genset (%)	Marine K19/K38/K50 (%)	ISF2.8 CM2220 (%)	ISF3.8 CM2220 (%)	ISM CM570 (%)	ISX CM570 (%)	Promedio
Albert Camacho Perez	100%	94%	100%	95%	82%	100%	100%	96%
Guido Rojas Rodriguez	92%	83%	60%	79%	82%	100%	100%	85%
Oswal Barrios Carazo	75%	77%	60%	77%	76%	100%	64%	76%
Wilder Pravia Talavera	50%	74%	60%	74%	76%	73%	60%	67%
Marcos Murillo Vasquez	0%	34%	60%	46%	47%	64%	52%	43%
Fancisco Gonzales Mora	0%	34%	65%	31%	32%	41%	32%	34%
Keilor Sandi Cerdas	17%	31%	15%	33%	34%	45%	36%	30%

Ilustración 31. Control de Capacitaciones por Técnico: Elaboración propia

Según la anterior información se realiza el siguiente grafico donde se detalla de forma visual el nivel de capacitación de los cursos en línea que tiene cada técnico de servicios, de los cursos que ofrece la compañía:

Gráfico % de Capacitaciones en Línea

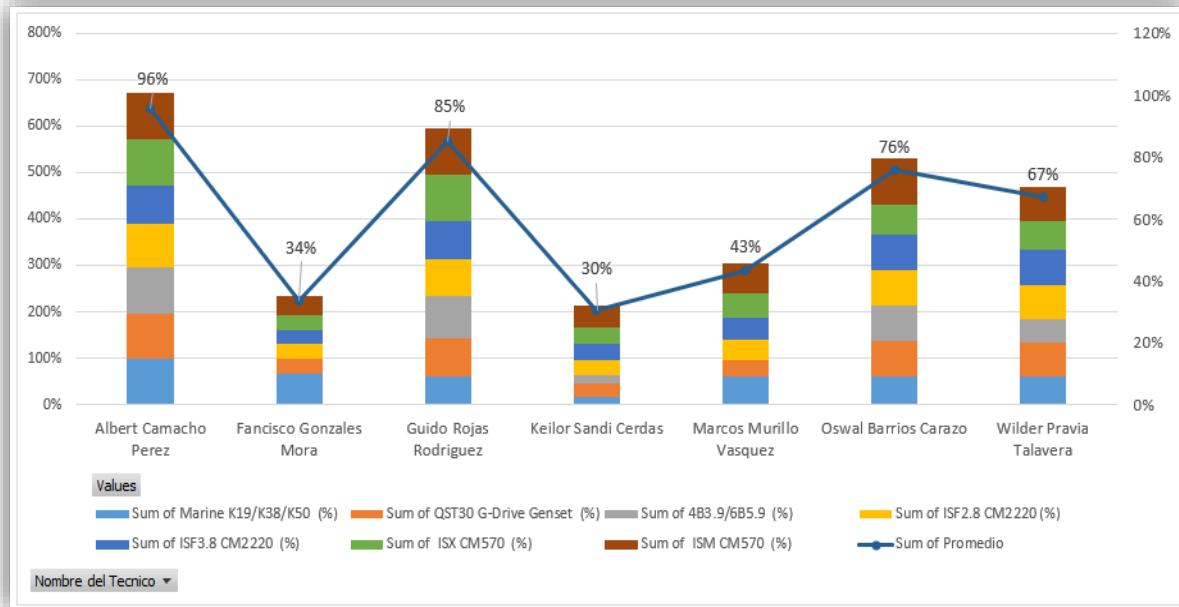


Ilustración 32. Gráfico % de Capacitaciones: Elaboración propia

En el grafico anterior se puede visualizar el porcentaje promedio de capacitaciones en línea que cuentan los técnicos en cada tipo de motor Cummins. Donde los colaboradores con más años en la compañía y con más experiencia y conocimientos, son los que cuentan con un mayor porcentaje de cursos en línea realizados.

Se logran identificar cuatro técnicos que cuenta con un porcentaje de capacitaciones mayor a un 65%, los restantes 3 técnicos cuentan con un promedio de capacitaciones menor a un 50%, son los colaboradores con menor tiempo de laborar en la compañía y los que cuenta con menores conocimientos y experiencia para realizar las reparaciones de los motores Cummins por lo que se plantea al jefe del taller y al gerente de servicios el siguiente cronograma, donde los técnicos con menor nivel de cursos realizados, deben de tomar un día a la semana para realizar estos cursos en línea y poder finalizar estos cursos para el segundo cuatrimestre del presente año, con el fin de poder realizar un equilibrio entre los conocimientos adquiridos de los cursos en línea y de la experiencia brindada día con día en el taller

se servicios. En la siguiente ilustración se detalla el cronograma de cumplimiento de estos cursos para que el jefe del taller lleve el control de avance de estos técnicos:

Cronograma 1 Capacaciones en Línea


 Centroamérica		Cronogra de Cursos en Línea Cummins 2020		Periodo de Ejecucion año 2020											
				I	II			III							
				Mes											
Nombre del Técnico	Cursos de Motores	%	Meta	Abri	May	Jun	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Keilor Sandy	Marine K19/K38/K50	15%	85%												
	4B3.9/6B5.9	17%	85%												
	QST30 G-Drive Genset	31%	85%												
	ISF2.8 CM2220	33%	85%												
	ISF3.8 CM2220	34%	85%												
	ISX CM570	36%	85%												
	ISM CM570	45%	85%												
Fancisco Gonzales Mora	4B3.9/6B5.9 (%)	0%	85%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	31%	85%												
	ISF3.8 CM2220 (%)	32%	85%												
	ISX CM570 (%)	32%	85%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	34%	85%												
	ISM CM570 (%)	41%	85%												
	Marine K19/K38/K50 (%)	65%	100%												
Marcos Murillo Vasquez	4B3.9/6B5.9 (%)	0%	85%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	34%	85%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	46%	85%												
	ISF3.8 CM2220 (%)	47%	85%												
	ISX CM570 (%)	52%	85%												
	Marine K19/K38/K50 (%)	60%	100%												
	ISM CM570 (%)	64%	100%												

Ilustración 33. Cronograma Capacitaciones 1: Elaboración propia

Estos cursos en línea tienen una duración variable dependiendo del tipo de motor que se está llevando, pero tiene una duración promedio de 26 horas por curso, por lo que se espera que estos técnicos completen al menos el 85% de los cursos que tienen un porcentaje menor al 55 % y completar el 100% de los cursos que cuenten con un porcentaje mayor al 55%.

Debido a que el flujo de trabajo es variable se estima que los 3 técnicos con menor experiencia puedan finalizar estos cursos para el segundo cuatrimestre del presente años 2020.

De igual forma es importante que todos los técnicos completen estas capacitaciones por lo que para el último cuatrimestre se plantea que los demás técnicos con más experiencia completen sus cursos pendientes, según se muestra en el siguiente cronograma:

Cronograma 2 Capaciones en Línea


 Centroamérica	Cronogra de Cursos en Línea Cummins 2020			Periodo de Ejecucion año 2020											
							I			II			III		
							Mes								
Nombre del Técnico	Cursos de Motores	%	Meta	Abri	May	Jun	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Wilder Pravia Talavera	4B3.9/6B5.9 (%)	50%	85%												
	Marine K19/K38/K50 (%)	60%	100%												
	ISX CM570 (%)	60%	100%												
	ISM CM570 (%)	73%	100%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	74%	100%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	74%	100%												
	ISF3.8 CM2220 (%)	76%	100%												
Oswal Barrios Carazo	Marine K19/K38/K50 (%)	60%	100%												
	ISX CM570 (%)	64%	100%												
	4B3.9/6B5.9 (%)	75%	100%												
	ISF3.8 CM2220 (%)	76%	100%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	77%	100%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	77%	100%												
Guido Rojas Rodriguez	Marine K19/K38/K50 (%)	60%	100%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	79%	100%												
	ISF3.8 CM2220 (%)	82%	100%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	83%	100%												
	4B3.9/6B5.9 (%)	92%	100%												
Albert Camacho Perez	ISF3.8 CM2220 (%)	82%	100%												
	QST30 G-Drive Genset (%)	94%	100%												
	ISF2.8 CM2220 (%)	95%	100%												

Ilustración 34. Cronograma Capacitaciones 2: Elaboración propia

Según se detalla en el cronograma anterior se plantea que los técnicos con más experiencia y conocimientos realicen los cursos en línea para el último cuatrimestre del año, ya que según el jefe del taller este periodo, tiene un flujo más bajo de trabajo, por lo que se puede apartar un día a la semana para que estos técnicos realicen los cursos que tienen pendientes.

Se plantea este plan de capacitaciones para aumentar los conocimientos técnicos del personal del departamento, con esto mejorar los tiempos de diagnóstico y de

reparación de todos los tipos de motores que llegan al taller, y aumentar el nivel de productividad al finalizar el segundo cuatrimestre del presente año.

5.1.3 Mejora en Materiales

Para mejora el Stock de repuestos se, realiza una reunión con el jefe del taller, para crear una lista de los productos más utilizados por el taller utilizando un histórico de los últimos 2 años, en esta lista de repuestos se revisa y ajusta las cantidades a las utilizadas por un motor, ya que en ciertos componentes se deben de cambiar cantidades completas para un motor.

Debido a la limitación de la información por parte del departamento de logística y de finanzas, ya que no fue posible obtener los costos del almacenamiento y costos por pedir, se procede a crear un stock de repuestos y punto de reorden sugerido para cada componente los cuales se detallan en el apéndice C, pero a continuación se muestra algunos de los componentes más utilizados en las reparaciones del taller de servicios:

Sugerido de Stock de repuestos y punto de reorden:

Stock de partes, Departamento de Motores			
N° Parte	Descripcion	Cantidad Stock	Punto de Reorden
3940123	Valve Collet	144	72
3948102	valve guide	72	36
3955393	Valve Stem Seal	72	36
4981795	Exhaust Valve	36	18
3943626	Valve Crosshead	36	18
5272937NX	Injector	18	9
2872395	Connector , Injector Fuel S	18	9
5302254	Engine Piston	18	9
3950549	Piston Pin	18	9
4955651	Piston Ring Set	18	9
3966244	Connecting Rod Bearing	18	9
4944137	Bushing	18	9
4980052	Cylinder Liner	18	9
3963815	Fuel Manifold	3	1

Ilustración 35. Sugerido de partes, Punto de Reorden: Elaboración Propia.

5.1.4 Mejora en Equipos.

Una queja de los técnicos es que actualmente la máquina para lavar los componentes del motor se encuentra fuera de servicio, ya que este equipo requiere un mantenimiento preventivo, ya que no cuenta con el líquido especial para el lavado de las partes de un motor y también requiere un cambio de filtros. Debido a que no se lleva un control ni una agenda para realizar los mantenimientos preventivos de esta máquina, no se realiza un pedido oportuno de estos suministros. Tampoco existe un responsable de realizar los mantenimientos de este equipo, ni un encargado de llevar el control de insumos y de velar por que los mantenimientos se realicen según los periodos establecidos por el fabricante de este equipo. Estas circunstancias afectan considerablemente las condiciones de esta máquina según se muestra en la siguiente ilustración:

Máquina para lavado de partes:




Ilustración 36. Máquina lavado de partes: Elaboración Propia.

Este equipo es muy importante ya que si el, los técnicos tienen que movilizarse hasta el área de lavado de motores y realizar el lavado de las partes, utilizando otras herramientas y componentes que no los más adecuados para realizar esta tarea, provocando pérdida de tiempo en el proceso de lavado de componentes, por no contar con este equipo funcionando en óptimas condiciones.

Para solucionar esta situación se propone un responsable del área administrativa para llevar el control de mantenimientos de este equipo y se realiza un cronograma de mantenimientos preventivos, agendando mantenimientos cada 2 meses como lo establece el distribuidor de este equipo, en el cual se programa el cambio de filtros y el relleno del líquido especial para el lavado de las partes, según se muestra en la siguiente ilustración:

Máquina para lavado de partes:

	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS				
	Activo	Equipo	Encargado	Area	Fecha
		Maquina Lavado de Pares.	Sergio Mendez	Motores	01-abr-20

Mantenimientos Preventivos	Fecha Programado	Responsable	Firma	Comentario
Bimensual	13-abr-20	Encargado de Mantenimiento		
Bimensual	15-jun-20	Encargado de Mantenimiento		
Bimensual	10-ago-20	Encargado de Mantenimiento		
Bimensual	12-oct-20	Encargado de Mantenimiento		
Bimensual	14-dic-20	Encargado de Mantenimiento		

Distribuidora Cummins Costa Rica Centroamerica S.R.L
 Departamento de Servicios

Ilustración 37. Cronograma de Mantenimientos: Elaboración Propia.

En el cronograma anterior se indica un encargado, quien es el responsable de que el encargado de mantenimiento del edificio realice los mantenimientos preventivos según las fechas establecidas y de coordinar los pedidos de insumos para estos mantenimientos. De esta manera el equipo siempre se encontrará en óptimas

condiciones, y disponible para los técnicos no se demoran más tiempo en el proceso de lavado de partes.

Otra ventaja para considerar es que, al realizar los mantenimientos preventivos de este equipo, se extenderá la vida útil de esta máquina, y se podrá detectar fallas de este activo de una forma más oportuna y proactiva.

5.2. Resultados de la implementación.

Para el mes de abril se empieza a implementar las recomendaciones descritas en el presente capítulo, donde el departamento de motores del taller de servicios sigue los nuevos procesos para la asignación de trabajos y los técnicos realizan el reporte de sus horas laboradas en el nuevo formato.

Para el mes de abril se realiza un control de las órdenes de venta utilizando el nuevo formato mostrado en la ilustración 38. De esta manera al final de mes se obtienen los siguientes indicadores para el departamento de motores del taller de servicios de Distribuidora Cummins:

Productividad del mes de abril 2020:

Abril 2020			
KPIS EBU			
Detalle de Horas		Detalle de indicadores	
Horas A	837,50	Productividad	70%
Horas B	101,64	Ut. de Mano de obra	79%
Horas C	251,97	Eficiencia de Facturación	89%
Horas D	49,58	Relacion T/B	68%
Total	1.240,7		

Ilustración 38. Indicador de productividad del mes de abril 2020

Según se muestra en la imagen anterior se el indicador de la productividad para el mes de abril del presente año alcanzó un porcentaje de un 70%, uno de los más altos en los últimos meses. Este resultado refleja una baja en la cantidad de horas B y C, que son las horas no productivas de los técnicos, en el siguiente cuadro se refleja la comparación de indicadores según los resultados del año anterior con respecto al mes de abril 2020:

Cuadro comparativo de productividad:

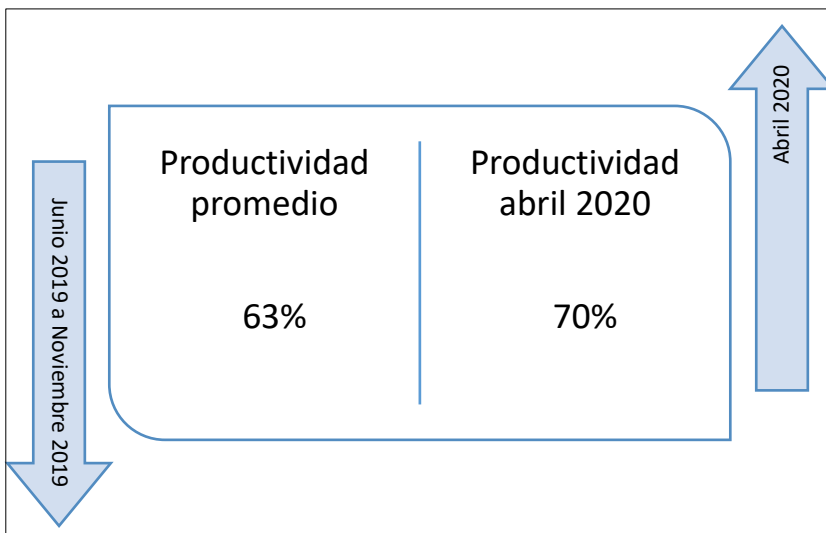


Ilustración 39. Cuadro comparativo de productividad.

Según en la ilustración 39, se muestra un alza de un 7% en el indicador de productividad del departamento de motores del taller de servicios, reflejando un resultado positivo en tan solo el primer mes de trabajar según los procesos y controles impuestos en el presente trabajo.

5.3. Análisis beneficio económico de la implementación

Anteriormente se observa el aumento de la productividad del departamento de motores en un 7% para el mes de abril, el cual es indispensable para llevar a cabo las propuestas transformando a términos económicos para conocer si efectivamente es rentable la ejecución de las mejoras propuestas, pues obteniendo el costo necesario se pueden comparar los beneficios a obtener económicamente hablando.

Para realizar un análisis económico de la implementación de este trabajo, se toma en consideración los salarios mínimos brindados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, ya que como se detallan en las limitaciones del presente trabajo la empresa Distribuidora Cummins de Centroamérica, no brinda información financiera detallada.

Tabla 8: Detalle de Salario mínimo de Técnico en Mecánica:

Costo Estimado de Mecanicos x Hora	
Detalle	Monto
Trabajador en Ocupacion Semicalificada:	¢341.004,39
Deducción CCSS 10,50%	¢35.805,46
Salario Neto:	¢305.198,93
Salario por Hora	¢1.589,58
Precio por hora Tecnica al Cliente	¢17.160,00

Fuente: Elaboración propia

Como se detalla en la tabla anterior el salario mínimo por hora de un técnico en mecánica es de 1.589,58 colones. Este rubro se tomará en cuenta para el costo de mano de obra en el análisis económico. De igual manera se muestra el precio que se les cobra a los clientes por una hora técnica, para realizar una estimación de ingresos, que se relacionan directamente al incremento de productividad mensual del departamento, como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 9: Costos de mano de Obra e Ingresos por aumento de productividad.

Taller de Cummins Periodos de Implementación del proyecto Año 2020							
Periodos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
% Productividad	7,0%	7,5%	8,0%	8,5%	9,0%	9,5%	10,0%
Horas A Mensuales	36,0	38,6	41,1	43,7	46,3	48,9	51,4
Costos Mano de Obra	¢57.224,80	¢61.312,28	¢65.399,77	¢69.487,26	¢73.574,74	¢77.662,23	¢81.749,71
Cobro al Cliente	¢617.760,00	¢661.885,71	¢706.011,43	¢750.137,14	¢794.262,86	¢838.388,57	¢882.514,29

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro anterior se toma como base los resultados del mes de abril, para realizar una proyección a 7 meses donde se estima se alcanzará el objetivo de aumentar la productividad en un 10% sobre la productividad promedio actual, donde la productividad está estrictamente relacionada con el aumento de horas facturadas a los clientes, aumentando la rentabilidad de cada orden de trabajo.

Inversión del Proyecto

Con la implementación de este proyecto no fue necesario que la empresa Distribuidora Cummins de Centroamérica realizar ninguna inversión, se tomara en consideración el salario mínimo de un Ingeniero Industrial por hora, para realizar un estimado de inversión, para poder realizar el análisis financiero de este proyecto. En el siguiente cuadro se muestra los números obtenidos:

Tabla 10: Detalle de Salario mínimo de Ingeniero Industrial

Costo Ingeniero Industrial x Hora	
Detalle	Monto
Licenciado Universitario	¢680.565,53
Deducción CCSS 10,50%	¢71.459,38
Salario Neto:	¢609.106,15
Salario por Hora	¢3.172,43
Horas del proyecto	240
Costo de inversion Proyecto:	¢761.382,69

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior el costo estimado de inversión para este proyecto, se obtuvo del salario mensual de un Licenciado Universitario, por la cantidad de horas que se calcula se tomaron para realizar el presente proyecto, dando un costo de inversión de 761.382,69 colones.

Tomando en consideración la información anterior se realiza un flujo de efectivo, en el cual se logra obtener la utilidad neta tomando en consideración gastos aproximados del taller ajustados al aumento de la productividad.

En la siguiente tabla se proyecta el flujo mensual de 7 meses ya que como se menciona anteriormente es el periodo establecido para alcanzar el 10% de productividad establecida como objetivo en este proyecto. Este flujo se tomará en consideración para evaluar el Valor de la inversión actual (VAN) así como la Tasa Interna de Retorno (TIR), indicadores que nos ayudaran a evaluar la factibilidad económica del presente proyecto:

Tabla 11: Utilidad Neta del Departamento de Motores.

Taller Cummins
Departamento de Motores
Análisis beneficio económico

Flujo Mensual 7 Meses								
RUBRO	0	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS								
Ingreso por la venta del servicio	0	¢617.760,00	¢661.885,71	¢706.011,43	¢750.137,14	¢794.262,86	¢838.388,57	¢882.514,29
GASTOS								
Mano de obra	0	-¢65.399,77	-¢65.399,77	-¢65.399,77	-¢65.399,77	-¢65.399,77	-¢65.399,77	-¢65.399,77
Alquiler	0	-¢99.662,50	-¢99.662,50	-¢99.662,50	-¢99.662,50	-¢99.662,50	-¢99.662,50	-¢99.662,50
Servicios publicos	0	-¢73.631,25	-¢73.631,25	-¢73.631,25	-¢73.631,25	-¢73.631,25	-¢73.631,25	-¢73.631,25
Consumibles	0	-¢17.403,75	-¢17.403,75	-¢17.403,75	-¢17.403,75	-¢17.403,75	-¢17.403,75	-¢17.403,75
Depreciación	0	-¢49.831,25	-¢49.831,25	-¢49.831,25	-¢49.831,25	-¢49.831,25	-¢49.831,25	-¢49.831,25
UTILIDAD	0	¢311.831,48	¢355.957,19	¢400.082,91	¢444.208,62	¢488.334,34	¢532.460,05	¢576.585,77
Impuesto 15%		-¢46.774,72	-¢53.393,58	-¢60.012,44	-¢66.631,29	¢0,00	-¢79.869,01	-¢86.487,86
UTILIDAD NETA	0	¢265.056,76	¢302.563,61	¢340.070,47	¢377.577,33	¢488.334,34	¢452.591,04	¢490.097,90
Inversión	-¢761.382,69	¢0,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00		¢0,00	¢0,00
TOTAL	-¢761.382,69	¢265.056,76	¢302.563,61	¢340.070,47	¢377.577,33	¢488.334,34	¢452.591,04	¢490.097,90

Indicadores	
TMAR	20%
VAN	¢1.117.408,62
TIR	40%

Fuente: Elaboración propia

La TMAR o tasa mínima atractiva de rendimiento para este análisis fue fijada tomando en consideración la tasa de inflación actual de país considerada en un 1.9%, más el riesgo de inversión estimado en un 18.1%, dando un total para esta tasa en un 20%. Este porcentaje se tomará en como referencia para determinar si el proyecto es viable o no.

Para el cálculo del Valor de la inversión Actual (VAN) se utiliza la tasa de TMAR como tasa de descuento. Dando como resultado un Valor actual de la inversión = ₡1.117.408,62. Superando en gran medida a la inversión inicial.

Según la tasa interna de retorno (TIR) obtenida es del 40%, es decir este es un proyecto rentable que ya requiere una inversión mínima para un porcentaje de retorno muy alto, el cual supera en 20% a la tasa mínima atractiva de rendimiento establecida en un 20%, ya que el VAN contempla el porcentaje del TMAR

Criterio de Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Si **TIR** > Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)



Aceptar proyecto

Si **TIR** < Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)



Rechazar proyecto

CAPITULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado todo un análisis de la situación del taller, se presentó una solución integral con el desarrollo de esta tesis, en la que se plantean acciones para aumentar el porcentaje de productividad en el área de motores del taller de servicios.

- Se emplearon diferentes herramientas de la ingeniería industrial para demostrar el origen de los principales problemas y las causas, por los cuales el indicador de productividad del taller servicios está por debajo de lo requerido por la gerencia regional.
- Se plantea una mejora en los procesos de recopilación y presentación de la información, mediante el uso de la tecnología, utilizando los recursos disponibles del departamento de servicios, mejorando los tiempos de entrega, fiabilidad de la información y eliminando el uso y consumo de papel.
- Se establecen controles para medir la eficiencia de cada trabajo, en los cuales se pueden detectar a tiempo los trabajos, en los cuales se están invirtiendo más horas de las cobradas al cliente final.
- Se establece un plan para que la maquinaria necesaria para las labores diarias de los técnicos se encuentre funcional y en óptimas condiciones.
- Se establece un plan de capacitación para que los técnicos puedan aumentar sus conocimientos en mecánica y con esto mejorar los tiempos de diagnóstico y reparación para diferentes tipos de motores Cummins.
- Se trabaja en conjunto con el jefe del taller para crear un stock de repuestos con mayor demanda en el taller, para mejorar los tiempos de reparación de las unidades.
- Como resultado del análisis del beneficio económico se obtiene que el proyecto es rentable, teniendo un VAN de ₡1.117.408,62 y del TIR de 40% en la cual la inversión se recupera en los primeros tres meses.

6.1 RECOMENDACIONES

En complemento con las conclusiones presentadas se señalan las siguientes recomendaciones:

- Establecer de un programa de limpieza según la filosofía de 5s, para una cultura de aseo diario, para lo cual se recomienda que los empleados detengan sus labores operativas 20 minutos antes de finalizar su jornada para realizar las actividades correspondientes al aseo.
- Hacer una reunión con el personal laboral para crear conciencia e impulsar el cumplimiento de las normas de salud ocupacional.
- Realizar reuniones periódicas para informar al personal los resultados mensuales de la productividad del departamento.
- Mantener un continuo entrenamiento a todo el personal técnico, para crear un estándar en tiempos de reparación de los motores.
- Tener un buen control de las reparaciones realizadas, creando evaluaciones del trabajo para evitar reprocesos y garantías internas.
- Se recomienda llevar un control detallado de las horas en que los técnicos no tienen trabajos asignados ya que, al elevarse esta cantidad de horas, se puede contemplar la posibilidad de modificar los contratos de trabajo de los técnicos a un contrato por horas, ajustando así los gastos del taller.
- Se recomienda llevar un control de las causas por las cuales se demora la facturación de los trabajos, ya que al final de cada mes se incurre en pagos de horas extra por atrasos en la facturación.

BIBLIOGRAFÍA

Angel, M. J. (2011). Gestión de procesos (o gestión por procesos). Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Baca, G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). Lean six sigma : Sistema de gestión para liderar empresas. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Recuperado de: Enciclopedia Financiera (2016)
<http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-deretorno.htm>

(Gutierrez, P. 2014, p.20). Calidad y productividad. Retrieved from
<http://ebooks7-24.com.uh.remotexs.xyz/stage.aspx?il=7;&pg=&ed=>

Gutiérrez Pulido H. y De la Vara Salazar R. (2009). Contol estadístico de calidad y seis sigma. 2da ed. México: The McGraw-Hill Companies.

Monsalve, A. (2014). *Optimización de procesos industriales*. Obtenido de Prezi:
<https://prezi.com/3o56saslewqi/optimizacion-de-procesos-industriales/>

Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos (2a. ed.).
recuperado de: <https://ebookcentral.proquest.com>

Criollo, R. G. (S.F). Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo.
Mc Graw-Hill Interamericana.

Espinosa, R. (2016). robertoespinosa.es: Indicadores de gestión: España:
recuperado de:

<https://robertoespinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi>


Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). Lean six sigma : Sistema de gestión para liderar empresas. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

APÉNDICES

APÉNDICE A: BOLETA DE TRABAJO

	Centroamérica	Distribuidora Cummins Centroamerica Costa Rica R.L. Cedula Juridica : 3-102-395241																																																																					
ORDEN DE TRABAJO: <input style="width: 150px; height: 30px;" type="text"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #cccccc;">Orde de Trabajo</th> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Fecha Apertura:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Hora:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </table>		Orde de Trabajo		Fecha Apertura:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Hora:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
Orde de Trabajo																																																																							
Fecha Apertura:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Hora:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Cliente: _____ Contacto: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #cccccc;">Trabajo a Realizar</th> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Mantt. Preventivo:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Mantt. Coorrectivo:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Garantia:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Inspeccion</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Otros:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </table>		Trabajo a Realizar		Mantt. Preventivo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Mantt. Coorrectivo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Garantia:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Inspeccion	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Otros:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																									
Trabajo a Realizar																																																																							
Mantt. Preventivo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Mantt. Coorrectivo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Garantia:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Inspeccion	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Otros:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																						
Informacion Equipo																																																																							
Serie Motor:	Aplicación:	Placa:																																																																					
Modelo Motor:	KM / Horas	OEM																																																																					
Comentario: _____																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="width: 5%;">Fecha</th> <th style="width: 30%;">Tecnico</th> <th style="width: 55%;">Trabajo</th> <th style="width: 10%;">Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">Total:</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				Fecha	Tecnico	Trabajo	Horas	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13				14				15				Total:			<input style="width: 100%;" type="text"/>
Fecha	Tecnico	Trabajo	Horas																																																																				
1																																																																							
2																																																																							
3																																																																							
4																																																																							
5																																																																							
6																																																																							
7																																																																							
8																																																																							
9																																																																							
10																																																																							
11																																																																							
12																																																																							
13																																																																							
14																																																																							
15																																																																							
Total:			<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																				
_____ Entrega del trabajo Nombre del tecnico		_____ Autoriza Coordinador del Area																																																																					

APÉNDICE B: Hoja de asistencia, Capacitación a Técnicos


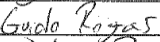
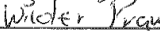




 Distribuidora Cummins Centroamérica	Procedimiento Especifico	PE Número Servicios- 024
	Archivo Control Ordenes de Venta	Revisión: 1 Fecha de Implementación: 02/03/2020

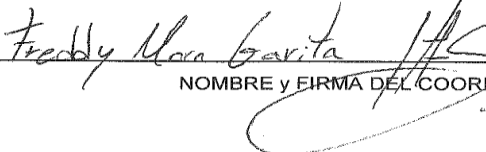
LISTA DE ASISTENCIA CARPETA COMPARTIDA Y ARCHIVO DE CONTROL DE ORDENES DE VENTA

DEPARTAMENTO DE: Taller de Motores, Servicios
 NOMBRE DEL INSTRUCTOR: Freddy Mora Garita

DURACIÓN: 3 Horas
 PLANTEL: Cummins Costa Rica

HORARIO: DE 8AM A 11:00 AM

No.	NOMBRE DEL PARTICIPANTE	Departamento	Puesto	FIRMA
1	Daniel Camacho Perez	EBU, Motores	Técnico	
2	Guido Rojas Rodriguez	EBU, Motores	Técnico	
3	Wilder Pravia Talavera	EBU, Motores	Técnico	
4	Keylor Sandi Cerdas	EBU, Motores	Técnico	
5	Marco Murillo Vasquez	EBU, Motores	Técnico	
6	Oswald Barrios Carazo	EBU, Motores	Técnico	
7	Francisco Gonzalez Mora	EBU, Motores	Técnico	
8				
9				
10				
11				


 NOMBRE y FIRMA DEL COORDINADOR

Lista de Asistencia

APÉNDICE C: SUGERIDO STOCK DE REPUESTO Y PUNTO DE REORDEN

Stock de partes, Departamento de Motores

N° Parte	Descripción	Cantidad Stock	Punto de Reorden
5272937NX	Injector	18	9
3963815	Fuel Manifold	3	1
2872395	Connector , Injector Fuel S	18	9
3963808	Pressure Relief Valve	3	1
5297641	Pressure Sensor	3	1
5302254	Engine Pistón	18	9
3950549	Piston Pin	18	9
3920692	Retaining Ring	36	18
4955651	Piston Ring Set	18	9
3966244	Connecting Rod Bearing	18	9
4944137	Bushing	18	9
4089758	Upper Engine Gasket Set	3	1
5262890	Viscous Vibration Damper	3	1
3914118	Hexagon Flange Head Cap Screw	15	7
3944063	Crankshaft Pulley	3	1
4980052	Cylinder Liner	18	9
5283368	Bushing	21	10
4987915	Piston Cooling Nozzle	18	9
3926048	O-Ring Seal	3	1
3970810	Hexagon Flange Head Cap Screw	42	1
4981795	Exhaust Valve	36	18
4981794	Intake Valve	36	18
4934063	valve guide	72	36
3948102	valve guide	72	36
3948578	Valve Stem Seal	72	36
2834172	Turbocharger	3	1
3901356	Turbocharger Gasket	3	1
3818823	Double End Plain Stud	12	6
3818824	Hexagon Flange Nut	12	6
4954199RX	Fuel Pump Head	3	1
4903523	Electronic Fuel Control Actuator	3	1
4954200RX	Fuel Pump	3	1
3966128	Fuel Supply Tube	3	1
4988666	Fuel Supply Tube	3	1
4933571	Check Valve	3	1
3967782	Check Valve	3	1
3899283	O-Ring Seal	3	1
5272819	Rectangular Ring Seal	3	1

3910739	Ball Bearing	3	1
5260278	Exhaust Manifold	3	1
5262080	Exhaust Manifold	3	1
3968886	Wiring Harness	9	4
4988820RX	Electronic Control Module	3	1
2872279	Pressure Sensor	3	1
4921517	Pressure Sensor	3	1
2872277	Position Sensor	3	1
4954905	Temperature Sensor	3	1
2897333	Pressure Temperature Sensor	3	1
2897331	Pressure Sensor	3	1
3960043	Fracture Resistant Screw	78	39
5284362	Cooler Core	3	1
3929011	Lubricating Oil Cooler Cover Gasket	3	1
3918174	Oil Cooler Core Gasket	3	1
3992092	Connection Gasket	3	1
3970655	Compression Spring	3	1
3945967	Pressure Regulator Plunger	3	1
3934410	Bypass Valve	3	1
4941464	Lubricating Oil Pump	3	1
3939352	Oil Suction Connection Gasket	3	1
5332563	Oil Pan Gasket	3	1
3973071	Threaded Plug	3	1
3944158	Main Bearing	3	1
3966430	Camshaft	3	1
3944001	Camshaft Thrust Support	3	1
5284141	Camshaft Gear	3	1
4376359	Water Pump Kit	3	1
3965966	Valve Tappet	36	18
3959798	Valve Cover Gasket	3	1
3973511	Cap Filler	3	1
3959799	Vibration Isolator	24	12
3900632	Hexagon Flange Head Cap Screw	24	12
3286499	Plain Hose	3	1
5264569	Oil Drain Gasket	3	1
3282166	Flexible Hose	3	1
4936026	Thermostat	3	1
5333481	Belt Tensioner	3	1
3964715	Push Rod	36	18
5272959	Rocker Lever Housing Gasket	3	1
3942748	Rocker Lever	18	9
3942749	Rocker Lever	18	9
3943445	Valve Crosshead	36	18
3944293	Gear Housing Gasket	3	1
4024883	Seal Kit	3	1
4025270	Front Seal Service Kit	3	1
3968563	Oil Seal	3	1

3912473	Rectangular Ring Seal	3	1
3939353	Rear Cover Gasket	3	1
3945252	Mounting Spacer	36	18
3944593	Hexagon Flange Head Cap Screw	36	18
5269779	Exhaust Manifold Gasket	18	9
3883977	Air Transfer Connection	3	1
3101325	V Band Clamp	3	1
4955230	Lower Engine Gasket Set	3	1
4955229	Upper Engine Gasket Set	3	1
4376349	Engine Piston Kit	18	9
3969562	Connecting Rod Bearing	18	9
4893693	Connecting Rod Bearing	18	9
4891178	Bushing	18	9
4937308	Piston Cooling Nozzle	18	9
4919951	Salvage Sleeve	18	9
4983253	Bushing	6	3
3927948	Fracture Resistant Screw	42	21
5282703	Cylinder Head	3	1
5303406	Valve Spring	72	36
5271485	Valve Spring Retainer	72	36
3940123	Valve Collet	144	72
3927063	Fracture Resistant Screw	78	39
3802967	Exhaust Valve Kit	36	18
3802924	Intake Valve Kit	36	18
3955393	Valve Stem Seal	72	36
4997666	Fuel Drain Tube	3	1
4997660	Fuel Supply Tube	3	1
4930058	Fuel Supply Tube	3	1
5264248NX	Fuel Pump	3	1
5257595	Electronic Fuel Control Actuator	3	1
4955907	Turbocharger	3	1
4947027	Air Compressor	3	1
5307960	Rectangular Ring Seal	3	1
3971520	Accessory Drive Gear	3	1
3287893	Regular Hexagon Nut	3	1
4994574	O-Ring Seal	3	1
5317721	O-Ring Seal	3	1
3289001	V Ribbed Belt	3	1
4988820NX	Electronic Control Module	3	1
5311269	Gear Housing	3	1
5309255	Valve Cover Gasket	3	1
5255450	Filler Cap Gasket	3	1
3941253	Push Rod	36	18
3943626	Valve Crosshead	36	18
4995604	Rocker Lever	18	9
3287099	Dipstick	3	1
4043283	Turbocharger	3	1

3943872	Exhaust Manifold	3	1
5288617	Exhaust Manifold	3	1
3919369	Turbocharger Gasket	3	1
4891288	Oil Drain Gasket	3	1
2830444	Exhaust Manifold Gasket	18	9
5262078	Exhaust Manifold	3	1
5268408	Injector	18	9
5317174	Pressure Relief Valve	3	1
4076930	Pressure Switch	3	1
3975818	Cooler Core	3	1
4896404	Pressure Regulator Plunger	3	1
3925009	Compression Spring	3	1
2831077	Filter Head Gasket	3	1
2830559	Oil Cooler Core Gasket	3	1
5291050	Lubricating Oil Pump	3	1
4934344	Oil Pan Gasket	3	1
4898301	Oil Suction Connection Gasket	3	1
3918685	Air Transfer Pipe	3	1
3415547	V Band Clamp	3	1
3973820	Belt Tensioner	3	1
3903652	V Band Clamp	3	1
5338295	Oil Seal	3	1
4981723	Flywheel	3	1
5292708	Thermostat	3	1
5473172	Water Pump	3	1
4991131	Viscous Vibration Damper	3	1
5255204	Crankshaft Pulley	3	1
3968075	Captive Washer Cap Screw	18	9
4995602	Rocker Lever Assembly	18	9
4899231	Rocker Lever Housing Gasket	3	1
3947759	Valve Tappet	3	1
3954100	Camshaft	3	1
3968991	Oil Gauge Tube	3	1
4988280	Hydraulic Pump Gasket	3	1
5447591	Exhaust Manifold Gasket	3	1
5441998	Housing, Flywheel	3	1