



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES
DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO**

Trabajo de titulación bajo la modalidad propuesta metodológica previo a la obtención del título del ingeniero industrial.

Autor

Luna Báez Leonardo Gustavo

Tutora

MSc. Álvarez Sánchez Ana. Ing.

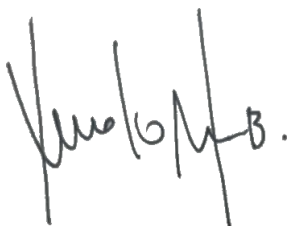
QUITO – ECUADOR

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 25 de febrero del 2022



.....

Leonardo Gustavo Luna Báez

C.I.: 171886044-6

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

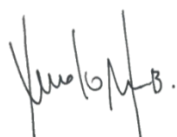
Yo, Leonardo Gustavo Luna Báez, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO”, como requisito para optar al grado de INGENIERO INDUSTRIAL y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 23 días del mes de marzo de 2022, firmo conforme:

Autor: Leonardo Gustavo Luna Báez



Firma:

Número de Cédula: 171886044-6

Dirección: Pichincha, Quito, Gonzalo Gallo y Machala

Correo Electrónico: leogluna.ll@gmail.com

Teléfono: 0998039042

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de la Tutora del Trabajo de Titulación “ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO”, presentado por Leonardo Gustavo Luna Báez, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 23 de marzo del 2022



Firmado electrónicamente por:

**ANA
ALVAREZ**

.....
MSc. Álvarez Sánchez Ana. Ing.
Tutora

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 3 de marzo del 2022

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
VOCAL

.....
VOCAL

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada con todo mi corazón a mi madre, padre y abuelos, porque sin ellos no lo habría logrado. Pues el esfuerzo y dedicación de una carrera universitaria es el ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás. Con su apoyo constante y bendiciones diarias a lo largo de mi vida me han dado la fuerza para culminar tan anhelada meta.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios por ser el apoyo en aquellos momentos difíciles quien con su bendición me a llenado de vida para seguir adelante.

A mis padres por acompañarme durante este proceso brindándome sostén incondicional tanto económico como emocional sin pedir nada a cambio.

En especial a mi tutora por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados a lo largo de mi carrera.

Finalmente, pero no menos importante a mi familia por estar presentes en cada logro de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN	iii
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DE LA TUTORA	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	6
Justificación.....	6
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO II.....	9
INGENIERÍA DEL PROYECTO	9
Diagnóstico de la situación actual de la empresa	9
Área de estudio	22
Modelo operativo.....	23
CAPÍTULO III	25

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	25
Porcentaje del suplemento con las nuevas adecuaciones.....	32
Estandarización del proceso con mejora de los suplementos para tiempo normal de los elementos de la operación de rectificación.....	33
Resultados esperados	34
Cronograma Actividades	35
Análisis de costos	35
CAPÍTULO IV	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
Conclusiones.....	37
Recomendaciones	38
Bibliografía.....	39
Anexos.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Avance de la rectificación de motores	2
Tabla 2 Rectificadoras en Quito.....	4
Tabla 3 Rectificación Anual Motor San	4
Tabla 4 Resumen de vehículos por mes y año en rectificación.....	10
Tabla 5 Calculo de tiempos suplementarios	14
Tabla 6 Factor de calificación	16
Tabla 7 Operación de rectificación	16
Tabla 8 Hoja de observaciones para estudio de tiempos del proceso actual.....	17
Tabla 9 Distribución T student.....	19
Tabla 10 Operación de rectificación	20
Tabla 11 Área de estudio	22
Tabla 12 Especificaciones técnicas de un motor de 1600.....	26
Tabla 13 Exposición al ruido	27
Tabla 14 Ponderación.....	30
Tabla 15 Selección de alternativas para el peso.....	30
Tabla 16 Selección de alternativas para el ruido.....	31
Tabla 17 Suplementos con adecuación	32
Tabla 18 Comparación del proceso después de disminuir el porcentaje de suplemento	33
Tabla 19 Valor monetario de mesas elevadoras.....	36
Tabla 20 Valor monetario para suplemento del ruido.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estadística de Rectificación de motores	3
Figura 2 Diagrama de bloques	12
Figura 3 Factores no mesurables	13
Figura 4 diagrama del modelo operativo	23
Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de rectificación de motores de 1600 cc.....	25
Figura 6 Ishikawa de ruido intermitente y fuerte.....	27
Figura 7 Diagrama de cronograma de actividades.....	35

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO

Autor: Luna Báez Leonardo Gustavo

Tutora: MSc. Álvarez Sánchez Ana. Ing.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente propuesta metodológica, ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO; evidencio como problemática que la reparación de motores se realizaba de manera empírica, creando inconformidad con los clientes referente a los tiempos de entrega. El propósito de la misma fue normalizar los ciclos de las operaciones, a través del Método de Parar y Observar, que tiene inmerso el análisis de datos en el diagnóstico de la situación actual, mediante la observación directa, hojas de trabajo y diagramas de procesos. De esta manera se pudieron definir los tiempos actuales de 13070.24 minutos que representan 217.83 horas para un total de 27.22 días, un porcentaje suplementario total de 40% que influía en la jornada efectiva de trabajo correspondiendo a 4,8 horas prevista para un ciclo de trabajo de 8 horas. Con la propuesta establecida encaminada a reducir el porcentaje de suplemento al 17%, se planteó utilizar una mesa hidráulica de tijera minimizando el uso de la fuerza física del 22% a 1 %, conjuntamente la disminución del porcentaje del ruido al que están expuestos los operarios, superando los 85 dB indicados por el decreto ejecutivo 2393. Con la implementación de protectores auditivos se logró reducir de 15 dB a 30 dB en cada uno de los puestos de trabajo analizados, se obtuvo lo cometido reduciendo el suplemento de un 40% al 17%, reflejando un tiempo estándar de 12431.69 minutos que representan 207.19 horas para un total de 25 días. Lo cual conlleva que con la normalización propuesta se genere una disminución de 638.55 minutos, que representan 10.64 horas en una jornada efectiva diaria de 6,64 horas, logrando a su vez que el cliente conozca cual es el tiempo de entrega del motor y traiga consigo su satisfacción.

DESCRIPTORES: estandarización, rectificación, suplementos, tiempo estándar.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO

Autor: Luna Báez Leonardo Gustavo

Tutora: MSc. Álvarez Sánchez Ana. Ing.

ABSTRACT

The present methodological proposal, STANDARDIZATION OF THE RECTIFICATION PROCESS FOR 1600 CC ENGINES IN THE SAN MOTOR MECHANICS IN QUITO; evidenced as a problem that engine repair was carried out empirically, creating disagreement with customers regarding delivery times. The purpose of it was to normalize the cycles of operations, through the Stop and Observe Method, which has immersed the analysis of data in the diagnosis of the current situation, through direct observation, worksheets and process diagrams. In this way, it was possible to define the current times of 13070.24 minutes, which represent 217.83 hours for a total of 27.22 days, a total additional percentage of 40% that influenced the effective working day, corresponding to 4.8 hours planned for a work cycle of 8 hours. With the established proposal aimed at reducing the percentage of supplement to 17%, it was proposed to use a hydraulic scissor table minimizing the use of physical force from 22% to 1%, together with the decrease in the percentage of noise to which the operators are exposed., exceeding the 85 dB indicated by executive decree 2393. With the implementation of hearing protectors, it was possible to reduce from 15 dB to 30 dB in each of the jobs analyzed, the goal was achieved by reducing the supplement from 40% to 17 %, reflecting a standard time of 12431.69 minutes representing 207.19 hours for a total of 25 days. Which means that with the proposed normalization a decrease of 638.55 minutes is generated, which represents 10.64 hours in an effective daily shift of 6.64 hours, achieving in turn that the client knows what the engine delivery time is and brings your satisfaction.

DESCRIPTORS: Rectification, standardization, standard time, supplements.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La rectificación de motores, es uno de los servicios de mayor demanda dentro del mantenimiento de un vehículo y representa una parte importante en el Sector Automotriz, esto gracias a que este proceso permite restaurar piezas que por causas del uso constante del vehículo se han desgastado considerablemente provocando pérdida de compresión, disminución de la potencia y hasta evitando el arranque de éste (Shirley Yessic, 2019) . Debido a esto los usuarios prefieren reparar la parte del motor afectada y evitar así la adquisición de un nuevo motor que fácilmente triplicaría el costo de la reparación según (Rojas, 2014, pág. 31).

Según (Rojas, 2014, pág. 31) nivel mundial el mercado rectificador se ha desarrollado de la mano con las nuevas tecnologías implementadas en el Sector Automotriz, la constante innovación en los procesos de rectificado ha permitido que sea una industria altamente tecnificada y de respuestas rápidas, con excelente estructura corporativa refiriéndose a una buena relación entre empleado y empleador para lograr sus objetivos. A pesar de que sus nombres no sean muy referenciados o no aparezcan en las principales vallas publicitarias, dentro del Sector Automotriz, las empresas rectificadoras de motor son reconocidas por su confiabilidad y trayectoria a través de los años, un ejemplo de esto es la norteamericana American Engine & Grinding, ubicada en Houston TX, que con más de 150 años de experiencia en el mercado ha logrado marcar con un sello de calidad en cada uno de los procesos que en sus talleres se llevan a cabo (American Engine and Grinding CO, 2019).

Tabla 1 Avance de la rectificación de motores

	2016	2017	2018	2019
	Vehículos Rectificados por año (unidad)			
Rectificación de Cigüeñal	1315	1386	1577	1986
Rectificación de Bloque de Motor	1315	1386	1577	1986
Rectificación de Cabezotes	3049	3615	4337	5500
Rectificación de Bielas	1016	1205	1446	1833
Brazos y Pistones	1016	1205	1446	1833
Lavado de Motor	1315	1386	1577	1986

Nota: Resumen de rectificación de vehículos en el Ecuador. Autocofic Import S.A.,2019.
Elaborado por el investigador

En la tabla 1 se muestran los valores de cuatro años del comportamiento de la rectificación de motores en el Ecuador, donde se visualiza que la rectificación de cabezotes es el de mayor incidencia.

Según (Rojas, 2014, pág. 33) la rectificación de motores es un negocio que no ha alcanzado mayor desarrollo y por ende no es bien explotado, si bien es cierto hoy en día existen varias empresas que brindan este servicio, estas no cuentan con los recursos suficientes para proporcionar un servicio de calidad, debido a que la mayor parte de empresas que componen el mercado cuentan con una organización empresarial sencilla, con recursos humanos y económicos limitados, poco tecnificadas, y debido a la alta inversión inicial la mayoría no tiene la capacidad de brindar todos los servicios necesarios, lo que causa molestias en los consumidores y sobre todo encarece el servicio.

Figura 1 Estadística de Rectificación de motores



Nota: Servicios de rectificación más frecuentes en el Ecuador. Autocofic Import S.A..
Elaborado por el investigador.

En la figura 1 se puede evidenciar que partes del vehículo se rectifican con mayor frecuencia en el Ecuador los cuales son cabezotes, bloque de motor, cigüeñal, bielas, brazos y pistones.

(Cedeño Tumbaco, 2018) según información proporcionada por la empresa Autocofic Import S.A. comercializadora de partes y piezas de motor para el sector, existen cerca de 150 empresas constituidas a nivel nacional; Quito, Guayaquil y Cuenca son las ciudades con mayor concentración de rectificadoras, con el 30, 27 y 18 por ciento respectivamente, lo cual está directamente relacionado con la cantidad de vehículos que poseen estas ciudades. Según (Rojas, 2014, pág. 34) Cerca del 25 por ciento de las empresas constituidas son medianas, poseen una estructura organizacional definida, cuentan con procesos estructurados y atienden la totalidad de servicios demandados por el mercado. Empresa pequeña, aquella que cuenta con una estructura organizacional incompleta, no brindan todos los servicios de rectificación y por lo tanto sus procesos no están definidos con claridad estas representan el 30 por ciento. Y el 45 por ciento restante son micro, que no cuenta con una estructura organizacional, se especializan en una sola área del motor (cabezotes, cigüeñales, blocks), no cuentan con permisos legales y 23 son consideradas

como talleres artesanales. En resumen, pocas son las compañías que funcionan como una verdadera organización, es decir, procedimientos técnicos que cumplan con todos los estándares del proceso que permitirá el máximo desarrollo del negocio.

Tabla 2 Rectificadoras en Quito

Taller Mecánico	Ubicación
Automotriz Chancusig	El Recreo
Automotriz Granja	La Colón
Automotriz López	Las Casas
Rectificar	Amaguaña
Automotriz Palacios	Sangolquí
El Automóvil del Sur	El Recreo
Automotriz Chato	El Calzado
Tecnoautomotriz	La Napo
La Solución a su Motor	Comité del Pueblo
Automotriz Taípe	Guamaní

Nota: Rectificación de motores en Quito (Norte–Centro–Valle). (Rojas, 2014, pág. 60)

Según (Rojas, 2014) En la tabla 2 en Quito existe gran cantidad de talleres dedicados a la rectificación de motores. La mayor parte de empresas que componen el mercado cuentan con una organización empresarial sencilla, sin ningún control estandarizado de los procesos que llevan a cabo.

Tabla 3 Rectificación Anual Motor San

Proceso	Cantidad Anual
Rectificación de Cigüeñal	5
Rectificación de Bloque de Motor	7
Rectificación de Cabezotes	8
Rectificación de Bielas	3

Nota: Datos proporcionados por el taller Motor San. Elaborado por el investigador

El taller Motor San, abarca un pequeño porcentaje de rectificación de motores en el mercado de la ciudad de Quito, en la tabla 3 muestra la producción estimada anual de rectificación de motores. La empresa busca el cumplimiento de entrega a tiempo para la satisfacción del cliente en base al producto requerido con los estándares de calidad necesarios para elevar su prestigio en el mercado por lo cual necesita conocer los tiempos que se demoran en realizar dicho proceso de manera general y de cada sección, el taller Motor San tiene como meta ser un taller que ofrezca excelente calidad en el servicio de rectificación de motores para lograr escalar a nivel nacional como una rectificadora de motores de mayor prestigio.

La presente investigación aporta con la misión de la empresa mediante la mejora del proceso de rectificación, con la estandarización de tiempos que comprende el estudio y análisis de todos los procesos que se realizan para cada una de las etapas de rectificado.

Según (Pillajo, 2019, pág. 4) Enfatiza que la estandarización de tiempos en los procesos actualmente se ha, vuelto una herramienta de vital importancia ya que la implementación permite reducir y controlar costos a la hora de gestionar procesos, permitiendo una mejor eficiencia al taller.

Antecedentes

El taller Motor San presenta registros del año pasado donde se evidencia retrasos en los procesos de rectificación, ralentizando el proceso llevándolo a un bajo rendimiento, debido a que el taller no consta con ningún tipo de proceso establecido ni nada por el estilo llevando a cabo todas las operación de manera empírica que no ayudan a agilizar las actividades, existen muchas falencias en puntos importantes en el proceso de rectificación especialmente en la entrega tardía del producto llevando una inconformidad a los clientes.

La problemática del taller Motor San en general es presentar retrasos en la entrega de motores rectificadas a los clientes generando la necesidad inmediata de estandarizar el proceso para saber cuál es el tiempo que se demoran y mejorarlo, el objetivo de la presente investigación es conocer el tiempo que se demoran en realizar el proceso y reducir el tiempo total para que las entregas a los clientes cumplan con tiempos establecidos mediante el Método de parar y observar para mejor el servicio que está prestando el taller.

Justificación

La normalización de tiempos es importante porque, evita originar retrasos en el plan de entrega del servicio de rectificación de motores que ofrece el taller Motor San, la misma que al ver la competencia en talleres mecánicos que existe hoy en día que ha llevado a generar como necesidad fundamental de cumplir las necesidades del cliente, de tal manera que en el presente es el objetivo de varios talleres.

Debido a esto el estudio de tiempos se ha generado diversas herramientas para estandarizar un procesos que ayudara notoriamente a las operaciones, con finalidad de incrementar el beneficio en servicio de los talleres de rectificado en este caso para generar un alto impacto en la cantidad servicio generado por el taller Motor San, asegurando el ahorro de tiempo de trabajo y también de recursos económicos propios y ajenos al taller, de igual manera se tiene como finalidad tener un aporte ante la sociedad y futuros estudiantes

a que tengan un material de apoyo como antecedente investigativo para guiarse de manera más concreta a lo que es la estandarización de tiempos en el proceso de rectificación de motores.

El presente estudio de investigación tiene gran utilidad, ya que contribuye con datos reales proporcionados por el taller Motor San en la rectificación de motores y al ser llevado a cabo aporta en el progreso e incremento de esta.

De manera que esta investigación exige un análisis de campo existe la factibilidad para realizarla ya que el investigador dispone del conocimiento necesario en los procesos y los recursos tanto tecnológicos y bibliográficos especializados; contando además con las facilidades del taller para tener acceso a la información con el fin de identificar los elementos innecesarios, así mediante la recolección de información se podrá analizar el actuar de los procesos y poder llegar a normalización del mismo para mejorar los tiempos en los servicios que muestra el taller.

Objetivo General

Estandarizar el proceso de rectificación de motores de 1600 CC en la mecánica Motor San en Quito mediante el Método de Parar y Observar para hacer uniforme el tiempo de entrega del mismo.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar las operaciones de rectificación mediante herramientas de ingeniería industrial para obtener el registro actual del taller.
- Proponer alternativas mediante la aplicación de herramientas del estudio del trabajo que permitan disminuir el porcentaje de los suplementos variables que están influyendo negativamente en el proceso.
- Normalizar los tiempos de los ciclos con el resultado del porcentaje de los nuevos suplementos mejorando el tiempo del servicio.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

El taller motor san da servicios centrados a la rectificación de motores de 1600 CC en el sector de San Juan de la ciudad de Quito. El taller se divide en una oficina, bodega y en el exterior una infraestructura cerrada donde se ejecuta la rectificación de motores. Tiene un área de acogida de motores donde son transportados de manera manual al lavado donde se ejecuta una limpieza interna y externa de todo el motor eliminando cualquier suciedad, luego se reparten los trabajos dependiendo de sus características en el área de rectificación de motores como: desarmado, mecanizado, reparación, armado y prueba.

La problemática del taller es no tener establecido el tiempo de servicio de rectificado ya que se lleva de manera empica. Es importante conocer que este servicio es nuevo y lo quieren añadir de manera definida en su taller donde por el momento solo se presta para carros de competición. Por este motivo surge esta investigación para establecer los tiempos de servicio y conocer las operaciones que se llevan a cabo donde se reducirá el tiempo total de ciclo de dicho servicio.

Análisis de servicio durante el año 2021

Tabla 4 Resumen de vehículos por mes y año en rectificación

Servicios mensuales del año 2021			
Mes	Operación	Vehículos por mes	Días laborables
Enero		3	20
Febrero		2	20
Marzo		1	23
Abril		2	21
Mayo		1	20
Junio	rectificación de motor	2	22
Julio		3	22
Agosto		2	20
Septiembre		1	22
Octubre		2	20
Noviembre		1	19
Diciembre		1	20
Total vehículos por año		21	

Nota: Resumen anual de vehículos receptados por el taller Motor San. Elaborado por el investigador

Como se puede observar en la tabla 4 se tomó en cuenta los registros de los días laborables de cada mes de lunes a viernes durante el año 2021, se recolecto datos de la operación de rectificación de motores donde se puede verificar el número de vehículos por mes y el total anual de vehículos reparados el 2021 lo cual nos va dar un idea claro de cuantos vehículos a receptado el taller Motor San.

Observación directa como método cualitativo

Se crea una relación entre el investigador y el suceso debido al contacto personal con el hecho o fenómeno que trata de investigar, del cual se obtienen datos para desarrollar una investigación.

Este método se emplea cuando se desea analizar el comportamiento de una situación en particular. El investigador debe introducirse al ambiente de las personas y el

proceso en el que trabajan sin intervenir ni alterar nada de lo que se lleva a cabo. Para evitar la invalidez de los datos recolectados, es importante aplicarlo cuando se requiere valorar el proceder del operario en una fase continua de tiempo.

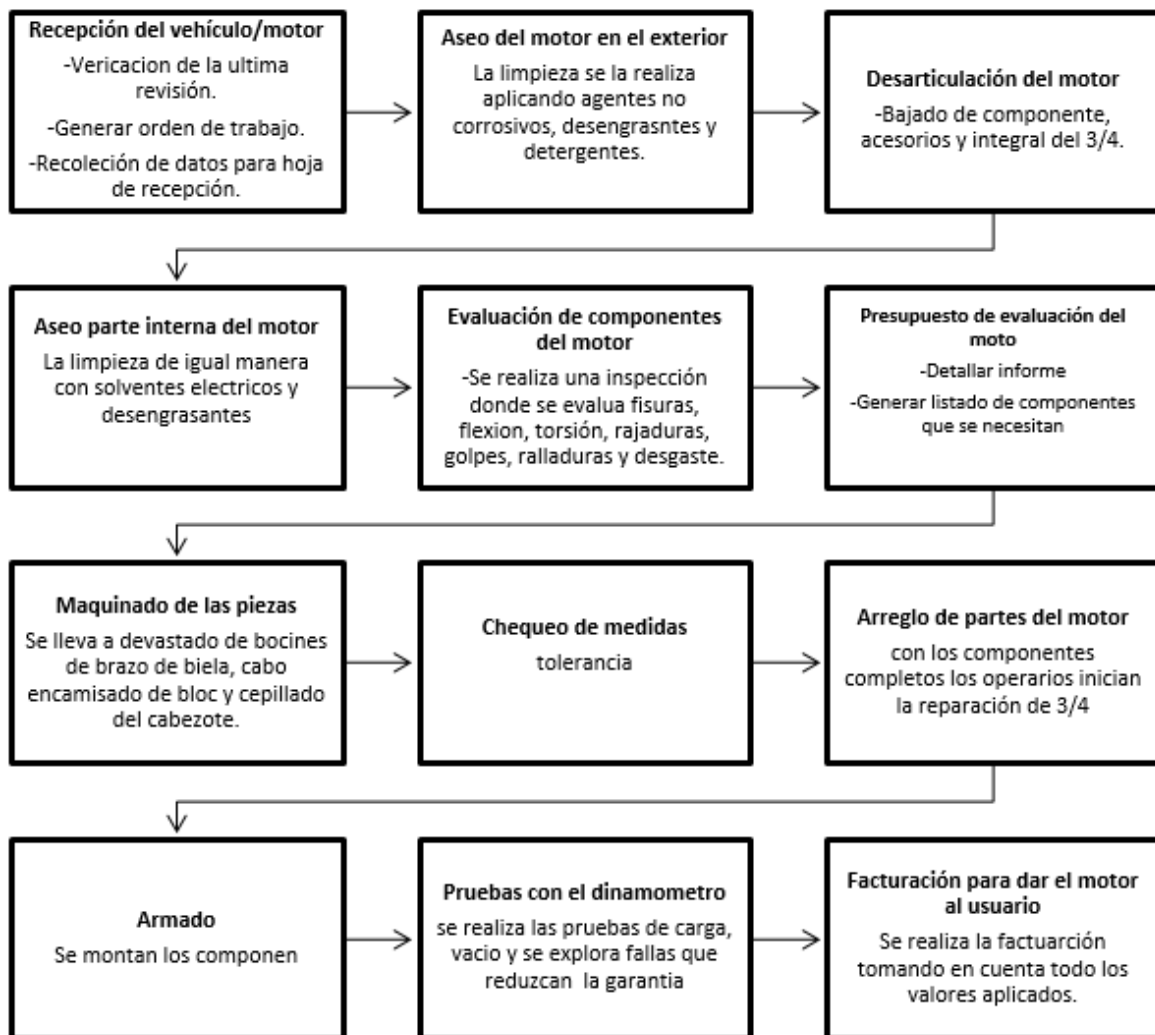
Planificación y aplicación

Al no registrar estándares de tiempos en la rectificación de motores causa restricciones en los subprocesos del producto final generando inconvenientes a la mecánica Motor San.

La planificación de la observación directa en el proceso es un paso fundamental, para conocer la situación inicial del proceso de rectificación de motores, tras la información obtenida se podrá precisar técnicas de mejora con herramientas eficaces que faciliten el análisis de datos.

El taller no cuenta con procesos estandarizados, la información se tomó a través de la observación directa donde se pudo evidenciar que no hay tiempos establecidos en la operación de rectificación de motores dando a conocer sus 12 elementos que conlleva al proceso total el cual es realizado por 3 trabajadores mismo que se encuentran detallado en el diagrama de bloques en la figura 2.

Figura 2 Diagrama de bloques



Nota: Descripción detallada del proceso de rectificado obtenido de la observación directa. Elaborado por el investigador.

Tolerancias o suplementos mediante la tabla de la OIT (Organización Internacional del Trabajo)

Cuando se analiza los tiempos nos ayuda verificar como verdaderos los valores logrados con cálculos matemáticos, teniendo en cuenta que no incluye valores que no se pueden cuantificar, mediante herramientas de medición, como son:

Figura 3 Factores no medibles

No	Factores no medibles
1	Variación en el ritmo de trabajo durante el día por efecto de fatiga
2	Condiciones ambientales de planta
3	condiciones de equipo, máquinas y herramientas
4	Cáriterísticas del proceso
5	Tipo de materiales

Nota: listado de factores no medibles. Elaborado por el investigador.

Es importante implementar factores que ayudaran a disminuir consecuencias que se generan por los elementos de la figura 3 dependiendo de los resultados obtenidos de la medición de tiempo llevada a cabo con el cronometro, denominados como suplemento constante y variable.

En recolección de datos del método parar y observar se pudieron determinar los suplementos de los elementos de la operación de rectificación mediante la OIT (Organización Internacional de Trabajo) se logró obtener los porcentajes las cuales son realizadas por 3 técnicos.

Suplemento de la operación

En la Tabla 5 se puede observar los porcentajes de suplementos de la operación de rectificación de motores del taller Motor San estos datos fueron obtenidos durante observación directa por parte del investigador.

Tabla 5 Calculo de tiempos suplementarios

Cálculo de tiempos suplementarios de la rectificación de motores	
Suplementos constantes	9%
	Hombres
A. Por necesidades Personales	5%
B. Base por fatiga	4%
Suplemento Variable	31%
	Hombres
A. Suplemento por Trabajar de Pie	2%
B. Suplemento por postura anormal (incomoda)	2%
C. Uso de fuerza 35,5Kg	22%
F. Concentración intensa (trabajos precisos)	2%
G. Ruido (intermitente y fuerte)	2%
H. Tensión mental (bastante complejo)	1%
Suplemento total	40%

Nota: Información basada en la observación directa y la tabla OIT. Elaborado por el investigador.

En la tabla 5 se determina el suplemento variable y constante en el que se encuentra inmerso el proceso de rectificado para llevar acabo la estandarización de dicho proceso.

Con suplemento total de 40% se multiplica por 480 minutos que equivale a las 8 hora de una jornada laboral dando como resultado 192 min, se determinó la jornada efectiva de trabajo de 288 min que representa 4,8 horas de trabajo efectivo para la rectificación de motores.

Factor de Calificación

Mediante esta técnica se determina el tiempo requerido para que un trabajador normal realice un trabajo después de haber registrado los valores observados de una operación en estudio, es decir que el observador de tiempos compara la actuación del trabajador bajo las observaciones y bajo su propio criterio, interviniendo así la opinión del analista en base al sistema Westinghouse que es uno de los métodos más completos y utilizados para trabajar.

El mismo que se mide y utiliza 4 factores los cuales son:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

La habilidad se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, existe seis grados de destreza asignables al operario.

El esfuerzo se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlada en alto grado por el operario.

Las condiciones son aquellas a las que se hace referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son las que afectan al operario y no a la operación.

La consistencia del operario, el investigador debe ser capaz de hacer las restas sucesivas y de apuntar conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, consistencia perfecta.

Tabla 6 Factor de calificación

Habilidad			Esfuerzo		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.06	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.14	F2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Nota: Introducción al estudio del trabajo. Gustavo Moori

En la tabla 6 se puede detallar los valores del factor de calificación para habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 7 Operación de rectificación

Análisis de la operación de rectificación	
factores en el método Westinghouse	calificación otorgada
Habilidad	B1 +0.11
Esfuerzo	C1 +0.05
Condiciones	D +0.00
Consistencia	B +0.03
Cv= 1 ± C	1,19

Nota: Taller Motor San. Analisis de operación. Elaborado por el investigador.

La calificación en la tabla 7 es concedida mediante el analisis del investigador por el método Westinghouse de cada operación de la investigación se basó en las características de la habilidad y el esfuerzo acorde al proceso de rectificación.

Tabla 8 Hoja de observaciones para estudio de tiempos del proceso actual

Identificación de la operación	Rectificación de motores											Fecha: 12-12-21				
Hora inicial:7:00	Operador: N/A					Observador: Leonardo Luna						Aprobado por: N/A				
Hora final: 18:00																
Descripción del elemento	Ciclos											Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ T	T	Fc	Tn	
Recepción	Tiempo (horas)	2,8	2,7	2,9	2,8	2,9	2,7	2,6	2,8	2,7	2,9	27,92	2,79	1,19	3,32	
Limpieza exterior		2,3	2,2	2,1	2,2	2,4	2,3	2,3	2,4	3,4	2,2	23,81	2,38	1,19	2,83	
Desarmado		24,6	24,5	24,3	24,4	24,5	24,6	24,6	24,3	24,4	24,6	244,8	24,48	1,19	29,13	
Limpieza interior		6,7	6,7	6,9	6,7	6,7	6,9	6,8	6,8	6,7	6,8	67,77	6,78	1,19	8,06	
Evaluación de partes		18,6	18,8	18,7	18,7	18,8	18,7	18,6	18,6	18,7	18,6	186,7	18,67	1,19	22,21	
Presupuesto		5,9	6,5	5,8	6,6	6,0	6,2	5,9	6,3	6,2	6,3	61,76	6,18	1,19	7,35	
Maquinado		20,7	20,6	20,6	20,8	20,7	20,9	20,7	20,7	20,9	20,6	207,2	20,72	1,19	24,66	
Verificación de medidas		4,3	4,3	4,2	4,4	4,5	4,4	4,3	4,3	4,4	4,3	43,25	4,33	1,19	5,15	
Reparación de componentes		35,6	35,6	35,7	35,5	35,6	35,6	35,7	35,8	36,5	35,7	357,4	35,74	1,19	42,53	
Ensamble del motor		28,7	28,7	28,8	28,6	28,9	28,6	28,8	28,8	28,8	28,9	287,6	28,76	1,19	34,22	
Evaluación de dinamómetro		11,7	11,8	11,7	11,9	11,7	11,8	11,7	11,8	11,8	11,9	117,9	11,79	1,19	14,03	
Entrega		5,4	5,2	5,2	5,5	5,4	5,4	5,5	5,3	5,4	5,3	53,45	5,35	1,19	6,36	
													total del ciclo			
													199,86			

Nota: Hoja de observaciones del estudio de tiempos con 10 ciclos. Elaborado por el autor

En la tabla 8 se logró visualizar el resumen del registro de datos obtenidos por el método cuantitativo de cronometraje con regreso a cero que determina en forma continua los valores de los 10 ciclos, el tiempo de ciclos analizados para la operación de rectificación es de 199.86 tomando en consideración 12 elementos para esta operación con factor de calificación de velocidad de 1.19 que se puede observar en el análisis de cálculo de la Tabla 7.

Número de observaciones

Para estudiar los tiempos es necesario tomar en cuenta el número de observaciones que se realizan antes de poder determinar el tiempo estándar de una operación, ya que cuanto mayor sea el número de observaciones cronometradas más próximos estarán los resultados a la realidad del trabajo que se estudie.

Para calcular el tamaño de la muestra se necesitan las siguientes ecuaciones:

Desviación estándar (Ecu. 1):

Donde:

S = Desviación estándar

T = Tiempo

M = Muestra

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{M}}{M-1}} \quad (1)$$

Tabla 9 Distribución T student

Tabla de valores a partir de la distribución t de Student para C=0,90		
M	g.1	E
5	4	2.13
6	5	2.02
7	6	1.88
8	7	1.90
9	8	1.86
10	9	1,83
15	14	1,76
20	19	1.73
25	24	1,71
30	29	1,7
Más de 30	-	1,65

Nota: Elaboración propia basada en la tabla T student

Intervalo de confianza Im (Ecu. 2):

Donde:

Im= Intervalo de confianza

T 0,90 = T de Student para coeficiente de confianza del 90%

S= Desviación Estándar.

$$Im = 2 T 0.90 \left(\frac{S}{\sqrt{M}} \right) \quad (2)$$

Intervalo de confianza I (Ecu. 3):

Donde:

I = Intervalo de confianza

T = Media de los tiempos

$$I = 2 * 0,05 T \text{ media} \quad (3)$$

La relación de Im, I

- Si Im es igual o menor que I ($Im \leq I$) el intervalo de confianza especificado, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo.
- Si Im es mayor que I ($Im > I$) se requieren observaciones adicionales, o sea calcular N.

Numero de observaciones para la operación de rectificado

Tabla 10 Operación de rectificación

	Tiempo por ciclo	T ²
ciclo 1	2,8	7,8
ciclo 2	2,7	7,3
ciclo 3	2,9	8,4
ciclo 4	2,8	7,8
ciclo 5	2,9	8,4
ciclo 6	2,7	7,3
ciclo 7	2,6	6,8
ciclo 8	2,8	7,8
ciclo 9	2,7	7,3
ciclo 10	2,9	8,4
Σ T	27,8	77,4
T MEDIA	2,78	
Σ T al cuadrado	773,8	

Nota: Tiempo de 10 ciclos para resolver S. Elaborado por el investigador

En la tabla 10 se realiza el cálculo de los 10 ciclos para seguir con la aplicación de la fórmula 1 para conocer si nuestra muestra satisface.

$$S = \sqrt{\frac{77,4 - \frac{(27,8)^2}{10}}{9}} S = 0,114 \quad (1)$$

Utilizando la ecuación 2 intervalo de confianza

$$Im = 2 (1.83) \left(\frac{0,114}{\sqrt{10}} \right) \quad (2)$$

$$Im = 3,66(0,036)$$

$$Im = 0,132$$

Utilizando la ecuación intervalo de confianza

$$\begin{aligned} I &= 2 * 0,05 T \text{ media} \\ I &= 2 * (0,05) (2,78) & (3) \\ I &= 0,278 \end{aligned}$$

Comprobando con la relación de I_m , I nos indica que I_m es menor que I ($I_m=0,132$ es menor que $I=0,278$), por lo que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo para la operación de rectificación de motores.

Estandarización del proceso actual de tiempo normal para los elementos de la operación de rectificación

En la determinación del tiempo estándar se asumió una tolerancia o suplemento de 40 minutos de un día de ocho horas de trabajo con tiempo normal de 199.86 horas que representa 11991.6 minutos mediante la ecuación se obtuvo lo siguiente:

$$\begin{aligned} T_s &= T_n + T_n (\text{Relación del tiempo indisponible}) & (5) \\ & \text{(al disponible para la producción)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= 11991.6 \text{ minutos} + 11991.6 (\text{40 indisponible}) \\ & \text{(440 disponible)} \end{aligned}$$

$$T_s = 11991.6 \text{ minutos} + (11991.6 \text{ minutos} * 0.090)$$

$$T_s = 13070.24 \text{ minutos/auto}$$

Con la estandarización del proceso del tiempo actual se pudo identificar un tiempo de 13070.24 minutos que representa 217.83 horas en la operación de rectificación de motores.

El resultado se lleva a cabo mediante el cálculo del tiempo normal que es 199.86 horas que representa 11991.6 minutos, el tiempo indisponible que sería el 40 por ciento que nos dio como suplemento y tiempo disponible de la producción que nos da 440 resultado de la resta de 480 menos el 40 por ciento.

Estadísticamente se demostró que diez ciclos para los estudios de tiempos satisficieron el error de muestreo de la operación, también se detectó un suplemento del 40% para el proceso de rectificación incidiendo principalmente en el uso de la fuerza y el ruido al que están expuestos los operarios.

Área de estudio

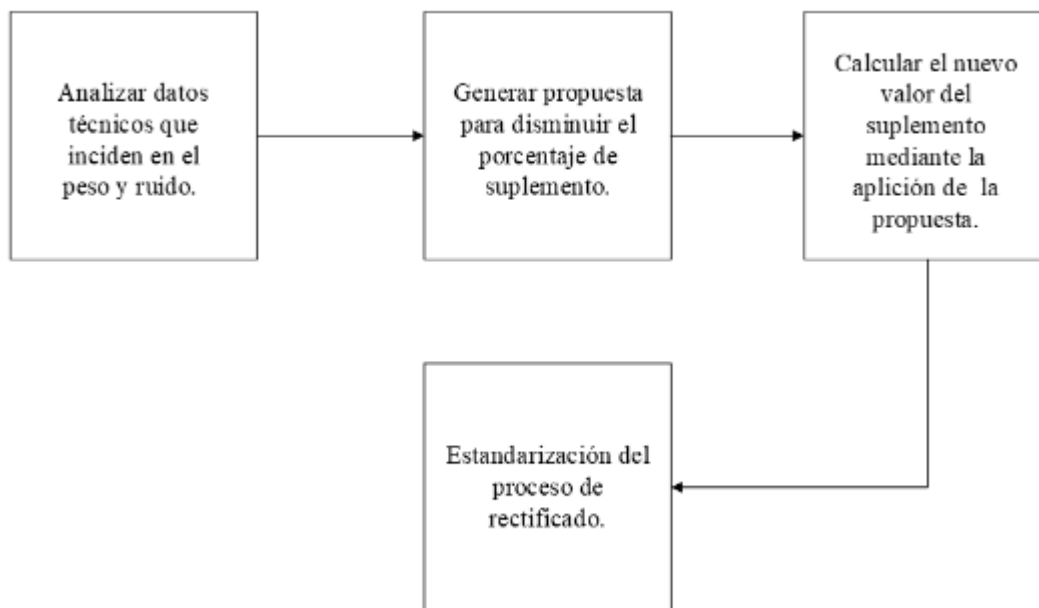
Tabla 11 Área de estudio

Dominio	Tecnología y sociedad.
Línea de Investigación	Empresarialidad y productividad
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Proceso de Rectificación de motores
Aspecto	Procesos
Objetivo de Estudio	Estandarización del proceso de rectificación para motores de 1600 cc
Periodo de Análisis	Enero del 2021 a Enero del 2022

Nota: Líneas de investigación de la universidad Tecnológica Indoamérica. Elaborado por el investigador.

Modelo operativo

Figura 4 diagrama del modelo operativo



Nota: Modelo operativo. Elaborado por el investigador.

Desarrollo modelo operativo

- **Analizar datos técnicos que inciden en el peso y ruido**

Se realizó un análisis respecto a los suplementos seleccionados para demostrar que están excediendo los límites que puede soportar un operario mediante la búsqueda de una ficha técnica donde se puede verificar el peso de un motor de 1600 cc el cual sobrepasa el porcentaje del suplemento de peso que está en nuestra tabla OIT, se realizó una medición ruido de las zonas donde excede los 85 dB los cuales están sobre el nivel permitido según decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. De igual manera se realizó un diagrama de Ishikawa para resaltar los factores que están incidiendo en el suplemento de ruido.

- **Generar propuesta para disminuir el porcentaje de suplemento**

En la propuesta se detallan dos opciones para disminuir cada suplemento tanto para el ruido como el peso, luego se da una ponderación donde se especifica que la de menor valor será la opción más idónea al momento de realizar una selección de variables para cada uno de ellos donde se escogerá cual es la que beneficiara de mejor manera al taller para así disminuir el porcentaje de suplemento.

- **Calcular el nuevo valor del suplemento mediante la aplicación de la propuesta**

Se realiza nuevamente el cálculo para sacar el total entre el suplemento constante y variable que nos daría como resultante una reducción considerable para el valor que se obtuvo en el diagnóstico.

- **Estandarización del proceso de rectificación**

Se aplica la estandarización del proceso mediante el cálculo del tiempo estándar con el nuevo valor del suplemento total donde se logra mejorar el tiempo de servicio del proceso de rectificación.

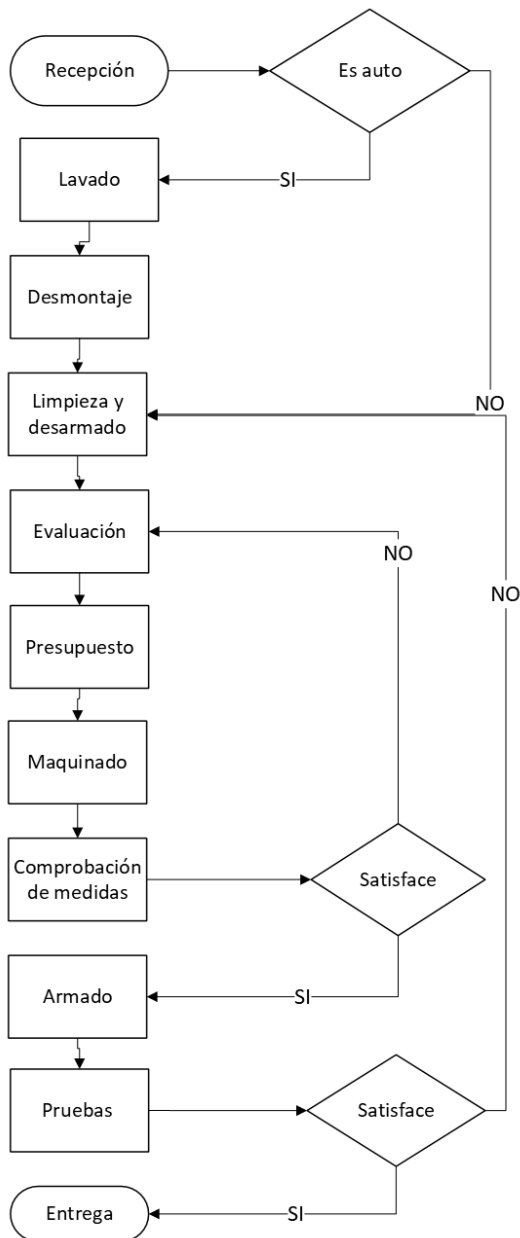
CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Diagrama de flujo del proceso de rectificado

Se detalló el proceso en la figura de manera ordenada donde se puede entender el paso a paso que se lleva a cabo desde la recepción hasta la entrega final al cliente.

Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de rectificación de motores de 1600 cc



Nota: se detalla de manera correcta el proceso para un entendimiento correcto. Elaborado por el investigador.

Ya analizada la situación actual del taller Motor San se plantea una propuesta para realizar las mejoras pertinentes enfocadas en disminuir el porcentaje de suplemento que va de la mano con el objetivo principal de esta investigación que es la estandarización del proceso de rectificación de motores, donde se normalizara la operación estudiada.

Para el suplemento peso es importante considerar los datos técnicos de un motor de 1600

Tabla 12 Especificaciones técnicas de un motor de 1600

Motor de combustión	
Ubicación	Delantero
Cilindros	4 en línea, 16 val
Control de válvulas	No
Potencia HP	100 a 6000 rpm
Peso	90 a 160 kg
Alimentación	Inyección electrónica
Combustible	Gasolina

Nota: Peso en kilogramos de un motor de 1600 CC. Elaborado por el investigador (Nissan, 2016, pág. 2)

Como se puede observar en la tabla 12 el peso de un motor de dichas carteristas excede el peso que puede levantar un operario por su cuenta según la tabla OIT en el anexo 1.

Es importante considera la NTE INEN-ISO 11228-1 Y 11228-2 la que aplica a objetos con un peso des 3kg, diciendo que el máximo peso que un operario puede manejar manualmente es de 25 kg sin ayuda mecánica. Confirmando que en el taller Motor San es necesario implementar una ayuda mecánica ya que exceden el peso permitido elevando nuestro porcentaje de suplemento.

Para el suplemento de ruido es necesario considerar a cuanto está expuesto un trabajador en un ámbito industrial sin ningún protector aditivo

Tabla 13 Exposición al ruido

Puestos de trabajo donde hay exposición al ruido			
No	Puesto de trabajo	dB	Decreto ejecutivo 2393
1	R.Cigueña	88,76	85 dB
2	R.Discos	90,12	
3	R.cilindros	98,32	
4	Ultra sonido	91,26	
5	R.valvulas	97,88	
6	Partes planas	94,36	
7	Torno	86,79	

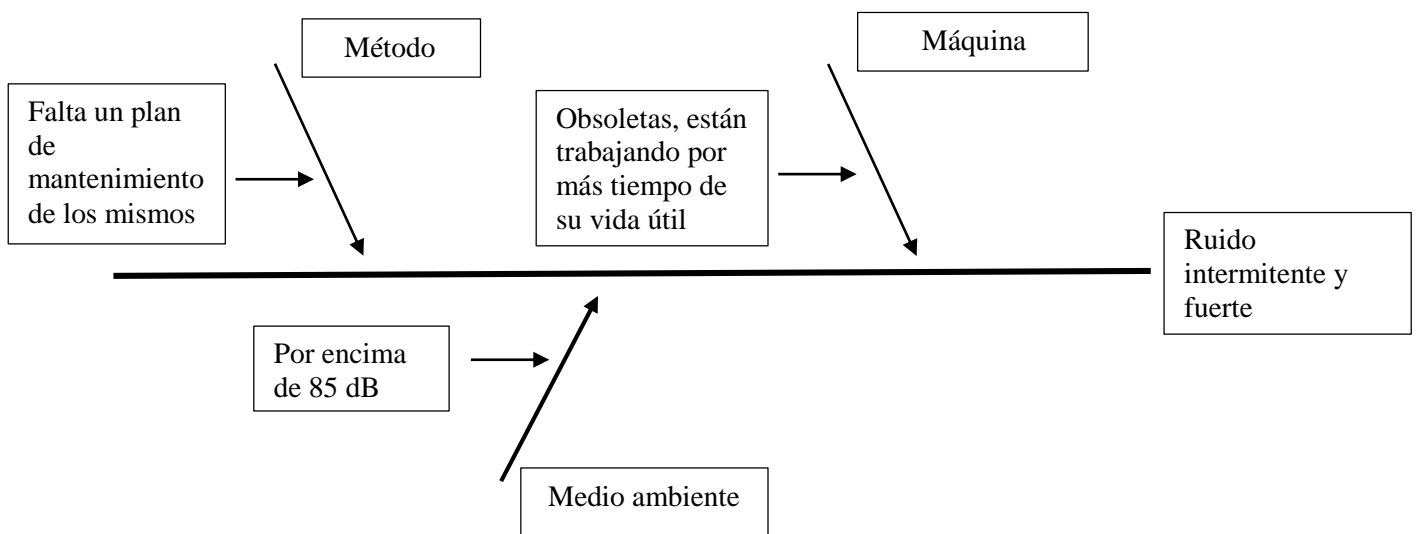
Nota: Puestos de trabajo donde hay exposición al ruido. Elaborado por el investigador.

Como se puede analizar en la tabla 13 en todas las operaciones hay un nivel de dB que sobrepasa del decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Diagrama de Ishikawa del suplemento de ruido

Es importante delimitar los factores para el ruido intermitente y fuerte, por este motivo se aplica un diagrama de Ishikawa.

Figura 6 Ishikawa de ruido intermitente y fuerte



Nota: suplemento respecto al ruido intermitente y fuerte. Elaborado por el investigador.

Como se puede observar en el diagrama de Ishikawa de la figura 6 donde se trata el problema ruido intermitente y fuerte se puede observar los tres aspectos que influyen en el mismo como método, máquina y medio ambiente. Descartando mano de obra debido a que los operarios tienen las capacidades técnicas y experiencia son las adecuadas, el material no se lo toma en cuenta porque tienen los componentes para satisfacer la obra y medición no entraría en el rango del problema que se está tratando que es el ruido.

Propuesta para disminuir los porcentajes de suplemento elevados

Reducción para el suplemento del uso de fuerza

Para la reducción del porcentaje de suplemento de uso la fuerza del 22% al 1% para evitar perjudicar la salud de los trabajadores se debe usar una mesa elevadora doble tijera hidráulica o una mesa elevadora de tijera eléctrica como se muestra en el anexo 4 y 5 para el traslado y elevación del motor y sus componentes.

Opción número 1 mesa hidráulica elevadora de doble tijera

Para cargar y transportar el motor o sus componentes sin ningún problema debido a sus características tanto en material como en durabilidad con un precio de \$ 340 en la IMPORTADORA FERREMAS JP ubicada en el norte de la ciudad de Quito.

Características

- Tecnología: doble tijera
- Accionamiento: Hidráulico
- Tipo: móvil/estacionaria
- Carga: 160 kg
- Altura máxima: 2.50 metros

Opción número 2 mesa elevadora de tijera eléctrica

Se podrá tener más facilidad al momento de elevar o mover el motor debido a sus características dando mayor comodidad al operario. Con un precio de \$ 500 en la IMPORTADORA FERREMAS JP como se muestra en el anexo 4.

Características

- Tecnología: de tijera
- Accionamiento: Electrónico
- Tipo: móvil/estacionaria
- Aplicaciones: Cargas pesadas
- Otras características: De alta eficacia rotante
- Carga: 1000 kg
- Altura máxima: 3 metros

Reducción suplementos para el Ruido

Los operarios no cuentan con ninguna protección auditiva al momento de realizar sus tareas en el taller lo cual puede traer graves repercusiones a futuro en la salud y el rendimiento para cumplir su trabajo ya que están expuestos en ciertas áreas de trabajo en un rango de 86.79 a 98.32 dB.

Para la determinación de la dosis de ruido se seguirá el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55, el cual establece que el nivel de ruido criterio es de 85 dB, a fin de medir la dosis de una etapa laboral de 8 horas. El estudio se realizará con base en la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612, “Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería” (ISO 9612:2009, IDT), con una organización de medición de una jornada completa, numeral 11 de la norma. Como se puede entender el nivel de decibeles esta sobrepasado lo determinado por lo tanto se debería usar protecciones auditivas como se muestra en el anexo 6 para evitar lesiones en los operarios.

Protección auditiva

Variación: según el tipo de protección auditiva utilizada, se debe tener en cuenta un valor de corrección para la variación. Para protección auditiva en cápsula de 5dB, tapones para los oídos reutilizables de 5dB, tapones para los oídos desechables de 9dB y protector auditivo de arco de 5dB, el nivel de sonido residual se puede determinar como se muestra en el anexo 7.

Selección de alternativas para el suplemento de ruido y peso

En la tabla 15 y 16 se muestra las alternativas con los dos equipos ya mencionados para el suplemento de peso y ruido, con una ponderación del 0 al 100 por ciento, diciendo que de 0 a 33 por ciento va ser el más bajo dando como resultado ser el más factible para elaborar la propuesta, de 34 a 66 por ciento significa que está cumpliendo con las limitaciones de la propuesta, pero esta por pasar las posibilidades del desarrollo y del 67 al 100 por ciento sobrepasa el alcance.

Para analizar la tabla de ponderación en los criterios que se toma como alternativa ganadora la de menor puntaje. El análisis se realizó tomando en cuenta las posibilidades del taller tomando en cuanto costo y características generales de los equipos.

Tabla 14 Ponderación

Ponderación	
67-100%	Alto
34-66%	Medio
0-33%	Accecible

Nota: Ponderación de los criterios que se toma en las alternativas. Elaborado por el autor.

Tabla 15 Selección de alternativas para el peso

Alternativas	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Total
	Costo	Tecnología	Accionamiento	Tipo	Carga	Altura	
Mesa hidráulica elevador de doble tijera	40	39	28	50	25	30	212
Mesa elevadora de tijera eléctrica	60	55	75	50	20	38	298

Nota: Alternativa más factible para la propuesta. Elaborado por el investigador.

Tabla 16 Selección de alternativas para el ruido

Alternativas	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Total
	Costo	Comodidad	Facilidad de uso	Abordaje de las necesidades de comunicación	dB	
Tapones para oído	40	35	50	60	25	210
Protectores auditivos de arco	50	44	40	38	27	199

Nota: Alternativa más factible para la propuesta. Elaborado por el investigador.

Una vez realizado el análisis de acuerdo a la importancia de cada criterio se obtiene las herramientas adecuadas para la disminución del suplemento de peso dando como resultado a la mesa hidráulica elevadora de doble tijera y para el suplemento de ruido al protector auditivo de arco.

Como se puede analizar en la tabla 6 de suplementos en la rectificación de motores, existen tiempos de suplementos variables por la fuerza y ruido los cuales se van a eliminar para la estandarización de la operación ya que, debido a la reducción del porcentaje de suplementos, se va a tener más tiempo efectivo en la jornada de trabajo con la propuesta mencionada anteriormente.

Porcentaje del suplemento con las nuevas adecuaciones

Tabla 17 Suplementos con adecuación

Cálculo de tiempos suplementarios de la rectificación de motores	
Suplementos constantes	9%
	Hombres
A. Por necesidades Personales	5%
B. Base por fatiga	4%
Suplemento Variable	8%
	Hombres
A. Suplemento por Trabajar de Pie	2%
B. Suplemento por postura anormal (incomoda)	2%
C. Uso de fuerza 35,5Kg	1%
F. Concentración intensa (trabajos precisos)	2%
G. Ruido (intermitente y fuerte)	0%
H. Tensión mental (bastante complejo)	1%
Suplemento total	17%

Nota: Elaboración propia. Suplemento disminuido el porcentaje de fuerza y ruido.

Con un suplemento total de 17% que representa 81.60 min, se determinó la jornada efectiva de trabajo de 398.4 min que representa 6,64 horas de trabajo efectivo para la rectificación de motores.

Como se puede observar con la propuesta se redujo los porcentajes suplementarios del 40% a 17% para la operación de rectificación de motores con las mejoras planteadas en el uso de la fuerza y ruido como se puede verificar en la tabla No. 14.

Estandarización del proceso con mejora de los suplementos para tiempo normal de los elementos de la operación de rectificación

En la determinación del tiempo estándar se determinó una tolerancia o suplemento de 17 minutos de un día de ocho horas de trabajo con tiempo normal de 199.86 horas =11991.6 minutos mediante la ecuación se obtuvo lo siguiente:

$$T_s = T_n + T_n \left(\frac{\text{Relación del tiempo indisponible}}{\text{al disponible para la producción}} \right) \quad (5)$$

$$T_s = 11991.6 \text{ minutos} + 11991.6 \left(\frac{17 \text{ indisponible}}{463 \text{ disponible}} \right)$$

$$T_s = 11991.6 \text{ minutos} + (11991.6 \text{ minutos} * 0.0367)$$

$$T_s = 12431.69 \text{ minutos/auto}$$

Es importante conocer que 12431.69 minutos es igual a 207.19 horas.

Con la reducción de suplementos se pudo disminuir el tiempo estándar de la operación de Rectificación de 13070.24 minutos a 12431.69 minutos con una variación de 638.55 minutos más productivos.

Interpretación del antes y después de la normalización del proceso de rectificado disminuyendo el porcentaje de suplemento

Tabla 18 Comparación del proceso después de disminuir el porcentaje de suplemento

Proceso de rectificación de motores							
Antes				Después			
suplemento	Tiempo			suplemento	Tiempo		
	minutos	horas	Días		Minutos	Horas	Días
40%	13070,24	217,83	27.22	17%	12431,69	207,19	25

Nota: se puede observar los valores detallados del suplemento y tiempo en (minutos, horas y días). Elaborado por el investigador.

Como se puede observar en la tabla 15 con la reducción del suplemento se pudo disminuir el tiempo para normalizar la operación.

Resultados esperados

Lo que se espera obtener como resultado en la estandarización del proceso de rectificación de motores, como se mencionó durante la investigación, la razón principal para que el proceso del taller Motor San sea estandarizado es la reducción de suplementos para normalizar el servicio. Siendo así se realizó un análisis donde se evidencia el peso y el ruido que están expuestos los operarios dando a conocer que están por fuera de las normas dichas anteriormente, afectando tanto al proceso como al operario. Luego de tener evidencia del porque están excediendo el porcentaje de suplemento se realiza una selección de alternativas que ayudaran a disminuir dicho porcentaje que está afectando al tiempo de servicio. Ya aplicando las mejoras resultantes de la selección de alternativas se hace el cálculo de suplemento para ver en cuanto se pudo disminuir el porcentaje para así aplicar nuevamente la fórmula del tiempo estándar dando como resultado una disminución considerable al tiempo de servicio total en la rectificación de motores. Según Fred E. Meyers, para una manufactura ágil, dice que las empresas sin estandarización tienen un rendimiento del 60 % aplicando la estandarización, se planea agrandar este porcentaje ya que las empresas que implementan la estandarización a los procesos productivos tienen un rendimiento del 85% incrementando la producción con los mismos recursos de la empresa mediante la aplicación de técnicas de estándares de tiempos, luego de realizar las observaciones necesarias se llega a reducir tiempo del servicio de las operaciones y así disminuir los tiempos empleados en la actividad. Cuando una empresa familiar como el taller Motor San se encuentra establecida tanto los dueños como los operarios de cada área tratan de implantar procedimientos para garantizar que el taller siga siendo rentable, una forma de establecer esta rentabilidades asegurando un servicio

excelente en la rectificación de motores realizando las mejoras oportunas para el comportamiento de sus operaciones para así establecer un futuro próspero para el taller.

Cronograma Actividades

Figura 7 Diagrama de cronograma de actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	2021	2022	
	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
Analisis de datos técnicos que influyen en el suplemento de peso y ruido debido a su porcentaje elevado			
Generar propuesta para disminuir el porcentaje de peso y ruido			
Cálculo de suplementos aplicando la reducción del porcentaje de peso y ruido para normalizar actividades			
Estandarizar el proceso para establecer los mismo tiempos de ciclo aplicando la propuesta para disminuir el tiempo estándar			
ENTREGA PARA REVISIÓN			

Nota: Resumen de actividades para realizar la estandarización del proceso de rectificación. Elaborado por el investigador.

Analisis de costos

Como se puede observar detalladamente en las tablas 19 Y 20. Para el desarrollo de la propuesta se tomó en cuenta el costo de adquisición de la maquinaria y herramientas que ayudaran a eliminar el suplemento del peso y ruido para la estandarización del proceso de rectificación.

Tabla 19 Valor monetario de mesas elevadoras

Suplemento del uso de la fuerza			
Opciones	Detalles	Costo	Garantía y Mantenimiento
Mesa hidráulica elevadora de doble tijera	Doble tijera hidráulica móvil/estacionaria carga 145 kg	\$340	1 año
Mesa elevadora de tijera	Electrónica móvil/estacionaria de alta eficacia rotante carga 1000 kg	\$500	1 año

Nota: Opciones ms recomendables para mejorar el suplemento de peso.
Elaborado por el investigador

Tabla 20 Valor monetario para suplemento del ruido

Suplemento del ruido		
Opciones	Costo	dB
Orejeras con copas extensibles	\$15	27
Tapón con cordón o banda reutilizable	\$4	21

Nota: Opciones recomendables para eliminar el suplemento del ruido. Elaborado por el investigador.

En la tabla 19 y 20 se genera dos opciones para cada suplemento donde se expresa el detalles, costos, garantía, mantenimiento y dB que ayudaran a disminuir el tiempo estándar del proceso de rectificado.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el diagnóstico de la situación actual del proceso de rectificación de motores, se identificaron un total de 12 operaciones en el proceso de rectificación de motores donde se pudo conocer a profundidad cómo se maneja el proceso, el cual es realizado por 3 operarios que se dividen diferentes tareas. Además, de no constar con tiempos estandarizados en el servicio que presentan llevándolos cabo de manera empírica.
- Mediante herramientas de ingeniería industrial se logró detectar un suplemento del 40% incidiendo principalmente en el uso de la fuerza y ruido. Se pudo tomar diez tiempos de los elementos de las operaciones de rectificado para realizar nuestra hoja de observaciones para el estudio de tiempos donde influye el factor de calificación obtenido anterior mente por los valores habilidad, esfuerzo, condición y consistencia, donde se pudo demostrar estadísticamente que los diez ciclos para los estudios de tiempos satisficieron el error de muestreo de la operación para al final estandarizar con los valores actuales obtenidos del taller.
- Se pudo especificar mediante un analisis de datos técnicos donde se puede verificar el peso que están manipulando y los dB a los que están expuestos los operarios excediendo normas establecidas tanto en la NTE INEN-ISO 11228-1-2 para la manipulación de cargas y en el decreto ejecutivo 2393 en el suplemento de peso y ruido.
- Se generó una propuesta para disminuir el suplemento de ruido y peso donde se busca disminuir dicho porcentaje que esta fuera del rango normal según las normas nombradas anteriormente.

- Para estandarizar el proceso de rectificado se obtuvo los mismos tiempos de ciclo mediante la mejora de los 2 suplementos que sobresalen se pudo identificar que de 13070.24 minutos se disminuyó a 12431.69 minutos con una variación de 638.55 minutos más productivos en la operación de rectificación de motores después de haber disminuido del 40% al 17 % del suplemento dando como resultado la disminución del tiempo estándar dando una mejora al proceso normalizando el servicio.

Recomendaciones

- Este tipo de estudios se realiza en las diferentes operaciones o servicios que tiene el taller con el objetivo de estandarizarlos.
- Analizar las causas que provocan el retraso del servicio, sobre todo en el orden de cada una de las estaciones de trabajo con el fin de disminuir los tiempos estandarizados de cada una de las operaciones
- Tomar acciones que permitan disminuir el porcentaje de suplementos para cada una de las operaciones.
- Es importante aplicar un plan de mantenimiento a la maquinaria de rectificación de motores para así ampliar su vida útil, ayudando a mejorar el método y maquinaria del diagrama de Ishikawa.

Bibliografía

Acosta, A. C. (2012).

Aldás Salazar, D. S. (08 de mayo de 2014).

American Engine and Grinding CO. (2019). *Mechanicadvisor*. Texas: Jackson Street.

Autocofic Import S.A. (2018).

Cedeño Tumbaco, A. L. (02 de enero de 2018).

Laurentino, Alfredo. (2017). Optimizar la logística de importación y distribución de repuestos para motores a diesel para reducir costos operativos de la Importadora Ginpazca. *Optimizar la logística de importación y distribución de repuestos para motores a diesel, 16(62)*. Quito: Universidad de Guayaquil.

Manobanda, D. X. (2017).

Nissan. (2016). *Placervial*. Obtenido de Placervial: <https://www.placervial.com/2/ficha-tecnica/176877>

Nollivo, D. (28 de Noviembre de 2019).

pedra, W. (2019). *ESTUDIO DE RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL Y SUS EFECTOS EN UNA EMPRESA RECTIFICADORA*. puyo: uti.

Pillajo, J. (19 de Abril de 2019). Estandarizacion del proceso de encapsulado y bliseteado de amoxicilina 500mg en la empresa Betapharma S.A. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Indoamerica.

Rojas, C. I. (26 de Mayo de 2014).

Shirley Yessic, M. V. (12 de Julio de 2019).

Tibán, C. M. (2017). *Ambato Patente n° Universidad Tecnológica Indoamérica*.

Anexos

Anexo 1 Sistema de suplementos OIT

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	

2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4
B. Suplemento por postura anormal			2
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	~	20	
--		9	--
35,5	22	máx	---
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
			F. Concentración intensa
			Trabajos de cierta precisión
			Trabajos precisos o fatigosos
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos
			G. Ruido
			Continuo
			Intermitente y fuerte
			Intermitente y muy fuerte
			Estridente y fuerte
			H. Tensión mental
			Proceso bastante complejo
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos
			Muy complejo
			I. Monotonía
			Trabajo algo monótono
			Trabajo bastante monótono
			Trabajo muy monótono
			J. Tedio
			Trabajo algo aburrido
			Trabajo bastante aburrido
			Trabajo muy aburrido

Anexo 2 Características principales del factor de habilidad

(f) La habilidad Mala (-0,10):	(e) Habilidad regular (-0,05):	(d) Habilidad media (0)	(c) Habilidad buena (+0,05):	(b) Habilidad excelente (+0,10):
Empleado nuevo o no adaptado.	Familiarizado superficialmente con el equipo y ambiente	Trabaja con una exactitud razonable.	Los titubeos se han eliminado totalmente.	Trabaja rítmica y coordina mente.
No familiarizado con el trabajo.	Inadaptado al trabajo durante largo tiempo.	Tiene confianza en sí mismo	Francamente mejor que el hombre medio.	Precisión de acción.
Incierto en el orden debido a las operaciones.	Empleado relativamente nuevo.	Conoce bien su trabajo.	Marcadamente inteligente.	Muestra velocidad y suavidad en la ejecución.
Titubea entre las operaciones.	Sigue el orden debido de las operaciones sin demasiado titubeo.	Sigue un proceso establecido sin titubeos.	Posee una buena capacidad de razonamiento.	Completamente familiarizado con el trabajo.
Comete muchos errores.	Un tanto torpe e incierto, pero sabe lo que está haciendo.	Conoce sus herramientas y equipos.	Necesita poca vigilancia.	No comete equivocaciones.
Movimientos torpes.	Hasta cierto limite plantea de antemano.	Plantea las cosas de antemano.	Trabaja a una marcha constante.	Trabaja con exactitud.
No coordina su mente con sus manos	No tiene confianza plena en sí mismo.	Coordina la mente y las manos.	Bastante rápido en sus movimientos.	Obtiene el máximo aprovechamiento de su máquina.
Falta de confianza en sí mismo.	Pierda tiempo a consecuencia de sus desaciertos.	Interpreta bien los planos.	Trabaja correctamente y de acuerdo con las especificaciones.	Tiene velocidad sin sacrificar la calidad.
9, Incapaz de razonar por sí mismo.	Puede interpretar planos relativamente bien.	Se muestra un poco lento de movimientos.	Puede instruir a otros menos hábiles	Tiene la plena confianza en sí mismo.
No puede interpretar bien los planos	Produce lo mismo que el empleado de habilidad mala.	Realiza un trabajo satisfactorio.	Movimientos bien coordinados.	Posee gran destreza manual.

Anexo 3 Características principales del factor de habilidad

(f)Esfuerzo deficiente (0,17):	(e)Esfuerzo regular (-0,08):	(d)Esfuerzo promedio (0):	(c)Esfuerzo bueno (0,02)	(b)Esfuerzo excelente (0,08):
Pierde el tiempo claramente.	las mismas tendencias generales que el anterior, pero en menor intensidad.	trabaja con constancia	pone interés en el trabajo	trabaja con rapidez
Falta interés en el trabajo.	acepta sugerencias con poco agrado	mejor que el regula	muy poco o ningún tiempo perdido.	utiliza razonamiento tanto como las manos
Le molesta las sugerencias.	su atención parece desviarse del trabajo.	es por poco escéptico sobre honradez	no se preocupa por el observador de tiempos	tiene gran interés en el trabajo
Trabaja despacio y se muestra perezoso.	afectando posiblemente por falta de sueño	acepta sugerencias, pero no pone en practica	trabaja al ritmo más adecuado	recibe y hace muchas sugerencias
Intenta prolongar el tiempo utilizado:	pone alguna energía en su trabajo	parece frenar sus mejores esfuerzos	consciente de su trabajo	tiene una gran fe en el observador de tiempos
a) Dar vueltas innecesarias en busca de herramientas.	utiliza métodos tales como:	con respecto al método:	tiene fe en el observador de tiempos	no puede mantener este esfuerzo por más de unos pocos días
b) efectuar más movimientos que los necesarios	a) es medianamente sistemático	a) tiene buena distribución de su área de trabajo	se interesa por los consejos y sugerencias.	trata de mostrar superioridad
c) mantener en desorden su lugar de trabajo.	b) trabaja común demasiada exactitud	b) planea	constante y confiado	utiliza el mejor equipo y los mejores métodos disponibles
d) efectuar su trabajo con una exactitud mayor a la necesaria	c) hace su trabajo demasiado difícil	c) trabaja con buen sistema	sigue el método establecido	a) reduce al mínimo los movimientos
e) utilizar herramientas equivocándose sobre el trabajo.	d) no emplea las mejores herramientas	d reduce movimientos perdidos	está bien preparado	b) trabaja sistemáticamente con su mejor habilidad

Anexo 4 Mesa eléctrica de tijera



La mesa elevadora de tijera eléctrica barata plataforma elevadora hidráulica para talleres

Precio FOB de Referencia / Cantidad de Compra. [i](#) [Conseguir Precio Último >](#)

US \$760	US \$600	US \$480
1-4 Piezas	5-19 Piezas	20+ Piezas

After-sales Service: Spare Parts Replacement

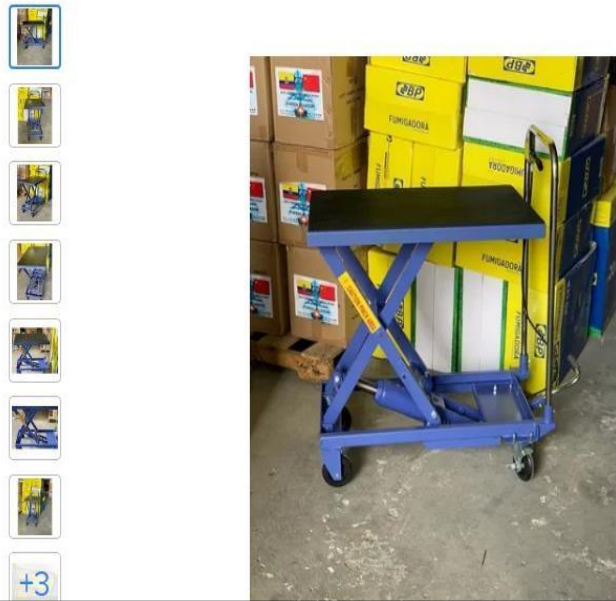
Warranty: 2years

Aplicación: Grúa de Taller, Grúa a Bordo, Grúa de Almacén, Grúa de Edificio

Mecanismo de elevación: Scissor Lift

[<](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#) [▶](#)

Anexo 5 Mesa hidráulica doble tijera



Nuevo

Mesa Elevadora Marca Bp. [♥](#)

U\$S 340

[Ver los medios de pago](#)

[📍](#) Entrega a acordar con el vendedor
Guayaquil, Guayaquil
[Ver costos de envío](#)

Cantidad: **1 unidad** [v](#) (50 disponibles)

[Comprar ahora](#)

[🔔](#) 12 meses de garantía de fábrica.

Anexo 6 Protección auditiva para decibeles 85

CONTROL DEL RUIDO



Tapones auditivos de espuma.

TRR: 31 dB.

Uso continuado, áreas con alta humedad o temperatura.



Tapones auditivos.

TRR: 30 dB

Uso intermitente.



Combinación casco y tapa oídos.

TRR = 23 dB.

Diseñados para ofrecer protección en zonas con niveles altos de ruidos, especialmente de baja frecuencia.



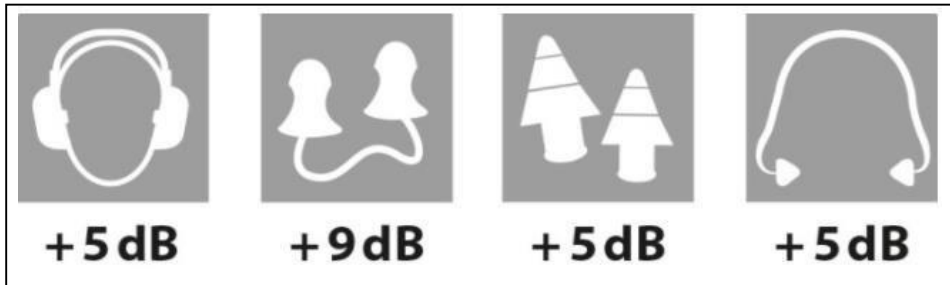
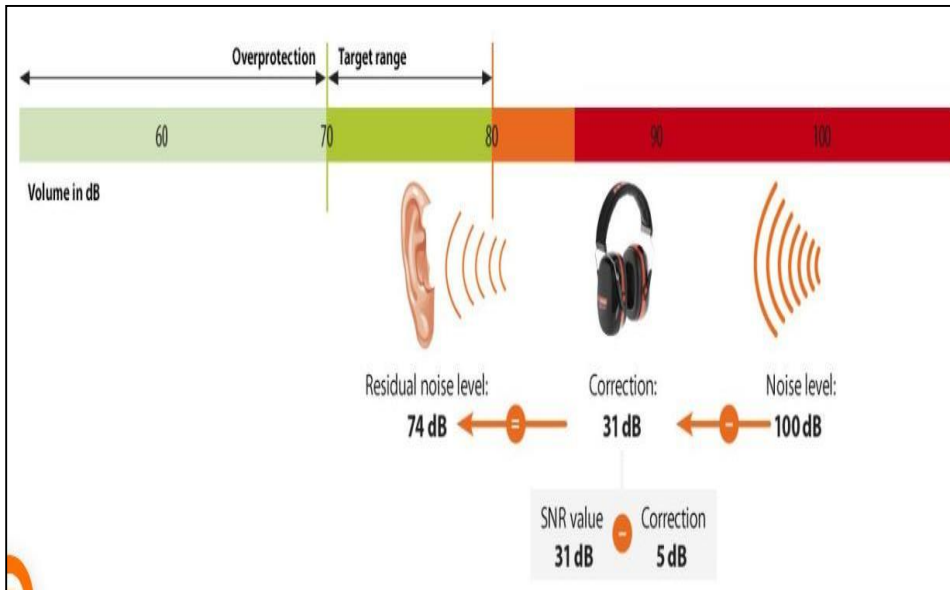
Protector Tipo tapa oídos

TRR= 21 dB

Utilización en ambientes con ruido superior a los 85 dB.

TRR: Tasa de reducción de ruido. Mide la efectividad de los tapones.

Anexo 7 Protección auditiva para reducir decibeles



Anexo 8 carta de conformidad

CARTA DE CONFORMIDAD

TALLER AUTOMOTOR MOTOR SAN DEL TÉCNICO CARLOS GABRIEL SÁNCHEZ
GAVILANES

Quito, febrero del 2022

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMERICA

Presente. -

De mis consideraciones

El taller Automotor Motor San; hace público el agradecimiento al estudiante Leonardo Gustavo Luna Báez y la ingeniera Ana Álvarez Sánchez tutora de la tesis realizada en nuestro taller, que responde al título: **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE RECTIFICACIÓN PARA MOTORES DE 1600 CC EN LA MECÁNICA MOTOR SAN EN QUITO.**

La propuesta realizada en la mencionada tesis basada en la estandarización en el proceso de rectificación de motores, ha permitido adquirir varios conocimientos para la mejora de nuestro servicio.

Felicitaciones y siga adelante, contribuyendo con la matriz productiva del país.

Atentamente.



.....
Carlos Gabriel Sánchez Gavilanes
Gerente