



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA TURBOCARGADORES EN LA
EMPRESA TURBOTECH UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Mayorga Paguay Jennifer Fernanda

Tutor

PhD. Ayala Chauvin Manuel Ignacio

AMBATO – ECUADOR

2021

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

Yo, Mayorga Paguay Jennifer Fernanda declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **“DISEÑO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA TURBOCARGADORES EN LA EMPRESA TURBOTECH UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”** como requisito para optar al grado de “Ingeniería 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 Ambato, a los 26 días del mes de julio de 2021, firmo conforme:

Autor: Mayorga Paguay Jennifer Fernanda



Firma:

Número de Cédula: 1850154319

Dirección: Tungurahua_ Ambato _ Real Audiencia_ El Buen Pastor

Correo Electrónico: jfermyo4@gmail.com

Teléfono: 0982346667

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**DISEÑO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA TURBOCARGADORES EN LA EMPRESA TURBOTECH UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO**” presentado por la estudiante Mayorga Paguay Jennifer Fernanda, 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 los Lectores que se designe.

Ambato, 26 de julio del 2021



.....
PhD. Ayala Chauvin Manuel Ignacio

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, 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.

Ambato, 26 de julio 2021

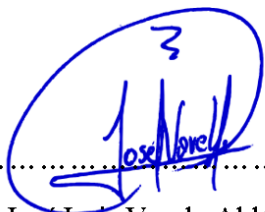


.....
Mayorga Paguay Jennifer Fernanda
1850154319

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“DISEÑO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA TURBOCARGADORES EN LA EMPRESA TURBOTECH UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, 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 Integración Curricular.

Ambato, 26 de julio de 2021



.....
Ing. José Luis Varela Aldás Mg.
LECTOR



.....
PhD. Saravana Prakash Thirumuruganandham
LECTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mis padres por estar siempre presentes guiándome incondicionalmente en todo aspecto de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mi padre por compartir conmigo sus valiosos conocimientos, a mi madre por estar siempre junto a mí y a mi tutor de tesis quien me ha guiado de la mejor manera en varios semestres y finalmente en mi proyecto de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	5
JUSTIFICACIÓN	7
Objetivo general	7
Objetivos Específicos	7

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico Actual de la Empresa	8
Datos de la institución.....	8
Misión.....	9
Visión	9
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL	10
Proceso de armado actual de un turbocargador.....	11
Diagramas de procesos del ensamble de un turbocargador modelo HT3B.....	16
Diagramas de procesos de las etapas de ensamble de un turbocargador modelo HT3B	22
Área de estudio	29
Modelo Operativo	30
Desarrollo del modelo operativo.....	31

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Identificar la estructura de un turbocargador	33
Diagrama de ensamble de un turbocargador	37
Reconocimiento de las etapas del proceso de ensamble del turbocargador modelo HT3B 38	
Análisis de la metodología SLP	39
Demostración del recorrido propuesto por el programa CORELAP	41
ETAPA I – Cuerpo Central	42
ETAPA II – Eje, Balanceo y Rueda compresora	45
ETAPA III – Carcasa de admisión, Carcasa de escape y Válvula	48
Demostración del recorrido propuesto por el programa CORELAP	51
Diagrama propuesto para el armado del turbocargador modelo HT3B en la empresa TURBOTECH.....	53
Resultados esperados	58
Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta	59
Análisis de costos.....	60

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	64
Recomendaciones	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de partes de un turbocargador modelo HT3B.....	11
Tabla 2. Equipos y mobiliario del área de ensamble o armado de un turbocargador en la empresa TURBOTECH.	15
Tabla 3: Diagrama de operaciones del ensamble de un turbocargador.....	16
Tabla 4. Diagrama de operaciones actual de la Etapa I – Cuerpo central.....	22
Tabla 5. Diagrama de operaciones actual de la Etapa II – Eje, Balanceo y Rueda compresora	25
Tabla 6. Diagrama de operaciones actual de la Etapa III – Carcasa de admisión, Carcasa de escape y válvula	26
Tabla 7. Área de estudio	29
Tabla 8. Descripción de la estructura de un turbocargador HT3B.....	36
Tabla 9. Descripción de las Etapas del proceso de ensamble de un turbocargador modelo HT3B.....	39
Tabla 10. Fases de la metodología SLP	40
Tabla 11. Diagrama de operaciones propuesto para el armado de un turbocargador modelo HT3B.....	53
Tabla 12: Cronograma de actividades para el desarrollo de la propuesta del layout de la línea de ensamble en la empresa TURBOTECH	59
Tabla 13. Costo unitario de equipos y herramientas.....	60
Tabla 14. Costo unitario de mano de obra	60
Tabla 15. Costo Unitario de un turbocargador modelo HT3B.....	61
Tabla 16. Costo Unitario de un turbocargador modelo HT3B.....	62
Tabla 17. Costo para la implementación de la propuesta – Mano de obra	62
Tabla 18. Costo de la implementación de la propuesta – Mesas de trabajo	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de línea de ensamble.....	3
Figura 2: Geo referencia Empresa TURBOTECH	9
Figura 3: Organigrama estructural.....	10
Figura 4. Distribución Actual de la empresa	11
Figura 5: Modelo operativo	30
Figura 6. Estructura de un turbocargador modelo HT3B.....	35
Figura 7: Diagrama de ensamble del turbocargador modelo HT3B.....	37
Figura 8: Ensamble de un turbocargador	38
Figura 9: Departamentos de la Etapa I (Cuerpo Central)	42
Figura 10: Relación de departamentos de la Etapa I (Cuerpo Central)	43
Figura 11: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA I (Cuerpo Central	44
Figura 12: Layout adecuado – ETAPA I	44
Figura 13: Departamentos de la Etapa II (Eje, balanceo y rueda compresora).....	45
Figura 14: Relación de departamentos de la Etapa II (Eje, balanceo y rueda compresora)	46
Figura 15: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA II (Eje, balanceo y rueda compresora)	47
Figura 16: Layout adecuado – ETAPA II.....	47
Figura 17: Departamentos de la Etapa III (Carcasa de Admisión, Carcasa de Escape y Válvula)	48
Figura 18: Relación de departamentos - ETAPA III	49
Figura 19: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA III.....	50
Figura 20: Layout adecuado – ETAPA III	50
Figura 21: Layout propuesto por el software CORELAP	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Descripción del Diagrama de Recorrido actual	70
ANEXO B Diagrama de recorrido actual del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B.....	71
ANEXO C Distribución actual	72
Anexo D - Descripción del diagrama de recorrido propuesto	73
ANEXO E Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B.....	74
ANEXO F Diseño de línea de ensamble.....	75

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: "DISEÑO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA TURBOCARGADORES EN LA EMPRESA TURBOTECH UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO"

AUTOR: Mayorga Paguay Jennifer Fernanda

TUTOR: PhD. Manuel Ignacio Ayala Chauvin

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa TURBOTECH se dedica a importar, comercializar y reparar turbocargadores desde el año 1999, sin embargo, no se han realizado los análisis necesarios para establecer una línea de ensamble para el turbo modelo HT3B, por lo que, se plantea como objetivo principal diseñar un layout para la distribución de planta en el ensamble de este turbocargador en la empresa TURBOTECH. Para el levantamiento de información se realizó un análisis de la estructura de un turbocargador mediante la división de etapas. Se desarrolló el diagrama de ensamble y operaciones para determinar las etapas del proceso de ensamble. Se realizó un análisis cuantitativo del tiempo total actual que requiere para el ensamble el cual es de 56 minutos y 33 segundos. Por otro lado, se desarrolló un análisis cualitativo para el diseño del layout en el que se utilizó la metodología SLP con la ayuda del software CORELAP que evaluó las actividades por su relación e importancia dando como resultado un nuevo layout el cual tiene una distribución nueva de las operaciones y recorridos obteniendo una diferencia de 27 minutos con 56 segundos.

Palabras clave: Diseño, ensamble, layout, recorrido, turbocargador

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SUBJECT: “DESIGN OF TURBOCHARGER ASSEMBLY LINE FOR TURBOTECH COMPANY LOCATED IN AMBATO CITY”

AUTHOR: Mayorga Paguay Jennifer Fernanda

TUTOR: PhD. Manuel Ignacio Ayala Chauvin

ABSTRACT

TURBOTECH imports, sells, and repairs turbochargers since 1999. However, the necessary analysis to establish an assembly line for the HT3B model turbocharger has not been carried out. The main objective of this research is to design a layout for the distribution plant in the assembly of this turbocharger in TURBOTECH. For the data collection, an analysis of the structure of a turbocharger was made through the division of stages. The assembly and operations diagrams were developed to determine the stages of the assembly process. A quantitative analysis of the current total time required for the assembly was carried out, which is 56 minutes and 33 seconds. On the other hand, a qualitative analysis was developed for the layout design in which the SLP methodology was used with the help of the CORELAP software that evaluated the activities based on the relationship and importance resulting in a new layout which has a new distribution of operations and routes obtaining a difference of 27 minutes and 56 seconds.

Keywords: Assembly, design, layout, route, turbocharger

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En Estados Unidos la industria BorgWarner se conformó por la unión de dos conocidos fabricantes de turbocargadores, las marcas 3K y Schwitzer, ha ido acumulando una larga experiencia en avances tecnológicos de turbo alimentación. En el año 1952 3K y Schwitzer comenzaron a diseñar y fabricar turbocompresores y actualmente BorgWarner Turbo Systems sigue estableciendo nuevos estándares técnicos en este campo y está definida por los documentos y procedimientos de control de calidad que los proveedores deben seguir para garantizar la aplicación de un sistema de calidad efectivo con base en ISO 9001, enfocándose en IATF-16949. (BorgWarner 2018)

En el año 2008 se abre la primera instalación industrial de Hino en América Latina para el ensamble de chasis para vehículos de carga y pasajeros en Colombia. Esta planta adopta los más altos estándares de calidad para proporcionar un servicio óptimo y cumplir con las necesidades de los clientes. Los vehículos Hino se caracterizan por mejorar las funciones básicas, exaltar la seguridad y proteger el medio ambiente. Con su filosofía «el cliente es primero», la compañía ofrece a sus usuarios los mejores productos a precio competitivo. Hino utiliza el sistema de producción del grupo Toyota para alcanzar ganancias continuas en

productividad y calidad a través de todas sus operaciones dentro y fuera del país. (Monguí 2019)

Motor 1 es una empresa que nace en el año 2001 con la finalidad de ofrecer motocicletas seguras, eficientes y económicos junto a un servicio integral de postventa. En la ciudad de Quito se construyó la planta de línea de ensamble de UNOMOTORS desde el año 2008 se puede llevar a cabo en esta planta todo el proceso desde la recepción del ckd (Completely Knock Down) o kit de montaje hasta el despacho de las motocicletas completamente armada. (Vasquez 2016)

Los turbocargadores son dispositivos centrífugos accionados por una turbina de gases de escape y empleados en los motores para aumentar la presión del aire de carga. El rendimiento del turbocompresor influye en todos los parámetros importantes del motor, como el ahorro de combustible, la potencia y las emisiones (Jääskeläinen y Khair 2017)

En la actualidad las líneas de ensamblaje son muy utilizadas a nivel mundial en las empresas que se dedican a la construcción de productos en base a las piezas que los conforman. Mediante una línea de ensamble se garantiza que los procesos estén correctamente estandarizados con sus respectivos controles de calidad y permitan obtener un producto final garantizado (Groover 2006)

La metodología conocida como SLP, es una de las más utilizadas para las Distribuciones de Planta a partir de criterios cualitativos. Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 como un método sistemático multicriterio que es capaz de aplicarse en plantas nuevas como en las que ya están en funcionamiento (Cabrera 2014).

Según (Benito Fernández y Fernández Márquez 2004) en su Manual de usuario Corelap, Versión 1.0 explica cómo funciona la metodología con el software CORELAP y su objetivo que consiste en la distribución de planta especificada con la localización de los procesos, las áreas de trabajo tomando en cuenta también las zonas de atención al cliente y almacenado en caso de requerir un diseño completamente nuevo o un rediseño total. Una distribución eficaz posibilita el flujo de materias y gente en/y entre departamentos. El objetivo del nuevo diseño

es amoldar al sistema para obtener su máximo desempeño. Esto se logra desarrollar por medio de gráficos de relación de actividades, con estos gráficos el software adapta a la distribución para que esta se desarrolle usando un procedimiento jerárquico, estas funcionan primero determinando el tamaño, forma y disposición relativa de los departamentos u otras actividades.

La empresa TURBOTECH con la finalidad de cumplir los estándares de calidad requeridos para la reparación de un turbocargador, ha decidido desarrollar el diseño de una línea de ensamble que permita optimizar los procesos y garantice la calidad del servicio.

A continuación, en la Figura 1 se presentan los tipos de líneas de ensamble que se pueden sintetizar de la siguiente manera.

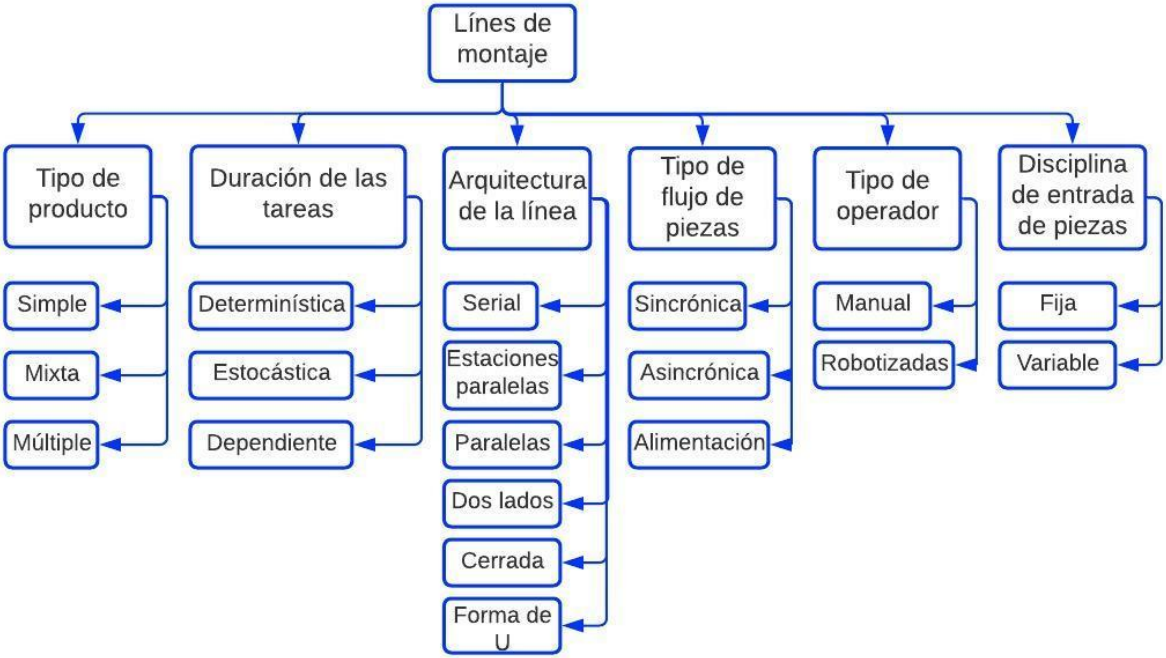


Figura 1: Tipos de línea de ensamble
Fuente: (Heizer y Render 2004)
Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En el Capítulo 1 se manifiesta los antecedentes del proyecto dando a conocer cómo ha avanzado el país y la región con relación a líneas de ensamble, a través de proyectos que han

estudiado temas relacionados a este. También se plantea la justificación del tema de estudio, su importancia, su impacto, su utilidad, su factibilidad y sus beneficiarios

En el Capítulo 2 se encuentra el diagnóstico actual de la empresa donde se determina el diagrama de operaciones actual del ensamble de un turbocargador modelo HT3B, la distribución actual de los talleres, y el reconocimiento ilustrativo de las partes de un turbocargador para lograr reconocer las piezas que intervienen en el ensamble. Para el desarrollo de la propuesta de un layout de ensamble se utiliza un modelo operativo en el cual se representa los elementos y las actividades para realizar la propuesta.

En el Capítulo 3 se desarrolla el modelo operativo para posteriormente presentar la propuesta, que es el diseño de una línea de ensamble, mediante el diseño de un layout con la correcta distribución de puestos de trabajo que obtenga un tiempo récord en comparación a la forma de ensamblar un turbocargador actualmente.

En el Capítulo 4 se exponen las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación en base a lo desarrollado mediante la obtención de datos y la aplicación del método cumpliendo los objetivos propuestos para el área de ensamble en la empresa TURBOTECH.

ANTECEDENTES

Un proyecto de tesis del señor Sergio Sebastián Barrera Martínez con el planteamiento "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE MEJORA EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE LA LÍNEA DE CERRADURAS INAFER PARA LAS REFERENCIAS C-999 Y MEGA EN LA EMPRESA ALLEGION COLOMBIA S.A.S" de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, expone un plan de mejoramiento en el área de ensamble de la línea de cerraduras mediante el Lean Sigma que brinda una gran cantidad de herramientas, que definen la forma de mejora y optimización de los sistemas de ensamble focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio (Barrera 2016).

Al buscar tesis con temas que se asemejen al proyecto en un contexto macro a nivel nacional, se encuentran algunos temas relacionados, como el trabajo del señor Juan José Días Guevara, quien desarrolló su estudio orientado en la "Implementación del nuevo modelo de cocinas en el Área de Ensamble, mediante una evaluación de la situación actual de la línea principal del área, diseñar células de manufactura, implantar actividades complementarias del proceso de producción en la Empresa Matriz" de la Universidad ESPOL de Guayaquil, en el año 2010 (Guevara 2010)

Un estudio de tesis realizado en una empresa de Quito por parte del señor Diego Patricio Molina Molina indica el tema de "Rediseño, optimización y simulación de la línea de ensamble de motocicletas para la empresa MOTOENSAB S.A.", es un ejemplo relacionado al tema de investigación ya que demuestra cómo se organiza una línea de ensamble de manera correcta (Molina 2016)

Otro estudio relacionado con las líneas de ensamble en un contexto micro relacionándolo con el tema de investigación es el de la empresa CIAUTO ubicada en la ciudad de Ambato cuyo tema propuesto fue "Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta" este aplica el método de balanceo de línea en el proceso de ensamble del auto modelo M4 (Ortega et al. 2019)

Según (González 2020) en su proyecto de tesis "Rediseño de la Distribución en Planta de los equipos, mesas de trabajo y manejo de materiales del área de costura de la empresa Buestán" plantea el uso de la metodología SLP para la adecuada distribución de un área por medio del software CORELAP, obteniendo en el objeto de estudio la disminución tanto de recorridos como de materiales.

El taller donde se realiza el armado de turbocargadores cumple varias funciones, es un área donde se desempeñan distintas funciones como reparación, armado, desarmado y sandblasting. En cuanto a la línea de ensamble de turbocargadores no se ha establecido un área exclusiva para este caso en particular, lo que ocasiona un retraso en el proceso de armado tanto cuando estos son de reparación como cuando son casos de ensamble de las piezas de nuevos modelos. Con el diseño de la línea de ensamble se facilitará el armado de todos los turbocargadores, debido a que las estaciones serán distribuidas de manera adecuada.

El área de ensamble o armado cuenta actualmente con un área total de $56m^2$ en la cual se distribuyen las siguientes áreas: torno, esmerilado, sandblasting, balanceo y finalmente el área de armado la cual consiste en una mesa de trabajo donde se unen todas las partes del turbocargador con sus respectivas tuercas y bichas.

JUSTIFICACIÓN

Considerando los desperdicios en mano de obra que ocasiona la falta de una línea de ensamble en cuanto a tiempo y eficiencia del proceso es de suma **importancia** realizar una propuesta metodológica que permita investigar los puntos que requieren mejoras o cambios en su organización esto con el objetivo de causar un **impacto** positivo en la empresa.

El proyecto será de gran **utilidad** debido a que servirá para realizar una organización adecuada de procesos en el área de ensamble y esto favorece a la empresa en cuanto a la optimización del tiempo y por lo tanto al desempeño de esta.

La **factibilidad** para la realización del proyecto de investigación gracias a la cooperación de los propietarios de la empresa, así como del personal que comparte ampliamente la situación actual de los procedimientos que se realizan en la empresa.

Los **beneficiarios** del proyecto son los propietarios y los trabajadores debido a que existirá una forma ordenada y lógica para la actividad de ensamble.

Objetivo general:

- Diseñar un layout para la distribución de planta en el ensamble de turbocargadores en la empresa TURBOTECH.

Objetivos Específicos:

- Realizar el levantamiento de información del proceso actual de producción de turbocargadores.
- Determinar las operaciones que intervienen en el armado de un turbocargador por medio de un diagrama de ensamble.
- Ubicar de manera estratégica los procedimientos de ensamble.
- Plantear una distribución de planta del proceso de ensamble, con el software CORELAP

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico Actual de la Empresa

TURBOTECH está situada en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia el Buen Pastor, es una microempresa, creada en el año 1999 y se dedica a la importación, comercialización y reparación de turbocargadores para carros a diésel como principal actividad.

Datos de la institución:

Empresa: TURBOTECH

Dirección: Av. Real Audiencia de Quito y la Rotonda

Teléfono:0986061596

E-mail: mayorgagalo76@gmail.com

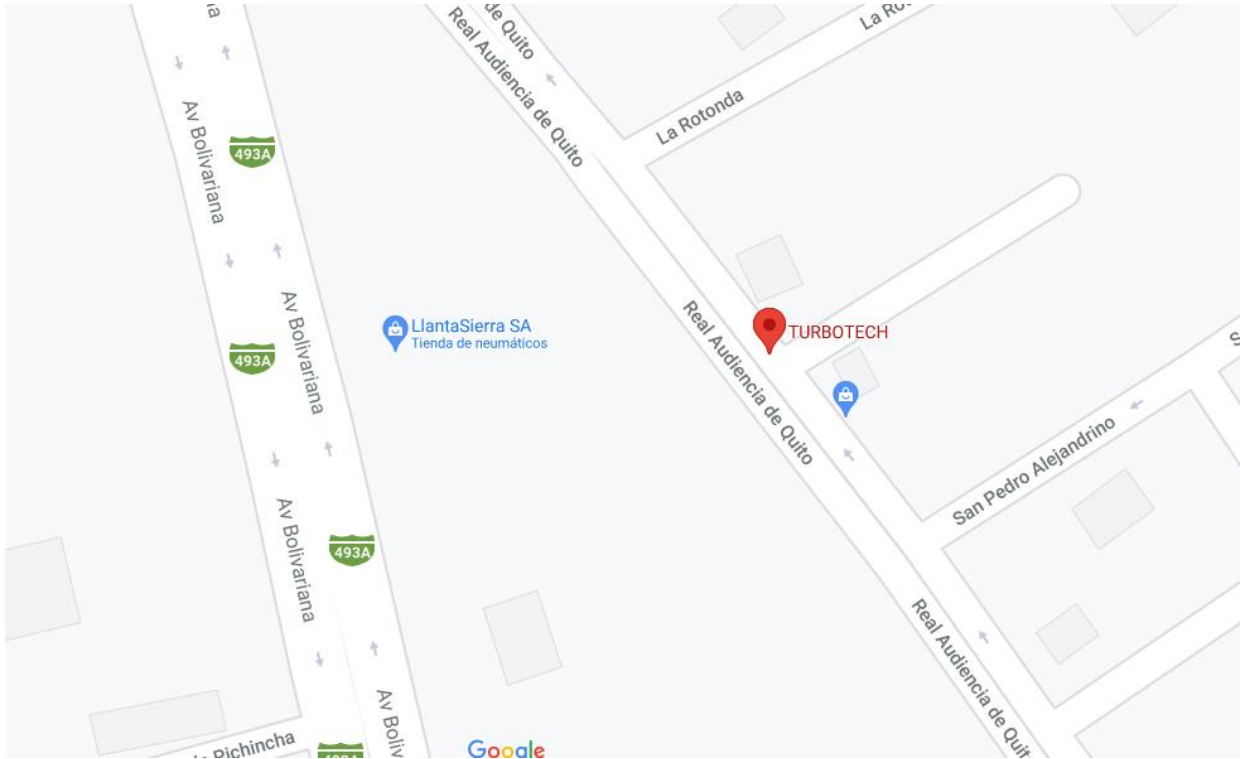


Figura 2: Geo referencia Empresa TURBOTECH

Fuente: Google Maps

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Misión

Su misión es comercializar turbocargadores de calidad y reparar cualquier tipo de turbocargador ofreciendo productos y servicios con garantía, esto con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente.

Visión

Su visión es ser una empresa reconocida a nivel nacional por su gran número de stock y productos de calidad.

Valores

- Excelencia
- Responsabilidad
- Resolución
- Transparencia
- Orientación al cliente

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL

La presente estructura organizacional de la empresa TURBOTECH representa la situación actual de la empresa en lo referente a su funcionamiento.

En la Figura 2 se representa el organigrama estructural de la empresa TURBOTECH.

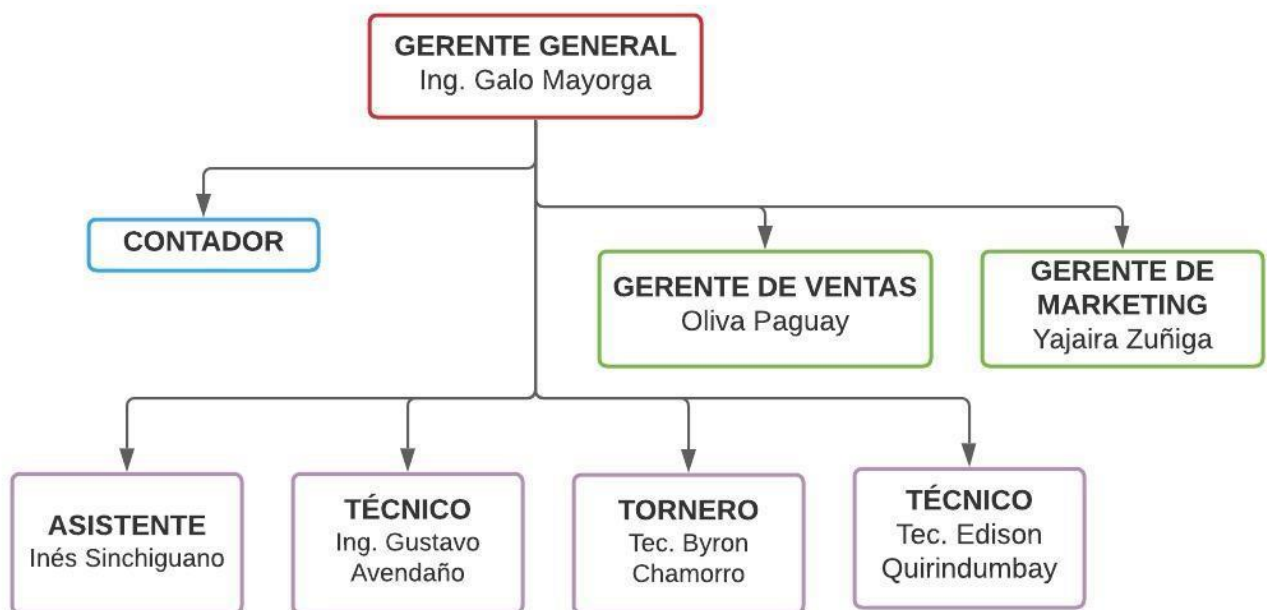


Figura 3: Organigrama estructural

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la actualidad la distribución de la empresa consta de seis áreas las cuales se clasifican en talleres, área de balanceo, bodega, área de empacado, oficinas y la recepción. En la Figura 3, se muestra las áreas que intervienen en el proceso de ensamble estas son el área de armado y balanceo, se puede observar que talleres esta junto a balanceo, sin embargo, están en áreas separadas y la mesa donde se realiza el trabajo de ensamble está aún más alejada.

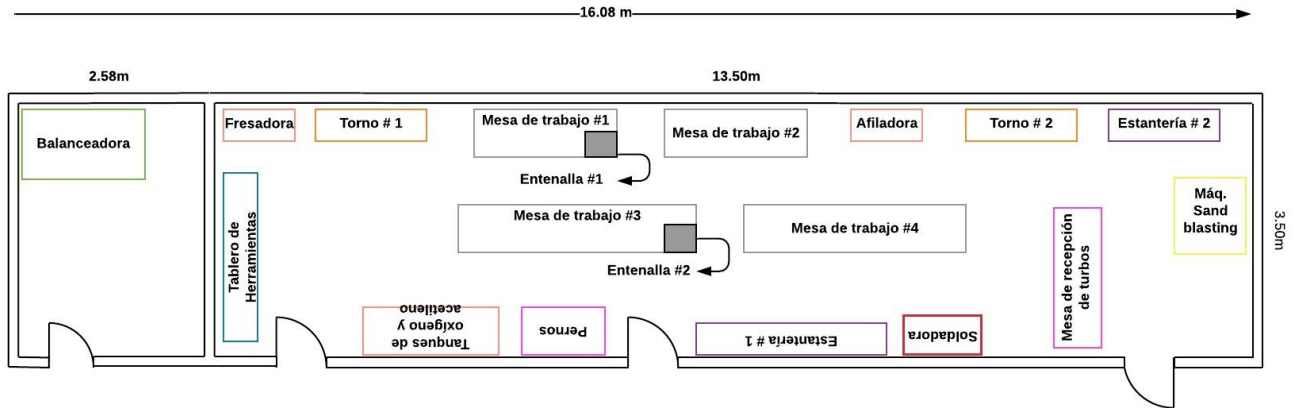


Figura 4. Distribución Actual de la empresa
Fuente: TURBOTECH
Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Proceso de armado actual de un turbocargador

Para comprender cómo funciona el proceso es necesario detallar cada una de las partes de un turbocargador, para esto se representa el despiece de este y se lo señala en las figuras de la en la Tabla 1, donde se identifican los componentes de un turbocargador, este está conformado por un cuerpo central, dos rines, dos bocines, un collar, tres binchas, una contra bincha, una media luna, un deflector de aceite, un sello placa, eje, una roseta o rueda compresora, once tuercas que se distribuirán en la roseta y en las carcasas respectivamente, un caucho para el plato del cuerpo central, una carcasa de admisión, una carcasa de escape y una válvula.

Tabla 1: Descripción de partes de un turbocargador modelo HT3B

NOMBRE	FOTO	DESCRIPCIÓN
Bocín		<p>Los bocines van tanto en el agujero superior del cuerpo central como en el eje turbina</p>
Collar		<p>El Collar es el componente que se coloca después del bocín en el orificio superior del cuerpo central</p>
Bincha		<p>La bincha es la que se coloca después del collar en el orificio superior del cuerpo central, las binchas sirven para sellar los espacios entre un componente y otro</p>
Deflector de aceite		<p>El deflector de aceite sirve para evitar el derrame de aceite</p>

<p>Media Luna</p>		<p>La media luna se coloca después de la bincha que sella el collar</p>
<p>Sello placa</p>		<p>El sello placa como su nombre lo indica, sella todos los componentes anteriores antes de insertar la rueda compresora en la parte superior del cuerpo central</p>
<p>Rueda compresora</p>		<p>1. Rueda compresora de 8 alabes 2. Tuerca para ajustar</p>
<p>Eje turbina</p>		<p>1. Eje 2. Rines</p>

<p>Carcasa de Admisión</p>		<p>La carcasa de admisión se coloca en la parte superior del carteridge una vez armado</p>
<p>Carcasa de Escape</p>		<p>La carcasa de escape se coloca en la parte inferior del carteridge donde se ubica el eje turbina</p>
<p>Válvula</p>		<p>La válvula se coloca al final del ensamble y va fijada a las carcasas de escape y admisión</p>

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Tabla 2. Equipos y mobiliario del área de ensamble o armado de un turbocargador en la empresa TURBOTECH.

EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Balaceadora	1	Posee las medidas de 1.31m de largo * 1m de ancho
Esmeril	1	Posee las medidas de 0.35m de largo * 0.2m de ancho
Mesas de trabajo	4	Poseen las medidas de: Mesa 1: 2.1m de largo * 0.6m de ancho Mesa 2: 1.55m de largo * 0.65m de ancho Mesa 3: 2.1m de largo * 0.6m de ancho Mesa 4: 2m de largo * 0.8m de ancho
Torno	2	Poseen las medidas de: Torno 1: 1.82m de largo * 0.51m de ancho Torno 2: 1.7m de largo * 0.66m de ancho
Entenalla de acero	2	Poseen las medidas 0.48m de largo * 0.2m de ancho
Fresadora	1	Posee las medidas de 1m de largo * 0.55m de ancho
Máquina de sandblasting	1	Posee las medidas de 1m de largo * 0.9m de ancho
Afiladora	1	Posee las medidas de 0.65m de largo * 0.42m de ancho
Soldadora	1	Posee las medidas de 0.98m de largo * 0.65m de ancho

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 2 se detallan los equipos con los que cuenta el área de armado estos son una balaceadora que se ocupa para verificar el balanceo de todos los ejes ya sean para turbos nuevos o para reparaciones, un esmeril en caso de que el balanceo no esté correcto por lo tanto se debe igualar, dos mesas de trabajo en las cuales estas empotradas dos entenallas de acero para colocar los turbos cuando se los desarma, dos tornos para realizar trabajos en las carcasas y una fresadora para uso general del taller, una fresadora para situaciones en las que se necesite mecanizar alguna pieza, una máquina de sandblasting la cual sirve para eliminar la suciedad de las carcasas cuando se realizan reparaciones, una afiladora para las herramientas y una soldadora para soldar las carcasas cuando el caso amerite.

Diagramas de procesos del ensamble de un turbocargador modelo HT3B

En la Tabla 3 se muestra el tiempo total y el número de operaciones que se requieren para el ensamble o armado de un turbocargador. El formato de los diagramas expuestos está diseñado en base al diagrama del flujo del proceso propuesto por (Palacios 2009) en su libro Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos.

Tabla 3: Diagrama de operaciones del ensamble de un turbocargador

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021		
Descripción de la parte: N/A								Página: 1 de 6		
Descripción de la operación:										
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
	Operaciones	29	0:36:52							
	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ	CUÁNDO	
	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN	
	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO	
	Almacenamiento	0	0:00:00							
TOTAL			0:56:33					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
DISTANCIAS		56								
ACTIVIDAD		MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
1	Llegada de componentes (eje, roseta, cuerpo central, kit de reparación, carcasa de admisión,	MAN						0:03:00	13	
2	Colocar el rin en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:01:15		
3	Colocar bocín en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:01:00		
4	Colocar la collar en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:50		
5	Colocar la bincha en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:25		
6	Colocar la contrabincha en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:25		
7	Colocar la media luna en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:20		

Continua

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021	
Descripción de la parte: N/A								Página: 2 de 6	
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
	Operaciones	29	0:36:52						
	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ	CUÁNDO
	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN
	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO
	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:56:33						
DISTANCIAS		56							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
8	MAN						0:00:30		
9	MAN						0:00:17		
10	MAN						0:00:25		
11	MAN						0:00:10		
12	MAN						0:00:20		
13	MAN						0:00:25		
14	MAN						0:01:45	9	

Continua

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021		
Descripción de la parte: N/A								Página: 3 de 6		
Descripción de la operación:										
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
○	Operaciones	29	0:36:52							
➡	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ	CUÁNDO	
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN	
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
TOTAL			0:56:33							
DISTANCIAS		56								
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
15	Colocar el eje en la balanceadora	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:30		
16	Verificar balanceo del eje	MÁQ	○	➡	■	D	▽	0:04:00		
17	Esmerilar en caso de ser necesario	MÁQ	●	➡	□	D	▽	0:04:30		
18	Verificar nuevamente el balanceo del eje	MÁQ	○	➡	■	D	▽	0:04:00		
19	Desmontar el eje de la balanceadora	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:30		
20	Llevar el eje a la mesa de trabajo	MAN	○	➡	□	D	▽	0:01:45	9	
21	Insertar el eje en el orificio inferior del cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:30		

Continua

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual		x		Método propuesto		Fecha: 28 de abril del 2021			
Descripción de la parte: N/A						Página: 4 de 6			
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	29	0:36:52						
➡	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:56:33						
DISTANCIAS		56							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
22	Colocar la roseta la parte superior del cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:45	
23	Ajustar la tuerca en la parte superior de la roseta	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:00	
24	Colocar el elástico o caucho en el plato del cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:30	
25	Colocar el CHRA armado en una antenalla	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:00	
26	Colocar la carcasa de admisión con su respectiva bincha	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
27	Ir al tablero	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:25	4
28	Tomar el playo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:15	

Continua

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021	
Descripción de la parte: N/A								Página: 5 de 6	
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	29	0:36:52						
➡	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:56:33						
DISTANCIAS		56							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
29	Regresar a la mesa de trabajo	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:26	4
30	Acoplar la bincha de la carcasa de admisión con un playo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:00	
31	Ajustar las tuercas de la carcasa de admisión	MAN	●	➡	□	D	▽	0:03:00	
32	Encajar la carcasa de escape en el cuerpo	MAN	○	➡	□	▶	▽	0:02:30	
33	Colocar la carcasa de escape en el cuerpo con la posición encontrada en el naso anterior	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
34	Ajustar las tuercas de la carcasa de escape	MAN	●	➡	□	D	▽	0:03:00	
35	Acoplar la bincha que va entre la carcasa de escape y el cuerpo central con el playo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:50	

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual		x		Método propuesto		Fecha: 28 de abril del 2021			
Descripción de la parte: N/A						Página: 6 de 6			
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	29	0:36:52						
➡	Transporte	8	0:09:11					PORQUÉ CUÁNDO	
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ QUIÉN	
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE CÓMO	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00						
TOTAL			0:56:33					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
DISTANCIAS		56							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
36	Acoplar la válvula a la carcasa de admisión y a la base del turbocargador	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:40	
37	Ir al tablero	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:25	4
38	Tomar las llaves	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:30	
39	Regresar a la mesa de trabajo	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:25	4
40	Ajustar las tuercas de la válvula	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
41	Ajustar las tuercas de la base del turbocargador	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
42	Llevar el turbo armado al área de empacado	MAN	○	➡	□	D	▽	0:01:00	9

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 3, se registra el tiempo total de 56 minutos con 33 segundos, una distancia de 13 metros del recorrido de las piezas hasta la mesa de trabajo, 18 metros del recorrido que se realiza al llevar el eje hacia la balanceadora y el recorrido de regreso que es de 9 metros respectivamente, 16 metros en el transcurso de dirigirse al tablero para recoger herramientas y regresar, y 9 metros de trayecto del turbo armado hasta el área de embalaje o empacado, dando un recorrido total de 56 metros, este tiempo no toma en cuenta los retrasos por fallo de maquinarias, ya que no se han registrado averías continuas, se logra observar que el mayor tiempo empleado se da en el proceso de balanceo del eje y las mayores distancias recorridas igualmente se dan en el transcurso de llevar el eje al área donde está la balanceadora y en el regreso a la mesa de trabajo. Además, se puede apreciar que la mayoría de los procesos son manuales por lo que es importante determinar la línea de ensamble tomando en cuenta esto y dar prioridad al área de armado, es decir, ubicar de manera estratégica en esta área los demás procesos que ocupan transporte y tiempo en la actividad de ensamble.

Diagramas de procesos de las etapas de ensamble de un turbocargador modelo HT3B




































El diagrama de procesos muestra todo el manejo, inspección, operaciones, almacenaje y retrasos que ocurren con cada componente conforme se mueve por la planta del departamento de recepción al de embarques. Se emplean símbolos convencionales para describir los pasos del proceso. (Meyers 2000)

Tabla 4. Diagrama de operaciones actual de la Etapa I – Cuerpo central

En la Tabla 4 se representa los procesos de Etapa I, la cual corresponde al ensamble de las piezas en el cuerpo central, consta de 13 metros recorridos por transporte de piezas y 11 operaciones que se realizan consecutivamente, sumando un tiempo de 9 minutos con 42 segundos.

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021		
Descripción de la parte: N/A								Página: 1 de 2		
Descripción de la operación:										
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
○	Operaciones	11	0:05:57							
➔	Transporte	1	0:03:20					PORQUÉ	CUÁNDO	
□	Inspecciones	0	0:00:00					QUÉ	QUIÉN	
⊔	Retrasos	0	0:00:25					DÓNDE	CÓMO	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
TOTAL			0:09:42							
DISTANCIAS		13								
ACTIVIDAD		MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
1	Llegada de componentes (eje, roseta, cuerpo central, kit de reparación, carcasa de admisión, carcasa de escape, válvula)	MAN	○	➔	□	⊔	▽	0:03:00	13	
2	Colocar el rin en el orificio superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	⊔	▽	0:01:15		
3	Colocar bocin en el orificio superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	⊔	▽	0:01:00		
4	Colocar la collar en el orificio superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	⊔	▽	0:00:50		
5	Colocar la bincha en el orificio superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	⊔	▽	0:00:25		
6	Colocar la contrabincha en el orificio superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	⊔	▽	0:00:25		

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual		x		Método propuesto		Fecha: 28 de abril del 2021			
Descripción de la parte: N/A						Página: 2 de 2			
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
	Operaciones	11	0:05:57						
	Transporte	1	0:03:20					PORQUÉ	CUÁNDO
	Inspecciones	0	0:00:00					QUÉ	QUIÉN
	Retrasos	0	0:00:25					DÓNDE	CÓMO
	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:09:42						
DISTANCIAS		13							
ACTIVIDAD		MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
7	Colocar la media luna en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:20	
8	Encajar la media luna en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:30	
9	Colocar el deflector de aceite en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:17	
10	Colocar el sello placa del kit en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:25	
11	Acomodar el sello placa del kit en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:10	
12	Colocar el bocín en el orificio inferior del cuerpo central	MAN						0:00:20	

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Tabla 5. Diagrama de operaciones actual de la Etapa II – Eje, Balanceo y Rueda compresora

La Tabla 5 representa los procesos de la Etapa II, la cual corresponde la verificación de balanceo en el eje, el ensamble de la rueda compresora, el ensamble del eje en el cuerpo central. Consta de 18 metros recorridos, 8 operaciones y 2 inspecciones, sumando un total de 25 minutos con 55 segundos.

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021	
Descripción de la parte: N/A								Página: 1 de 2	
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	8	0:12:40						
➡	Transporte	2	0:03:30					PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	0	0:01:45					DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:25:55						
DISTANCIAS		18							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
1	Colocar el rin en el eje turbina	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:25	
2	Llevar el eje a la balanceadora	MAN	○	➡	□	D	▽	0:01:45	9
3	Colocar el eje en la balanceadora	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:30	
4	Verificar balanceo del eje	MÁQ	○	➡	■	D	▽	0:04:00	
5	Esmerilar en caso de ser necesario	MÁQ	●	➡	□	D	▽	0:04:30	
6	Verificar nuevamente el balanceo del eje	MÁQ	○	➡	■	D	▽	0:04:00	

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual		x		Método propuesto		Fecha: 28 de abril del 2021			
Descripción de la parte: N/A						Página: 2 de 2			
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	8	0:12:40						
➔	Transporte	2	0:03:30					PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00					QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	0	0:00:00					DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL		0:24:10							
DISTANCIAS		18							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
7	Desmontar el eje de la balanceadora	MAN	●	➔	□	D	▽	0:01:30	
8	Llevar el eje a la mesa de trabajo	MAN	○	➔	□	D	▽	0:01:45	9
9	Insertar el eje en el orificio inferior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	D	▽	0:01:30	
10	Colocar la roseta la parte superior del cuerpo central	MAN	●	➔	□	D	▽	0:01:45	
11	Ajustar la tuerca en la parte superior de la roseta	MAN	●	➔	□	D	▽	0:01:00	
12	Colocar el elástico o caucho en el plato del cuerpo central	MAN	●	➔	□	D	▽	0:00:30	

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Tabla 6. Diagrama de operaciones actual de la Etapa III – Carcasa de admisión, Carcasa de escape y válvula

En la Tabla 6 se representa los procesos de Etapa III, la cual consiste en 25 metros recorridos, 12 operaciones y 1 retraso sumando un tiempo de 23 minutos con 26 segundos.

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual		x		Método propuesto		Fecha: 28 de abril del 2021			
Descripción de la parte: N/A						Página: 1 de 2			
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	12	0:18:15						
⇒	Transporte	5	0:02:41					PORQUÉ CUÁNDO	
□	Inspecciones	0	0:00:00					QUÉ QUIÉN	
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE CÓMO	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00						
TOTAL			0:23:26					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
DISTANCIAS		25							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
1	Colocar el CHRA armado en una entenalla	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:01:00	
2	Colocar la carcasa de admisión con su respectiva bincha	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:02:00	
3	Ir al tablero	MAN	○	⇒	□	D	▽	0:00:25	4
4	Tomar el playo	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:00:15	
5	Regresar a la mesa de trabajo	MAN	○	⇒	□	D	▽	0:00:26	4
6	Acoplar la bincha de la carcasa de admisión con un playo	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:01:00	
7	Ajustar las tuercas de la carcasa de admisión	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:03:00	
8	Encajar la carcasa de escape en el cuerpo	MAN	○	⇒	□	D	▽	0:02:30	
9	Colocar la carcasa de escape en el cuerpo con la posición encontrada en el paso anterior	MAN	●	⇒	□	D	▽	0:02:00	

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			x		Método propuesto			Fecha: 28 de abril del 2021	
Descripción de la parte: N/A								Página: 2 de 2	
Descripción de la operación: Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	12	0:18:15						
➡	Transporte	5	0:00:00					PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	0	0:00:00					QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	1	0:02:30					DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
TOTAL			0:20:45						
DISTANCIAS		25							
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES
10	Ajustar las tuercas de la carcasa de escape	MAN	●	➡	□	D	▽	0:03:00	
11	Acoplar la bincha que va entre la carcasa de escape y el cuerpo central con el playo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:50	
12	Acoplar la válvula a la carcasa de admisión y a la base del turbocargador	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:40	
13	Ir al tablero	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:25	4
14	Tomar las llaves	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:30	
15	Regresar a la mesa de trabajo	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:25	4
16	Ajustar las tuercas de la válvula	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
17	Ajustar las tuercas de la base del turbocargador	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00	
18	Llevar el turbo armado al área de empacado	MAN	○	➡	□	D	▽	0:01:00	9

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Área de estudio

En la Tabla 7. Se indica la respectiva área de estudio del proyecto de investigación con relación al objeto de estudio.

Tabla 7. Área de estudio

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Empresarialidad y Productividad
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Distribución de planta
Aspecto	Producción
Objeto de estudio	TURBOTECH
Periodo de análisis	Abril – Julio 2021

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Modelo Operativo

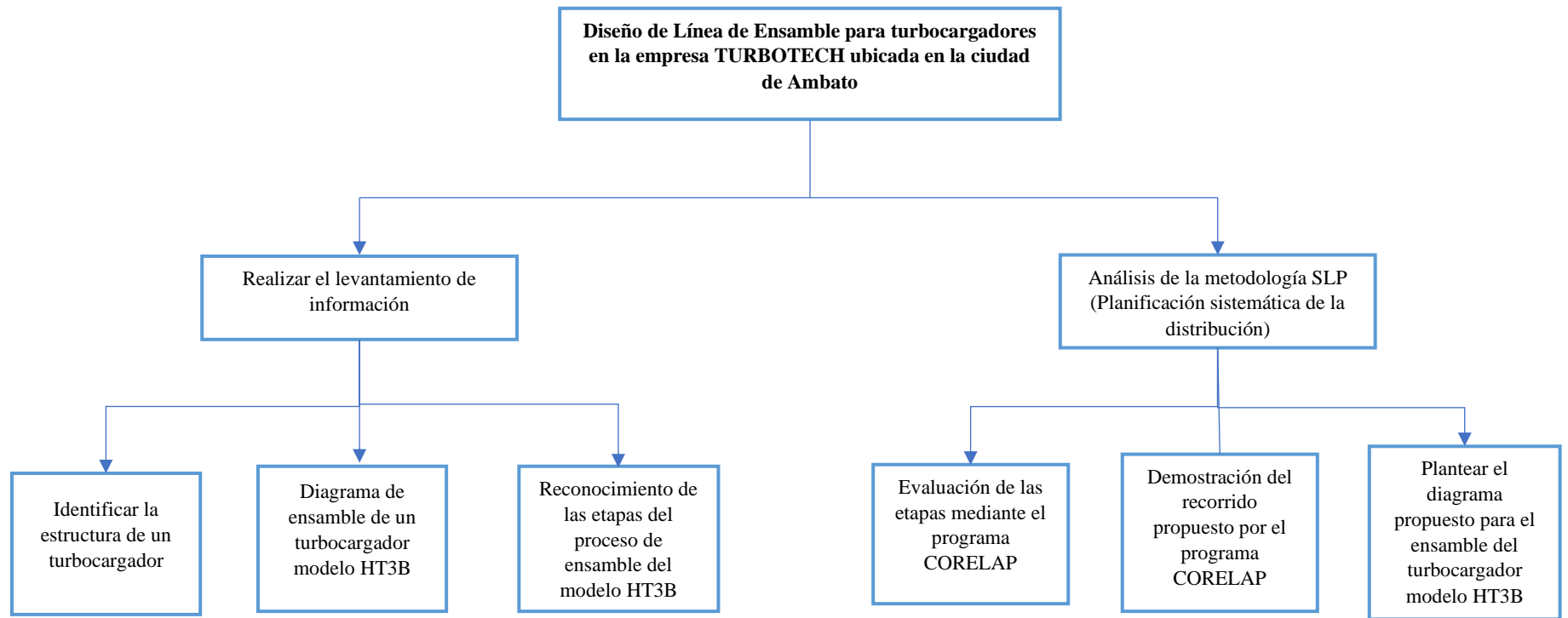


Figura 5: Modelo operativo

Fuente: Empresa TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Desarrollo del modelo operativo

✓ Realizar el levantamiento de información

Por un periodo de 2 meses se realizó la observación presencial del área de armado del taller de la empresa, realizando los apuntes necesarios para identificar los datos que se necesitan para el desarrollo del modelo operativo.

• Identificar la estructura de un turbocargador

Se realiza la identificación de la estructura de un turbocargador con la finalidad de establecer los niveles y las piezas que forman parte del proceso de ensamble o armado de un turbocargador.

• Diagrama de ensamble de un turbocargador

Define los procedimientos requeridos para el armado de un turbocargador y permitirá dividir en estaciones o áreas el proceso de ensamble además de reconocer las actividades innecesarias o que se puedan suprimir.

• Reconocimiento de las etapas del proceso de ensamble del turbocargador modelo HT3B

Se realiza el reconocimiento de las etapas del proceso de ensamble y el respectivo análisis de operaciones de armado de un turbocargador modelo HT3B, esto dio como resultado la identificación de 3 etapas en las cuales se divide todo el proceso.

✓ Análisis de la metodología SLP (System Layout Planning)

La metodología SLP consta de 4 fases de distribución de planta o fases, las cuales se van a determinar cómo: Localización, Plan de distribución general, Plan de distribución detallada e Instalación, a estas fases se les añade los controles de calidad y balanceo de las máquinas que intervienen en el proceso.

- **Demostración del recorrido propuesto por el programa CORELAP**

Se introducirán los datos en el software y se despliega una propuesta de distribución de planta, tomando en cuenta los niveles ingresados.

- **Plantear el diagrama propuesto para el ensamble del turbocargador modelo HT3B**

Ilustrar el layout propuesto para el proceso de ensamble tomando y realizar la respectiva comparación con la forma de ensamble actual para determinar la nueva línea de ensamble con sus beneficios.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Tema: “Diseño de línea de ensamble para turbocargadores en la empresa TURBOTECH ubicada en la ciudad de Ambato”

Con relación a la información demostrada en el Capítulo II, se ejecutará un estudio para la distribución de estaciones y manipulación de piezas, en este estudio se busca disminuir los desperdicios de tiempo estándar y tiempos de recorrido, con el fin de lograr una línea de ensamble adecuada para la empresa.

- **Identificar la estructura de un turbocargador**

Se realiza la respectiva identificación de las etapas tomando en cuenta la estructura del turbocargador modelo HT3B que se muestra en la figura 6, así se logra dividir en niveles el proceso de ensamble, tomando en cuenta cada una de las partes que intervienen en el proceso. El turbocargador modelo HT3B es el utilizado en los camiones con motor de fabricante Cummins. Su proceso de armado y piezas que

intervienen en el ensamble se encuentran detallados en la tabla 3 de la página 8, la cual indica el diagrama de operaciones de para la elaboración de este modelo.

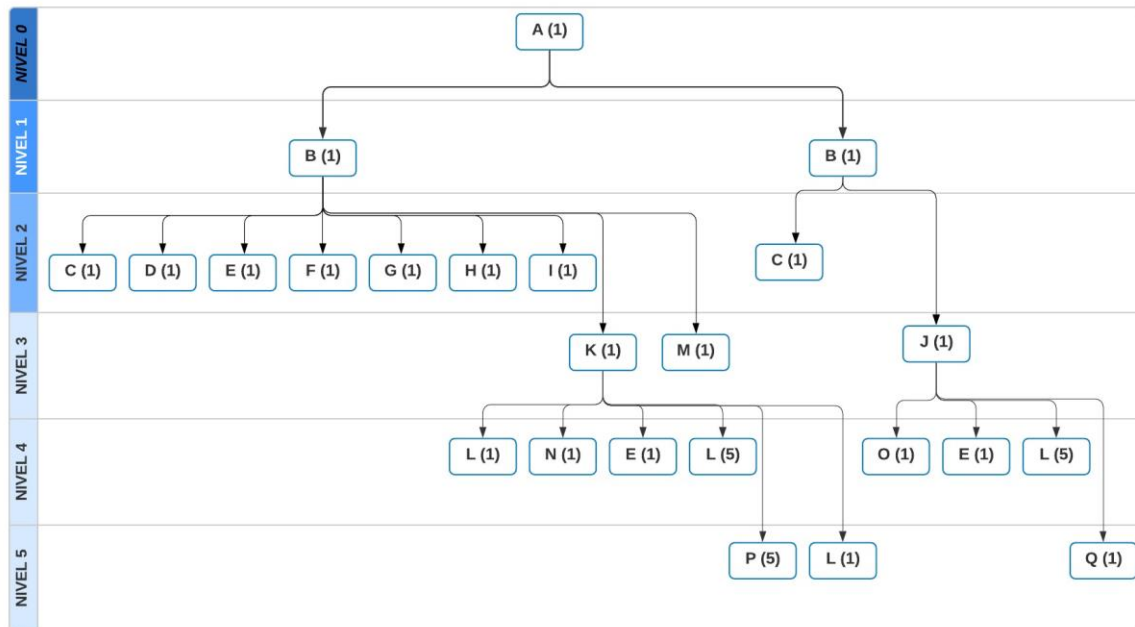


Figura 6. Estructura de un turbocargador modelo HT3B

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Tabla 8. Descripción de la estructura de un turbocargador HT3B

CÓDIGO	NIVEL	PIEZA/PARTE	CANTIDAD REQUERIDA
A	0	Cuerpo Central	1
B	1	Rin	2
C	2	Bocín	2
D	2	Collar	1
E	2	Bincha	3
F	2	Contra bincha	1
G	2	Media Luna	1
H	2	Deflector de aceite	1
I	2	Sello Placa	1
J	3	Eje	1
K	3	Roseta	1
L	4	Tuerca	12
M	3	Caucho	1
N	4	Carcasa de admisión	1
O	4	Carcasa de escape	1
P	5	Válvula	1
Q	5	Acople de válvula	1

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 8 se realiza la cuantificación de las piezas o partes que se requieren para el ensamble de un turbocargador tomando en cuenta los niveles obtenidos en la Figura 6.

- Diagrama de ensamble de un turbocargador

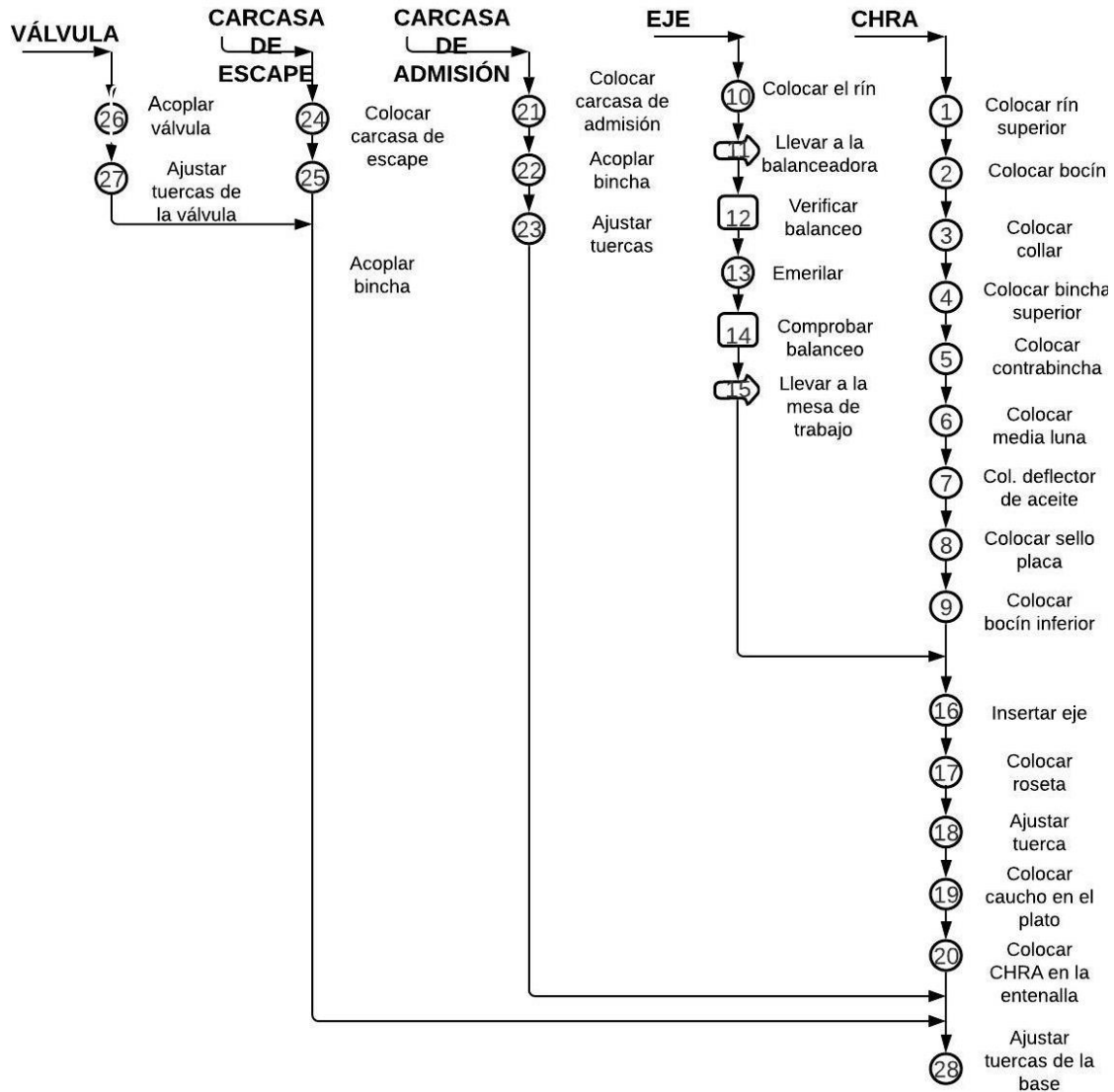


Figura 7: Diagrama de ensamble del turbocargador modelo HT3B

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En el diagrama de ensamble del turbocargador modelo HT3B representado en la Figura 7, se logra evidenciar el flujo de operaciones y materiales que se involucran en este proceso. Se realiza este diagrama con el objetivo de identificar las operaciones que interactúan entre si con un propósito en común, ya que se arma por secciones en este caso se comienza por el CHRA (cartridge) que básicamente es el cuerpo central con las respectivas piezas del kit de reparación que consta de rines, bocín, collar, bincha y contra bincha. Como se evidencia en la figura 8, ensamble de un turbocargador.

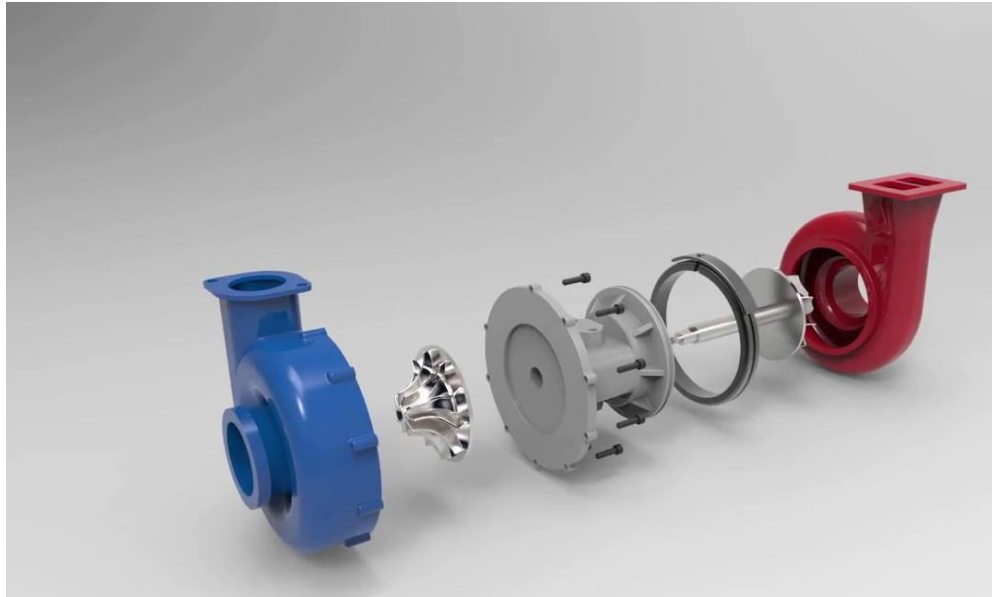


Figura 8: Ensamble de un turbocargador
Fuente: (Ammar 2017)

- **Reconocimiento de las etapas del proceso de ensamble del turbocargador modelo HT3B**

Partiendo de la Figura 6, se identifican las etapas previas al ensamble que forman parte del proceso: Cartridge se divide en dos etapas de preensamble primero se arma el cartridge por la parte superior del cuerpo central (rín, bocín, collar, bincha, contra bincha, media luna, deflector de aceite, sello placa) y posteriormente se colocan el bocín que va insertado en el agujero de la parte inferior del cuerpo central.

La segunda etapa consta del eje con la rueda compresora que se ubican respectivamente en la parte inferior y superior del cuerpo central previamente preensamblado. En esta etapa también se encuentra el control de calidad que básicamente es la revisión y comprobación del balanceo del eje en el cual se revisa que no exista desbalanceo.

La última etapa se compone del ensamble como tal, se compone de la colocación respectiva de la carcasa de admisión, carcasa de escapa y la válvula del turbo.

Tabla 9. Descripción de las Etapas del proceso de ensamble de un turbocargador modelo HT3B

ETAPA	Componente	Operación	
		Número	Descripción
ETAPA I	Cuerpo Central (Superior)	1	Colocar rín, bocín, collar, bincha, contra bincha
		2	Poner la media luna
		3	Situar el deflector de aceite
		4	Colocar sello placa
	Cuerpo Central (Inferior)	5	Colocar bocín
ETAPA II	Eje y Balanceo	1	Colocar el rín en el eje
		2	Verificar balanceo
		3	Insertar eje
	Rueda compresora	4	Colocar rueda compresora
		5	Ajustar tuerca
		6	Situar elástico en el plato
ETAPA III	Carcasa de admisión	1	Colocar carcasa de admisión
		2	Acoplar bincha
		3	Ajustar tuercas
	Carcasa de escape	4	Poner la carcasa de escape
		5	Acoplar bincha
		6	Ajustar tuercas de la base
	Válvula	7	Acoplar válvula
		8	Ajustar tuercas de la válvula

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

- **Análisis de la metodología SLP (System Layout Planning)**

La metodología SLP de R. Muther es una de las más propagadas y usadas en cuanto a distribuciones de planta, estas pueden ser de cualquier sector ya sean industriales, de salud, talleres o diferentes células de manufactura, también se considera un método aplicable tanto para nuevas instalaciones como para una ya existente. En la Tabla 6 se especifican las fases de la metodología con relación a la empresa.

Esta metodología toma 5 conceptos básicos que son:

- Producto (P)
- Cantidad (Q)
- Recorrido (R)

- Actividades de soporte (S)
- Tiempos y movimientos (T)

Tabla 10. Fases de la metodología SLP

FASES		DESCRIPCIÓN
Fase 1	Localización	TURBOTECH está ubicada en el barrio el Buen Pastor de la ciudad de Ambato, de acuerdo con el diagnóstico actual de la empresa que se realizó, se ha escogido el área de armado para realizar el respectivo análisis de distribución para evitar los recorridos innecesarios y con ello obtener una mejor optimización del tiempo
Fase 2	Plan de Distribución General	El área de ensamblaje cuenta con una superficie total disponible de 56 metros cuadrados, en la cual se distribuyen las siguientes áreas: torno, esmerilado, sandblasting, balanceo y la mesa de armado
Fase 3	Plan de Distribución Detallada	En la fase III, se toma en cuenta el análisis de recorrido actual que se realizó previamente en el área de armado, donde de acuerdo con la Tabla 4 el turbocargador modelo HT3B cuenta con un tiempo total de ensamble de 56 minutos con 33 segundos. Se hará uso del programa CORELAP, el cual por medio de análisis cualitativos propondrá una distribución adecuada para la línea de ensamble
Fase 4	Instalación	En esta fase se debe realizar un análisis de costos para la aplicación de la distribución de línea de ensamble propuesta

Fuente: (Cabrera 2012)

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

- **Demostración del recorrido propuesto por el programa CORELAP**

El programa CORELAP ejecuta la evaluación ponderada de las tres etapas de ensamble en las que se dividen los departamentos, en estas evaluaciones o valoraciones se realiza la determinación de parámetros por el peso de las interacciones y relaciones que existen entre las operaciones de las etapas.

Para realizar la evaluación de los parámetros el software CORELAP genera un diagrama de relaciones y valora cada una de las interacciones existentes entre las operaciones, por medio de este diagrama se determina la interrelación que existe entre dos operaciones.

Parámetros:

A = Absolutamente necesario

E = Especialmente importante

I = Importante

O = Indiferente

U= No importante

X= Indeseable

ETAPA I – Cuerpo Central

De acuerdo con la Tabla 9 se colocan las actividades que componen la Etapa I de ensamble del turbo, consta de cinco departamentos en los cuales se coloca el tamaño del departamento, en este caso las actividades son consecutivas y se realizan en un mismo cuerpo central por lo tanto requieren la misma área de espacio ($0.48 m^2$) para desarrollarse cada una, esto porque se está realizando un diseño de línea de ensamble, caso contrario toda la Etapa I se desarrollaría en un solo departamento.

CORELAP 01_Planteamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar? CONTINUAR RETROCEDER

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	C.rin,boc,coll,bi,ct	.48
2	Pon. media luna	.48
3	Sit. deflector aceit	.48
4	Coloc. sello placa	.48
5	Coloc. boc in Inf	.48

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 9: Departamentos de la Etapa I (Cuerpo Central)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Figura 8 se establecieron 5 departamentos, el departamento 1 incluye todas las actividades de colocar rín, bocín, collar, bincha y contra bincha debido a que son operaciones consecutivas que se pueden realizar en un mismo puesto de trabajo, para estos departamentos se coloca el área en m^2 de cada uno, adicionalmente se coloca la superficie que se encuentra disponible y en este caso es de $47 m^2$ (el área de taller), para colocar el área de los departamentos se tomó en cuenta el espacio requerido del puesto de trabajo para realizar la actividad que es de $0,48 m^2$ ($0,6m * 0,8m$), estas medidas se toman a partir del espacio que requiere el trabajador para realizar la actividad.

Relación de departamentos - ETAPA I

El siguiente procedimiento que realiza el programa CORELAP es el cuadro de relación entre departamentos, donde se analiza que tan importante es la interacción entre las actividades. En la Figura 9 se manifiestan las relaciones existentes entre las operaciones.

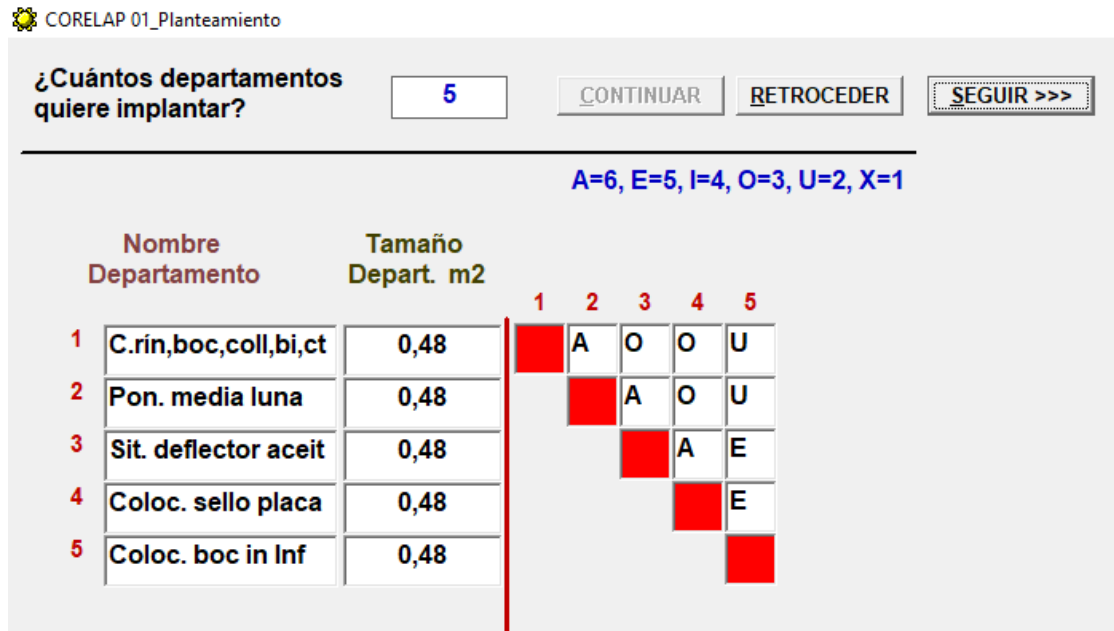


Figura 10: Relación de departamentos de la Etapa I (Cuerpo Central)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Figura 9 se muestran los 5 departamentos implementados con su respectiva valoración de interactividad. Los departamentos 1 con 2, 2 con 3, 3 con 4 tienen la valoración A que significa "absolutamente necesario" debido a que son actividades consecutivas y cada actividad depende de la realización previa de la otra. El departamento 4 con relación al departamento 5 tienen una valoración de E "Especialmente importante" ya que tanto el sello placa como el bocín inferior van en el cuerpo central, pero en diferentes secciones.

Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA I

La Figura 10 muestra el TCR “ratio total de proximidad” por sus siglas en inglés, CORELAP despliega la superficie que requiere cada operación y la superficie disponible por medio del orden en el que disponen los departamentos según su importancia.

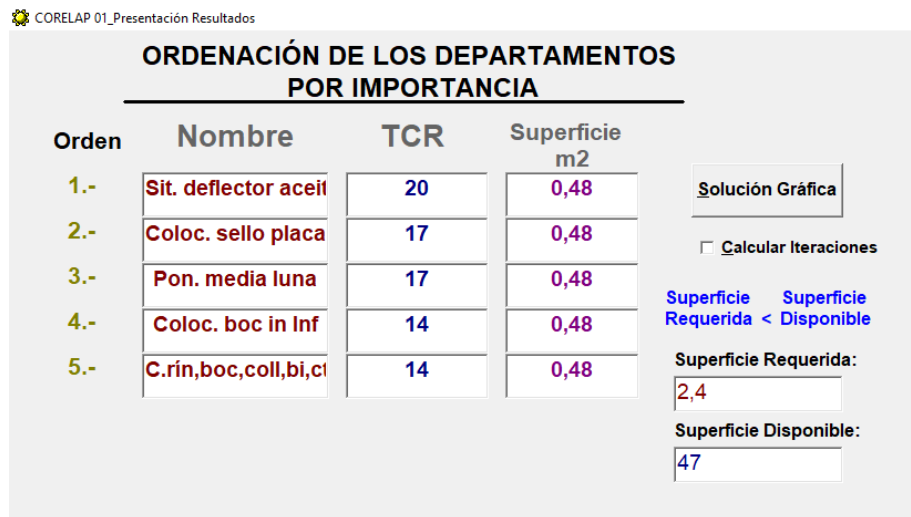


Figura 11: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA I (Cuerpo Central

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Como se puede evidenciar en la Figura 10 el programa cambia el orden de los departamentos debido a que evalúa las interacciones entre departamentos y sitúa estratégicamente a aquellas que tienen mayor relación entre sí.

La Figura 11 muestra el layout propuesto por el programa para la distribución de la Etapa I.

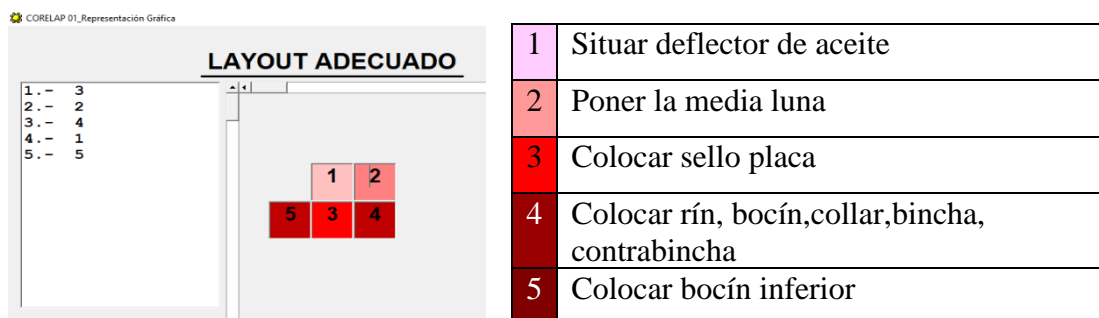


Figura 12: Layout adecuado – ETAPA I

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

La operación 5 que consta de la actividad "Colocar bocín inferior" se colocó de igual manera en el departamento 5 porque no guarda continuidad con las demás actividades.

ETAPA II – Eje, Balanceo y Rueda compresora

De acuerdo con la Tabla 9 se colocan las actividades que componen la Etapa II de ensamble de un turbo modelo HT3B, consta de seis departamentos en los cuales se coloca el tamaño del departamento, para esta etapa se toma en cuenta los valores de $0.48 m^2$ para las actividades que se realizan en la mesa de trabajo y $1.3 m^2$ para el balanceo ya que se tomó las medidas de la balanceadora y una superficie total de $56 m^2$ porque se toma en cuenta el área del cuarto de balanceo.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Col. rin del eje	0,48
2	Verificar balanceo	1,3
3	Insertar eje	0,48
4	Col. rueda comp	0,48
5	Aj. tuerca	0,48
6	Sit. elástico	0,48

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 13: Departamentos de la Etapa II (Eje, balanceo y rueda compresora)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Relación de departamentos - ETAPA II

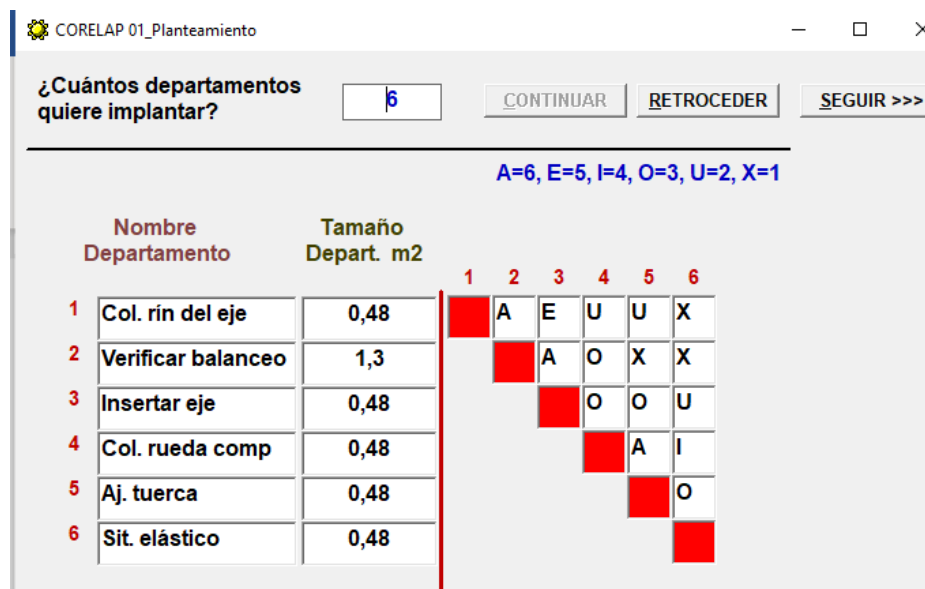


Figura 14: Relación de departamentos de la Etapa II (Eje, balanceo y rueda compresora)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Figura 13 se muestran los 6 departamentos implementados con su respectiva valoración de interactividad. Los departamentos 1 con 2, 2 con 3, tienen la valoración A debido a que son actividades que dependen entre sí.

Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA II

La Figura 14 refleja el orden propuesto por el programa ordenados de acuerdo con la cercanía de los departamentos ingresados.

**ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS
POR IMPORTANCIA**

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Insertar eje	19	0,48
2.-	Col. rueda comp	18	0,48
3.-	Verificar balanceo	17	1,3
4.-	Col. rín del eje	16	0,48
5.-	Aj. tuerca	15	0,48
6.-	Sit. elástico	11	0,48

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

Figura 15: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA II (Eje, balanceo y rueda compresora)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

La Figura 15 muestra el layout propuesto por el programa para la distribución de la Etapa II.

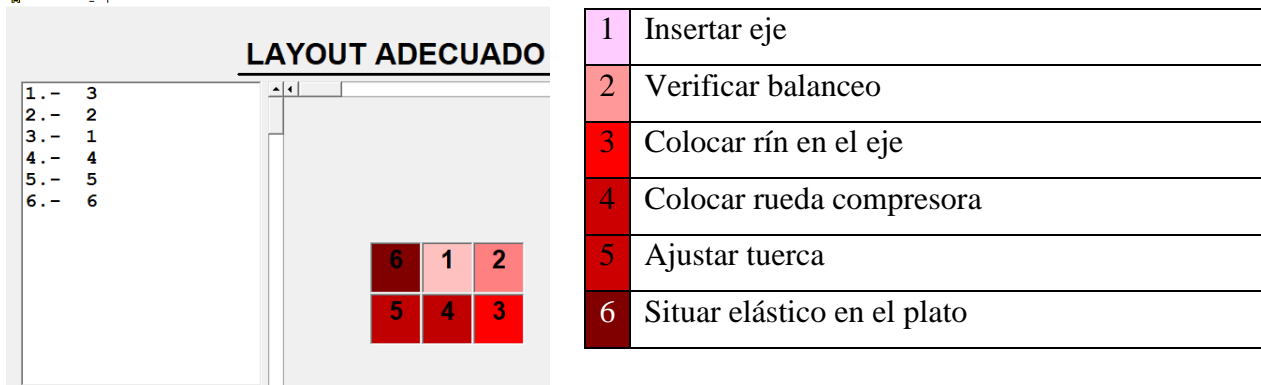


Figura 16: Layout adecuado – ETAPA II

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Jennifer Mayorga

El layout propuesto coloca juntas a las actividades relacionadas al eje ya que deben interactuar entre sí.

ETAPA III – Carcasa de admisión, Carcasa de escape y Válvula

La Etapa III detalla las piezas finales a colocar para finalizar el proceso de ensamble del turbocargador. Consta de 8 departamentos los cuales se detallan en la Tabla 9 y se representan en el programa CORELAP de la siguiente manera.

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Col. Carcasa Adm	0,48
2	Acop. bincha Adm	0,48
3	Ajust. tuercas Adm	0,48
4	Col. Carcasa Esc	0,48
5	Acop. bincha Esc	0,48
6	Ajustar tuercas ba:	0,48
7	Acoplar válvula	0,48
8	Ajust. tuercas válv	0,48

Superficie Disponible : 47

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A = 6
E = 5
I = 4
O = 3
U = 2
X = 1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 17: Departamentos de la Etapa III (Carcasa de Admisión, Carcasa de Escape y Válvula)

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Relación de departamentos - ETAPA III

En la Figura 17, se manifiesta el cuadro de relaciones entre los ocho departamentos existentes para que el programa realice la respectiva distribución de los mismos, tomando en cuenta la interacción entre las actividades.

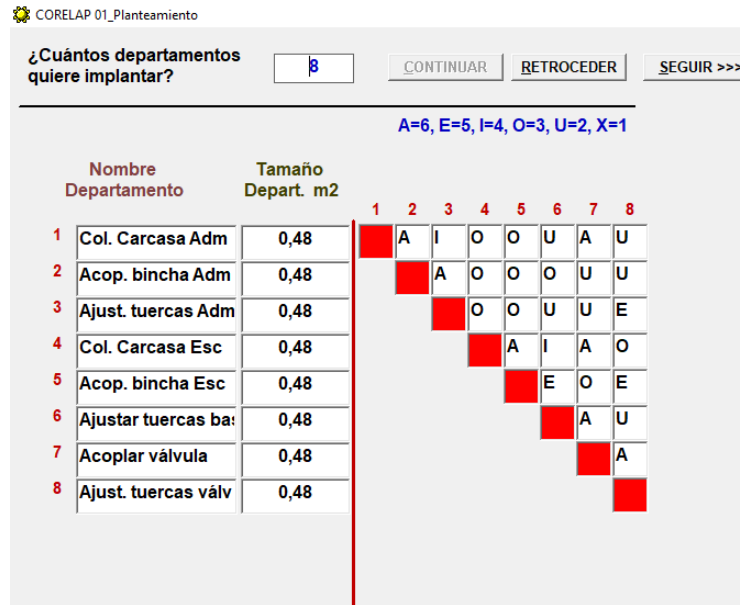


Figura 18: Relación de departamentos - ETAPA III

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Los departamentos 1 y 2, 2 y 3, 4 y 5, 7 y 8 son operaciones consecutivas por lo tanto se les atribuye la valoración de A. En cambio, los departamentos 3 y 4, 5 y 6, 6 y 7 tienen una valoración menor porque no dependen una de la otra.

Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA III

La Figura 14 refleja el orden propuesto por el programa ordenados de acuerdo con la cercanía de los departamentos ingresados. En esta sección se establecen los TCR y se obtiene un área total requerida de $3.84 m^2$ sobre la superficie actual de $47 m^2$ (el área total del taller)

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Acoplar válvula	31	0,48
2.-	Acop. bincha Esc	28	0,48
3.-	Col. Carcasa Esc	28	0,48
4.-	Col. Carcasa Adm	26	0,48
5.-	Ajust. tuercas válh	25	0,48
6.-	Ajust. tuercas Adr	25	0,48
7.-	Acop. bincha Adm	25	0,48
8.-	Ajustar tuercas ba	24	0,48

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

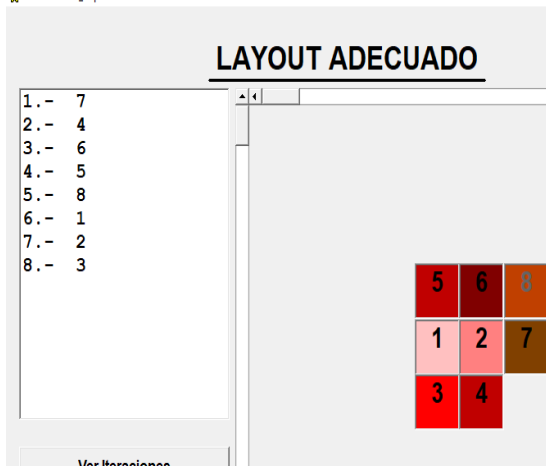
Superficie Disponible:

Figura 19: Ordenación de los Departamentos por Importancia – ETAPA III

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

La Figura 19, ilustra el layout propuesto para la Etapa III se logra observar que coloca juntas a las actividades relacionadas entre carcasa de admisión, carcasa de escape y válvula respectivamente.



1	Acoplar válvula
2	Poner Carcasa de Escape
3	Ajustar tuercas de la base
4	Acoplar bincha de Escape
5	Ajustar tuercas de la válvula
6	Colocar Carcasa de Admisión
7	Acoplar bincha de Admisión
8	Ajustar tuercas de Admisión

Figura 20: Layout adecuado – ETAPA III

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

- **Demostración del recorrido propuesto por el programa CORELAP**

La Figura 20 indica el layout propuesto para el correcto desempeño del área de ensamble aprovechando el espacio disponible. En el Anexo F se logra evidenciar la distribución de la línea de ensamble propuesta por el programa CORELAP para el armado de un turbocargador modelo HT3B, donde la maquinaria que no interviene en el proceso es desplazada y colocadas en la parte restante de la superficie, la balanceadora pasa a formar parte del mismo espacio para eliminar el recorrido desde el taller de ensamble al área de balanceo, también se dividen las mesas de trabajo y se las adapta al tamaño que se requiere para cada actividad, tomando en cuenta las medidas del espacio de trabajo para que el operario tenga espacio suficiente para su desplazamiento.

Con el objetivo de reducir los recorridos las tres etapas del proceso de ensamble o armado están colocadas juntas una de la otra y el desplazamiento del operador hacia el área de balanceo se elimina debido a que la balanceadora se ubicará en la superficie de la Etapa II.

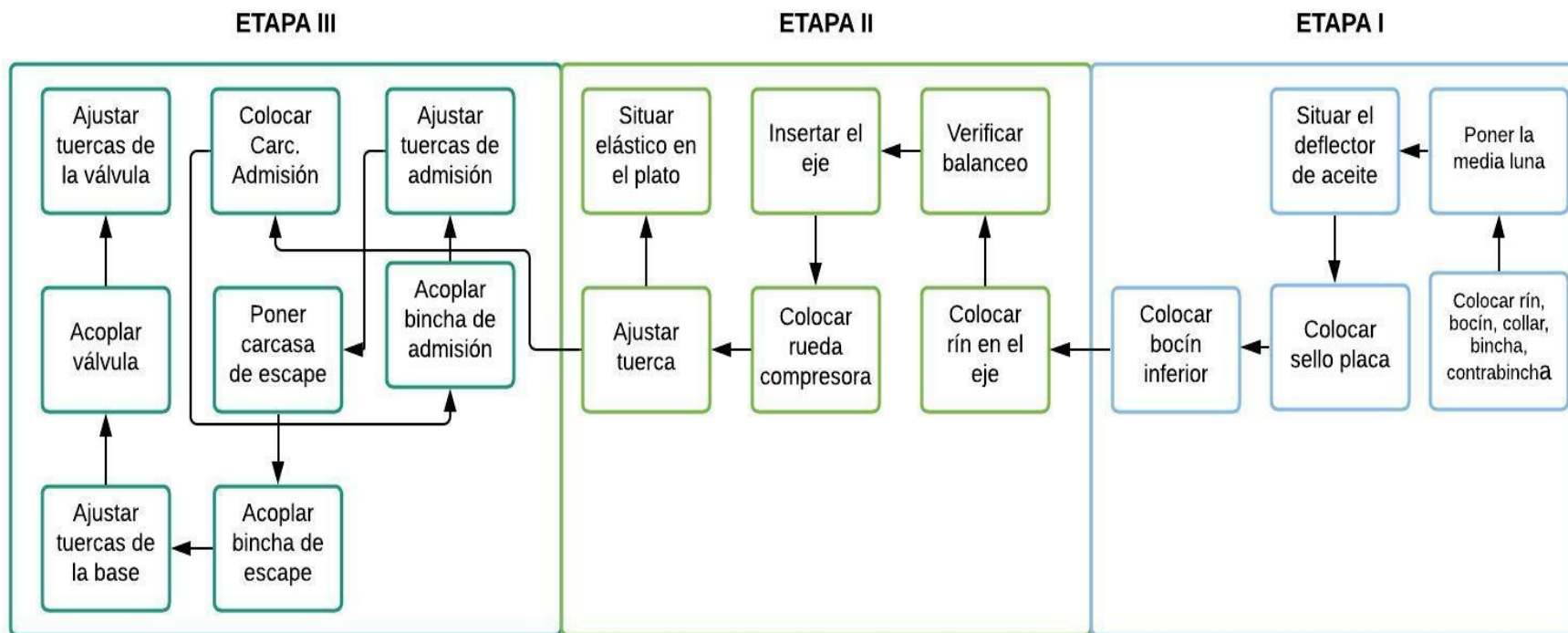


Figura 21: Layout propuesto por el software CORELAP

Fuente: CORELAP / TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

- **Diagrama propuesto para el armado del turbocargador modelo HT3B en la empresa TURBOTECH**

En la Tabla 11 se realiza el diagrama de operaciones propuesto con los datos obtenidos en el Anexo E y con el layout propuesto, donde se encuentran las nuevas operaciones y distancias.

Tabla 11. Diagrama de operaciones propuesto para el armado de un turbocargador modelo HT3B

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual			Método propuesto			x		Fecha: 16 de junio del 2021		
Descripción de la parte: N/A							Página: 1 de 5			
Descripción de la operación:										
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
	Operaciones	31	0:36:52	21	0:23:12	10	0:13:40			
	Transporte	8	0:09:11	17	0:01:25	-9	0:07:46	PORQUÉ	CUÁNDO	
	Inspecciones	2	0:08:00	1	0:04:00	1	0:04:00	QUÉ	QUIÉN	
	Retrasos	1	0:02:30	0	0:00:00	1	0:02:30	DÓNDE	CÓMO	
	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00			
TOTAL			0:56:33		0:28:37		0:27:56	ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
DISTANCIAS		56		16,2		39,8				
ACTIVIDAD		MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
1	Colocar el rín, bocín, collar, bincha, contrabincha en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:03:15		
2	Desplazar subensamble	MAN						0:00:05	0,8	
3	Colocar media luna en el orificio superior del cuerpo central	MAN						0:00:30		
4	Desplazar subensamble	MAN						0:00:05	0,8	
5	Colocar deflector de aceite	MAN						0:00:17		
6	Desplazar subensamble	MAN						0:00:05	0,8	
7	Colocar sello placa	MAN						0:00:25		

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			Método propuesto			x	Fecha: 16 de junio del 2021		
Descripción de la parte: N/A							Página: 2 de 5		
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	31	0:36:52	21	0:23:12	10	0:13:40		
➡	Transporte	8	0:09:11	17	0:01:25	-9	0:07:46	PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00	1	0:04:00	1	0:04:00	QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	1	0:02:30	0	0:00:00	1	0:02:30	DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00		
TOTAL			0:56:33		0:28:37		0:27:56	ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
DISTANCIAS		56		16,2		39,8			
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO				TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
8	Desplazar subensamble	MAN	○ ➡	□ D ▽		0:00:05	0,8		
9	Colocar bocín inferior	MAN	● ➡	□ D ▽		0:00:20			
10	Desplazar subensamble	MAN	○ ➡	□ D ▽		0:00:05	0,8		
11	Colocar el rín en el eje turbina	MAN	● ➡	□ D ▽		0:00:25			
12	Desplazar subensamble	MAN	○ ➡	□ D ▽		0:00:05	0,95		
13	Verificar balanceo del eje	MÁQ	○ ➡	■ D ▽		0:04:00			
14	Desplazar subensamble	MAN	○ ➡	□ D ▽		0:00:05	0,95		

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO									
Método actual			Método propuesto			x	Fecha: 16 de junio del 2021		
Descripción de la parte: N/A							Página: 3 de 5		
Descripción de la operación:									
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS	
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)		
○	Operaciones	31	0:36:52	21	0:23:12	10	0:13:40		
➡	Transporte	8	0:09:11	17	0:01:25	-9	0:07:46	PORQUÉ	CUÁNDO
□	Inspecciones	2	0:08:00	1	0:04:00	1	0:04:00	QUÉ	QUIÉN
D	Retrasos	1	0:02:30	0	0:00:00	1	0:02:30	DÓNDE	CÓMO
▽	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00		
TOTAL			0:56:33		0:28:37		0:27:56	ELABORADO POR: Jennifer Mayorga	
DISTANCIAS		56		16,2		39,8			
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO			TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES		
15	Insertar el eje en el cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:30	
16	Desplazar subensamble	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,8
17	Colocar la roseta en el cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:45	
18	Desplazar subensamble	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,8
19	Ajustar la tuerca en la parte superior de la roseta	MAN	●	➡	□	D	▽	0:01:00	
20	Desplazar subensamble	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,3
21	Colocar elástico en el plato del cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:30	

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual			Método propuesto			x				
Descripción de la parte: N/A								Fecha: 16 de junio del 2021		
Descripción de la operación:								Página: 4 de 5		
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
	Operaciones	31	0:36:52	21	0:23:12	10	0:13:40			
	Transporte	8	0:09:11	17	0:01:25	-9	0:07:46	PORQUÉ	CUÁNDO	
	Inspecciones	2	0:08:00	1	0:04:00	1	0:04:00	QUÉ	QUIÉN	
	Retrasos	1	0:02:30	0	0:00:00	1	0:02:30	DÓNDE	CÓMO	
	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00			
TOTAL			0:56:33		0:28:37		0:27:56	ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
DISTANCIAS		56		16,2		39,8				
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCI A (mts)	OBSERVACIONES	
22	Desplazar subensamblable	MAN						0:00:05	0,6	
23	Colocar CHRA en la entenalla	MAN						0:01:00		
24	Desplazar subensamblable	MAN						0:00:05	0,8	
25	Colocar la carcasa de admisión con su respectiva bincha	MAN						0:01:00		
26	Tomar el playo	MAN						0:00:15	1,5	
27	Acoplar bincha de la carcasa de admisión	MAN						0:01:00		
28	Desplazar subensamblable	MAN						0:00:05	0,8	

Continúa

DIAGRAMA DE PROCESO										
Método actual		Método propuesto		x		Fecha: 16 de junio del 2021				
Descripción de la parte: N/A						Página: 5 de 5				
Descripción de la operación:										
Proceso de ensamble de un turbocargador de modelo HT3B										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS		
		N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)	N.	Tiempo (min)			
○	Operaciones	31	0:36:52	21	0:23:12	10	0:13:40			
➡	Transporte	8	0:09:11	17	0:01:25	-9	0:07:46	PORQUÉ	CUÁNDO	
□	Inspecciones	2	0:08:00	1	0:04:00	1	0:04:00	QUÉ	QUIÉN	
D	Retrasos	1	0:02:30	0	0:00:00	1	0:02:30	DÓNDE	CÓMO	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00			
TOTAL			0:56:33		0:28:37		0:27:56	ELABORADO POR: Jennifer Mayorga		
DISTANCIAS		56		16,2		39,8				
ACTIVIDAD	MÉTODO	SÍMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	OBSERVACIONES	
29	Colocar carcasa de escape en el cuerpo central	MAN	●	➡	□	D	▽	0:02:00		
30	Desplazar subensamblable	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,8	
31	Ajustar tuercas de la carcasa de escape	MAN	●	➡	□	D	▽	0:03:00		
32	Desplazar subensamblable	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,8	
33	Acoplar la bincha que va entre la carcasa de escape y el cuerpo central con el playo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:40		
34	Desplazar subensamblable	MAN	○	➡	□	D	▽	0:00:05	0,8	
35	Acoplar la válvula a la carcasa de admisión y a la base del turbo	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:40		
36	Tomar las llaves	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:15	1,5	
37	Ajustar tuercas de la válvula	MAN	●	➡	□	D	▽	0:00:25		

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Resultados esperados

En la Tabla 11 se expone el diagrama de operaciones propuesto, el cual se desarrolló en base al Anexo E, el diagrama de recorrido propuesto, con los resultados esperados se obtienen los siguientes datos:

- La cantidad de transportes de subensambles aumentan al referirse a que la propuesta es una línea de ensamble, sin embargo, los recorridos disminuyen considerablemente con la eliminación del transporte de bodega además del transporte de balanceo, se consigue un recorrido reducido de 56m a 16.2m y en tiempo de 00:09:11 minutos a 00:01:25, obteniendo una diferencia de 00:07:46 minutos.
- La reducción de operaciones es de 29 a 21 actividades, puesto que se fusionaron actividades que son consecutivas y pueden realizarse en un solo puesto de trabajo de la línea de ensamble (rin, bocín, collar, bincha y contra bincha), también se eliminó la operación de esmerilar el eje en caso de estar desbalanceado debido a que estos casos suceden 1-2 veces en cada importación que se realiza a los 6 meses, por lo tanto, esta operación se la suprime para lograr desarrollar una línea de ensamble eficiente. En cuanto a duración de las operaciones, estas se reducen de 00:36:52 minutos a 00:23:12 minutos obteniendo una reducción de tiempo de 00:13:40 minutos.
- En total se obtiene una reducción total en el tiempo del ensamble de un turbocargador modelo HT3B de 00:27:56 minutos, en la manera actual de realizar el ensamble se definió un tiempo de 00:56:33 minutos y con la línea de ensamble propuesta este ensamble se realiza en 00:28:37 minutos, estos resultados se obtienen con la eliminación de recorridos innecesarios, el layout propuesto con la distribución correcta del área en la que los puestos de trabajo se ubican estratégicamente para realizar el ensamble, la reubicación del tablero de herramientas que ocasionaba tanto recorridos largos como mayor tiempo de la operación.

Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta

Para la implementación del layout propuesto en la empresa TURBOTECH, se deben tomar en cuenta varios aspectos tales como a redistribución total de los puestos de trabajos por etapas, adecuar la infraestructura para la nueva disposición del layout y la formación del personal para la nueva línea de ensamble.

Tabla 12: Cronograma de actividades para el desarrollo de la propuesta del layout de la línea de ensamble en la empresa TURBOTECH

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA												
ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3			
	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4
Exposición de la propuesta de la línea de ensamble al Propietario de TURBOTECH	■											
Subcontrato de fabricación de nuevos puestos de trabajo		■	■	■	■							
Demoler la pared que separa al taller general con el área de balanceo					■	■						
Adecuación de la Etapa I - Cuerpo Central						■	■	■	■			
Adecuación de la Etapa II - Eje, balanceo y rueda compresora						■	■	■	■			
Adecuación de la Etapa III - Carcasa de Escape, Admisión y Válvula						■	■	■	■	■		
Capacitación y formación a los operadores de la línea de ensamble del turbocargador HT3B						■	■	■	■	■	■	■

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Análisis de costos

Para el análisis de costos se toma en cuenta la metodología de costo unitario

Tabla 13. Costo unitario de equipos y herramientas

EQ. Y HERRAMIENTA	Qty	Costo	Costo por operación
Playo	1	\$7	\$0,05
Llaves	2	\$8	\$0,05
Balaceadora	1	\$15.500	\$0,10

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 13 se detallan los equipos y herramientas con sus respectivos costos, y se exponen los costos que reflejan por operación dándole un mínimo de 0.05 centavos para el playo y las llaves. La balaceadora tiene un costo de \$15500 y se toma en cuenta los consumos en kW para la operación de balanceo dando un costo unitario de 0.10 centavos.

Tabla 14. Costo unitario de mano de obra

MANO DE OBRA	Qty	Costo jornada	Costo por operación
Obrero	1	\$33	\$4,12

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 14 se refleja el costo de mano de obra unitario para el ensamble de un turbocargador HT3B, se toma en cuenta el sueldo básico más el seguro dando un total de \$500 por mes, adicionalmente las utilidades de abril \$1500 y el doble sueldo de diciembre 920.

$$\$500 \times 10 \text{ meses} = 5000 \text{ en 10 meses}$$

$$\$500 \times \$420 = 920 \text{ el mes de Diciembre}$$

$$\$1500 \times \$500 = 2000 \text{ el mes de Abril}$$

Esto da un promedio de:

$$\$7920 / 12 \text{ meses} = \$660 \text{ por mes}$$

$$\$660 / 20 \text{ días} = \$33 \text{ por día}$$

$$\frac{\$33}{8 \text{ horas}} = \$4.12 \text{ por hora}$$

Tabla 15. Costo Unitario de un turbocargador modelo HT3B

COSTO UNITARIO DE UN TURBOCARGADOR HT3B					
TIPO	Código	Descripción	Unid.	Qty.	Costo
MATERIALES	A	Cuerpo Central	PZA	1	\$20,00
MATERIALES	B	Rín	PZA	2	\$10,00
MATERIALES	C	Bocín	PZA	2	\$10,00
MATERIALES	D	Collar	PZA	1	\$2,50
MATERIALES	E	Bincha	PZA	3	\$15,00
MATERIALES	F	Contra bincha	PZA	1	\$2,50
MATERIALES	G	Media Luna	PZA	1	\$2,00
MATERIALES	H	Deflector de aceite	PZA	1	\$4,00
MATERIALES	I	Sello placa	PZA	1	\$3,00
MATERIALES	J	Eje	PZA	1	\$25,00
MATERIALES	K	Roseta	PZA	1	\$35,00
MATERIALES	L	Tuercas	PZA	12	\$9,60
MATERIALES	M	Caucho	PZA	1	\$0,80
MATERIALES	N	Carcasa de Admisión	PZA	1	\$40,00
MATERIALES	O	Carcasa de Escape	PZA	1	\$45,00
MATERIALES	P	Válvula	PZA	1	\$40,00
MATERIALES	Q	Acople de válvula	PZA	1	\$3,00
EQ. Y HERRAMIENTA	R	Playo	PZA	1	\$0,05
EQ. Y HERRAMIENTA	S	Llaves	PZA	2	\$0,05
EQ. Y HERRAMIENTA	T	Balaceadora	KW	1	\$0,10
MANO DE OBRA.	U	Trabajador costo hora	JOR	1	\$4,12
				TOTAL	\$271,72

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la tabla 15 se representan todas las piezas que requieren para el ensamble del turbocargador, donde se consideran también los equipos y el costo de mano de obra dando un total de \$271,72

La Tabla 16 expone el costo unitario del ensamble de un turbocargador modelo HT3B, con la aplicación de la propuesta, se obtienen nuevos datos en la mano de obra debido a que como el tiempo de ensamble se reduce a la mitad, se logran ensamblar dos turbos en una hora, en comparación al anterior método donde un trabajador ensamblaba un turbo en una hora. Dando un costo unitario total de \$269.66.

Tabla 16. Costo Unitario de un turbocargador modelo HT3B

COSTO UNITARIO DE UN TURBOCARGADOR HT3B					
"SELECCIÓN"	Código	Descripción	Unid.	Qty.	Costo
MATERIALES	A	Cuerpo Central	PZA	1	\$20,00
MATERIALES	B	Rín	PZA	2	\$10,00
MATERIALES	C	Bocín	PZA	2	\$10,00
MATERIALES	D	Collar	PZA	1	\$2,50
MATERIALES	E	Bincha	PZA	3	\$15,00
MATERIALES	F	Contra bincha	PZA	1	\$2,50
MATERIALES	G	Media Luna	PZA	1	\$2,00
MATERIALES	H	Deflector de aceite	PZA	1	\$4,00
MATERIALES	I	Sello placa	PZA	1	\$3,00
MATERIALES	J	Eje	PZA	1	\$25,00
MATERIALES	K	Roseta	PZA	1	\$35,00
MATERIALES	L	Tuercas	PZA	12	\$9,60
MATERIALES	M	Caucho	PZA	1	\$0,80
MATERIALES	N	Carcasa de Admisión	PZA	1	\$40,00
MATERIALES	O	Carcasa de Escape	PZA	1	\$45,00
MATERIALES	P	Válvula	PZA	1	\$40,00
MATERIALES	Q	Acople de válvula	PZA	1	\$3,00
EQ. Y HERRAMIENTA	R	Playo	PZA	1	\$0,05
EQ. Y HERRAMIENTA	S	Llaves	PZA	2	\$0,05
EQ. Y HERRAMIENTA	T	Balaceadora	KW	1	\$0,10
MANO DE OBRA.	U	Trabajador costo hora	JOR	1	\$2,06
				TOTAL	\$269,66

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

Tabla 17. Costo para la implementación de la propuesta – Mano de obra

Análisis de costos de la aplicación de la propuesta					
DEM0001	DEMOLICION A MANO DE LA PARED DE CEMENTO QUE SEPARA EL TALLER DEL ÁREA DE BALANCEO				
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unit	Total
MANO DE OBRA					
CUAD001	CUADRILLA 001 (1 TRABAJADOR)	JOR	5	\$25,00	\$125,00
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$125,00
	Costo directo				\$125,00
	COSTO TOTAL				\$125,00

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la Tabla 17, se exponen los costos de demolición de la pared que separa el área de balanceo con el taller, esta actividad representa un costo de \$125.

Tabla 18. Costo de la implementación de la propuesta – Mesas de trabajo

Análisis de costos de la aplicación de la propuesta					
DEM0001	CONTRATO PARA ELABORACIÓN DE MESAS DE TRABAJO				
Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unit	Total
CONTRATO					
CTO001	METALMECÁNICA INMECH	PZA	19	\$100,00	\$1.900,00
	Subtotal: CONTRATO				\$1.900,00
	Costo directo				\$1.900,00
	COSTO TOTAL				\$1.900,00

Fuente: TURBOTECH

Elaborado por: Srta. Jennifer Mayorga

En la tabla 18, se representa el costo del contrato de las mesas de trabajo, estas son 19 mesas que se necesitan para la implementación de la línea de ensamble, teniendo un costo total de \$1900.

La propuesta costará un total de \$2025 analizando el ahorro por unidad de ensamble según la tabla 16 es de \$2.06, por lo tanto, la propuesta el retorno de inversión será al cabo de aproximadamente 5 meses, concluyendo que la propuesta es viable a largo plazo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Conforme al diagnóstico actual de la empresa en el área de armado de turbocargadores se distinguieron los siguientes componentes: 1 balanceadora de ejes, 1 esmeril, 4 mesas de trabajo, 2 tornos, 2 entenallas de acero, 1 fresadora, 1 máquina de sandblasting, 1 afiladora, 1 soldadora, 1 tablero de herramientas y 2 estanterías. Con el diseño propuesto dos mesas de trabajo se eliminan para lograr distribuir de forma adecuada el taller de reparación y la línea de ensamble independiente. Con el diseño propuesto redujo un total de 00:07:46 minutos en recorridos y 00:13:40 minutos en operaciones optimizadas.
- Con el desarrollo del diagrama de ensamble se identificaron las operaciones que se llevan a cabo para realizar el ensamble de un turbocargador, obteniendo los datos necesarios para determinar las etapas del proceso y de esta manera lograr desarrollar la aplicación de la metodología SLP en CORELAP con tres etapas principales.

- Para el layout de la línea de ensamble se utilizó el programa LucidChart con los resultados obtenidos del software CORELAP, este programa permite la valoración o evaluación de las relaciones existentes entre los distintos departamentos que conforman el proceso, este análisis permite realizar el diagrama de recorrido de la propuesta.
- En el diseño propuesto se debe demoler la pared que separa el área de balanceo con el taller general para obtener una mejor distribución de los equipos, se hizo un desplazamiento de algunos equipos, las mesas de trabajo 1 y 2 se trasladaron a la parte izquierda del taller, de igual manera sucedió con el torno 2, la afiladora y la soldadora, con esto quedó el espacio suficiente en la parte derecha del layout para la línea de ensamble del turbocargador, con este diseño se obtiene una reducción en tiempo de 00:27:56 minutos y 39.8 m en recorridos.
- Es importante establecer un balance entre las variables de eficiencia y optimización de costos, en este caso de estudio la calidad de las piezas que se utilizan para el ensamble del turbocargador no variará, solamente la eficiencia del proceso de producción, incrementando en casi un 50%.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar el diagrama de operaciones actual para tener los datos reales del proceso que posteriormente sirven para realizar una comparación entre el método actual y el nuevo diseño de línea de ensamble, además se debe realizar el respectivo diagrama de ensamble de un turbocargador HT3B para determinar correctamente todas las etapas que involucra el proceso.
- Se recomienda realizar el diagrama de recorrido para determinar qué actividades tienen más tiempo y distancia en cuanto a transporte o flujo de material, esto con el objetivo de identificar las operaciones que deben ser tomadas en cuenta en el diseño de línea de ensamble, para optimizar estos recorridos innecesarios
- Para realizar el diseño de la línea de ensamble para turbocargadores se optó por usar el software CORELAP, el cual identifica la magnitud de relaciones entre actividades y las ordena de manera estratégica según su importancia y conveniencia para la optimización de la distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- AMMAR, K., 2017. Ensamble de Turbocargador. *JR CAD* [en línea]. [Consulta: 21 julio 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ePNQ3UWSjt4>.
- BARRERA, S., 2016. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE MEJORA EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE LA LÍNEA DE CERRAFURAS INAFER, REFERENCIAS C-999 Y MEGA EN LA EMPRESA ALLEGION COLOMBIA S.A.S. [en línea]. Sogamoso: Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1910/1/TGT-485.pdf>.
- BENITO FERNÁNDEZ, P. y FERNÁNDEZ MÁRQUEZ, B., 2004. Corelap 01 Manual de usuario. [en línea]. Sevilla: [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/PROGRAMA%252FMANUAL%252FManual+Corelap+01.pdf>.
- BORGWARNER, 2018. History - BorgWarner. [en línea]. [Consulta: 1 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.borgwarner.com/company/history>.
- CABRERA, R., 2012. *Lean Six Sigma TOC. Simplificado.PYMES* [en línea]. Madrid: Editorial Académica Española. [Consulta: 27 mayo 2021]. ISBN 9783659021961. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=psDDitEx__gC&pg=PA189&dq=Análisis+de+la+metodología+SLP+\(System+Layout+Planning\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj8rq a2g-rwAhWRQTABHZmkC4QQ6AEwAHoECAcQAg#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=psDDitEx__gC&pg=PA189&dq=Análisis+de+la+metodología+SLP+(System+Layout+Planning)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj8rq a2g-rwAhWRQTABHZmkC4QQ6AEwAHoECAcQAg#v=onepage&q&f=false).
- CABRERA, R., 2014. *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta* [en línea]. México: Calva, Rafael Carlos Cabrera. [Consulta: 3 mayo 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=gvwRAwAAQBAJ&pg=PA469&dq=metodologia+slp&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiJi9z9-q3wAhVXSjABHQsyCZMQ6AEwBnoECAyQAg#v=onepage&q&f=false>.
- GONZÁLEZ, M., 2020. REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS EQUIPOS, MESAS DE TRABAJO Y MANEJO DE MATERIALES DEL ÁREA DE COSTURA DE LA EMPRESA BUESTÁN. [en línea]. Quito: Disponible en: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1611>.
- GROOVER, M., 2006. *Sistemas de trabajo: Los métodos, la medición y la gestión del trabajo*. 1. Wilmington: Pearson. ISBN 978-0131406506.
- GUEVARA, J.D., 2010. Implantación del Proceso de Producción del nuevo modelo de cocinas en el Área de Ensamble de la Empresa Matriz. . Guayaquil:
- HEIZER, J. y RENDER, B., 2004. *Principios de administración de operaciones* [en línea]. Quinta edi. México: Pearson Educación. [Consulta: 3 junio 2021]. ISBN 9789702605256. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=jVIwSsVHUfAC&pg=PA347&dq=tipos+de+lineas+de+ensamble&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixtJjS6_vwAhXvEVkFHQhkC-YQ6AEwAHoECAUQAQAg#v=onepage&q=tipos+de+lineas+de+ensamble&f=false.

- JÄÄSKELÄINEN, H. y KHAIR, M.K., 2017. Turbocharger Fundamentals. *DieselNet* [en línea], vol. 11, no. 3, pp. 1-34. [Consulta: 17 marzo 2021]. DOI 10.4271/2013-01-0539. Disponible en: https://dieselnet.com/tech/air_turbocharger.php.
- MEYERS, F., 2000. *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil - Fred E. Meyers - Google Libros* [en línea]. México: Pearson Educación. [Consulta: 4 junio 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=cr3WTuK8mn0C&pg=PA63&dq=DIAGRAMAS+DE+PROCESOS&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewivofzFvP7wAhUuQjABHQ9cAfMQ6AEwAXoECAUQA#v=onepage&q=DIAGRAMAS DE PROCESOS&f=false>.
- MOLINA, D., 2016. RE-DISEÑO, OPTIMIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE MOTOCICLETAS PARA LA EMPRESA MOTOENSAB S. A. . Quito:
- MONGUÍ, J., 2019. Catálogo de Capacidades Industria Automotriz Colombiana. *Ensambladoras* [en línea], pp. 68-70. DOI 978-958-5422-16-2. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Uploads/CATALOGO-ESPANOL.pdf>.
- ORTEGA, F.G.T., RÍOS, S.L.C., NÚÑEZ, E.E.T., ROSERO, C.H.S., MANTILLA, C.A.R. y BOSQUE, A.D.M., 2019. Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta. *Ciencia Digital*, vol. 3, no. 2, pp. 289-305. DOI 2602-8085.
- PALACIOS, L., 2009. *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos* [en línea]. Primera Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. [Consulta: 24 junio 2021]. ISBN 978-9586486248. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/utiec/69107>.
- VASQUEZ, G., 2016. Motor 1. *Unnomotors* [en línea]. [Consulta: 1 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.grupovazquez.com.ec/unnomotors-motor-1/>.

ANEXOS

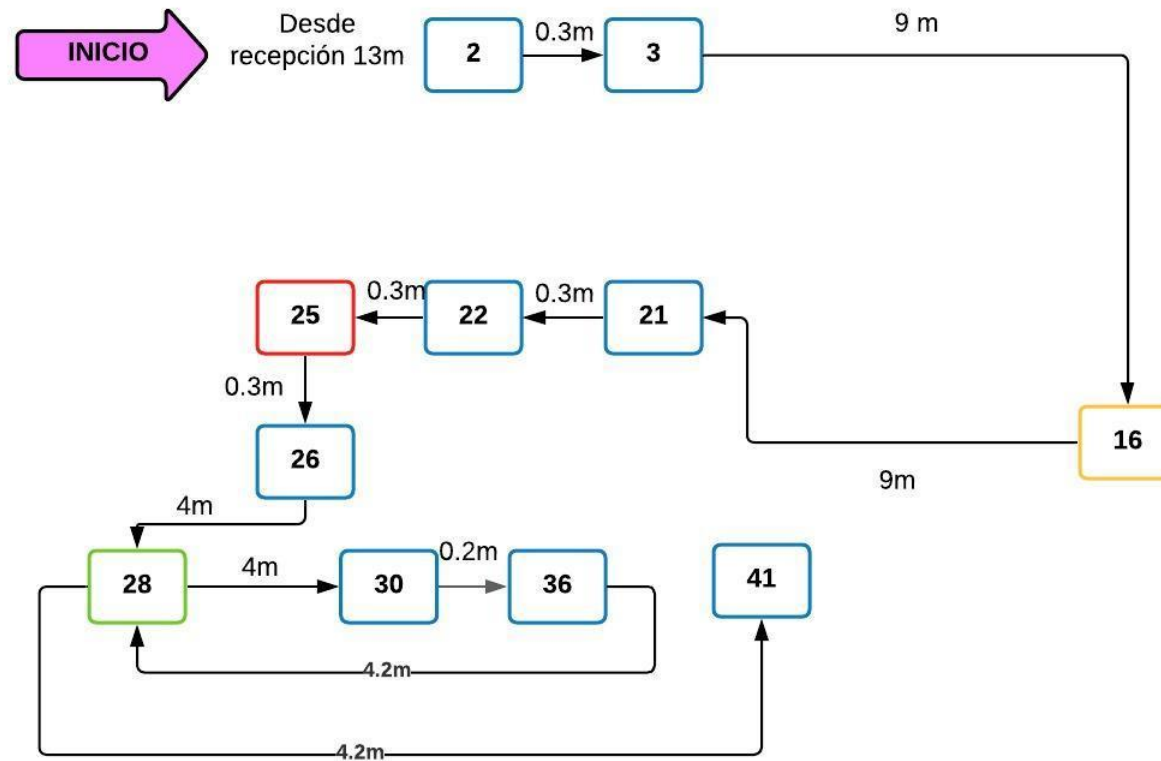
ANEXO A Descripción del Diagrama de Recorrido actual

La descripción del Diagrama de Recorrido actual corresponde a la tabla 3 de la página 17, en la cual se encuentra el Diagrama de Operaciones para el ensamble de un turbocargador.

		DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO		Anexo A	
				Página: 1 de 1	
Sección/Área:		ENSAMBLE			
Responsable de medición:		JENNIFER MAYORGA			
Fuente de información:		TURBOCARGADOR MODELO HT3B			
Número	Operación	Método	Medidas (m)		
2	Colocar las piezas del kit en el cuerpo central	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
13	Colocar el rin en el eje turbina	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
16	Verificar balanceo del eje	Balanceadora	■	1,31 x 0,55	
21	Insertar el eje en el orificio inferior del cuerpo central	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
22	Colocar la roseta la parte superior del cuerpo central y ajustar tuerca	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
25	Colocar el CHRA armado en una entenalla	Entenalla	■	0,48 x 0,2	
26	Colocar la carcasa de admisión con su respectiva bincha	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
28	Tomar el playo	Tablero	■	2,4 x 1,2	
30	Acoplar binchas de las carcasas y tuercas	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
36	Acoplar la válvula a la carcasa de admisión y a la base del turbo	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
38	Tomar las llaves	Tablero	■	2,4 x 1,2	
40	Ajustar las tuercas de la válvula	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	
41	Ajustar las tuercas de la base del turbocargador	Mesa de trabajo	■	2,1 x 0,6	

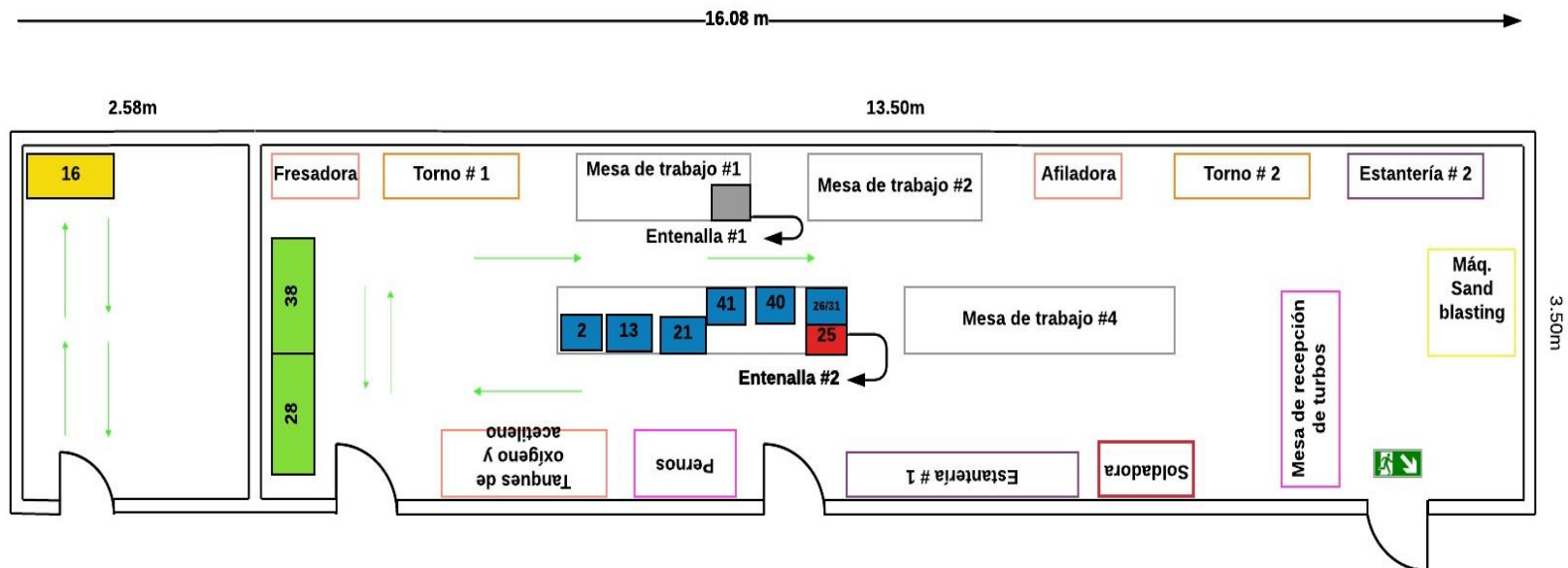
ANEXO B Diagrama de recorrido actual del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B

El Diagrama de recorrido actual del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B se realiza a partir de la tabla 3 de la página 17, en la cual se encuentra el Diagrama de Operaciones para el ensamble de un turbocargador, en el que se detallan los recorridos y distancias.




ANEXO C Distribución actual

El layout de la distribución actual del área de ensamble se realiza a partir la tabla 2 de la página 16, en la cual se encuentra la descripción de las medidas de los equipos y mobiliario del área de ensamble o armado, y con la referencia de la tabla 3 de la página 17, donde se encuentra el Diagrama de operaciones actual, en el cual se identifica el flujo de operaciones.



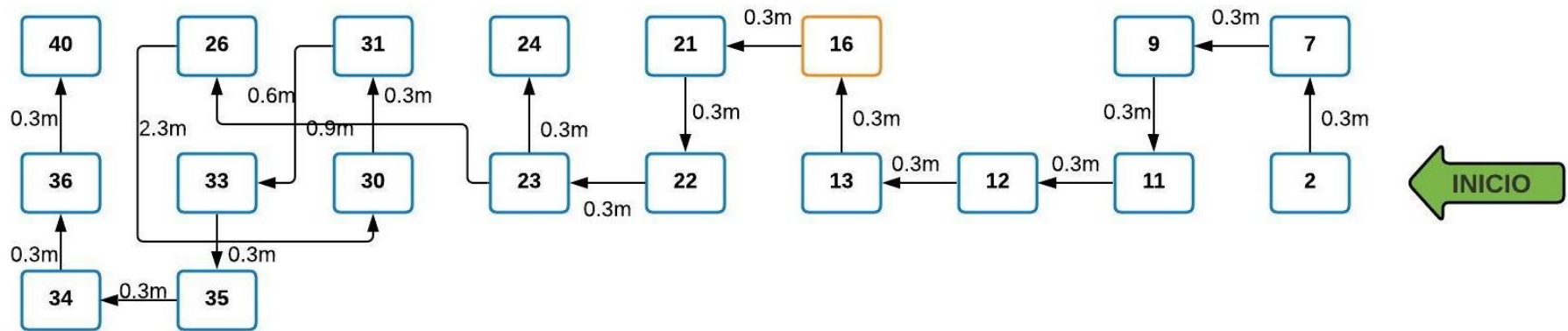
Anexo D - Descripción del diagrama de recorrido propuesto

La descripción del Diagrama de Propuesto corresponde a la tabla 11 de la página 53, en la cual se encuentra el Diagrama de Operaciones Propuesto para el ensamble de un turbocargador.

		DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO		Anexo D	
				Página: 1 de 1	
				10 de junio de 2021	
Sección/Área:		ENSAMBLE			
Responsable de medición:		JENNIFER MAYORGA			
Fuente de información:		TURBOCARGADOR MODELO HT3B			
Número	Operación	Método	Medidas (m)		
2	Colocar el rin, bocín, collar, bincha, contrabincha en el orificio superior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
7	Colocar media luna en el orificio superior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
9	Colocar deflector de aceite en el orificio superior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
11	Colocar sello placa en el orificio superior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
12	Colocar bocín inferior	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
13	Colocar el rin en el eje turbina	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
16	Verificar balanceo del eje	Balanceadora		1,31 x 0,55	
21	Insertar el eje en el orificio inferior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
22	Colocar la roseta la parte superior del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
23	Ajustar la tuerca de la roseta	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
24	Colocar el elástico o caucho en el plato del cuerpo central	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
25	Colocar el CHRA armado en una entenalla	Entenalla		0,48 x 0,2	
26	Colocar la carcasa de admisión con su respectiva bincha	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
28	Tomar el playo	Tablero		2,4 x 1,2	
30	Acoplar la bincha de la carcasa de admisión con un playo	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
31	Ajustar las tuercas de la carcasa de admisión	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
33	Colocar la carcasa de escape en el cuerpo	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
34	Ajustar las tuercas de la carcasa de escape	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
35	Acoplar la bincha de la carcasa de escape	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
36	Acoplar la válvula a la carcasa de admisión y a la base del turbo	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
28	Tomar las llaves	Tablero		2,4 x 1,2	
40	Ajustar las tuercas de la válvula	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	
41	Ajustar las tuercas de la base del turbocargador	Mesa de trabajo		0,6 x 0,8	

ANEXO E Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B

El Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamble de un turbocargador modelo HT3B se realiza a partir de la tabla 11 de la página 53, en la cual se encuentra el Diagrama de Operaciones Propuesto para el ensamble de un turbocargador, en el que se detallan los nuevos recorridos y distancias.



ANEXO F Diseño de línea de ensamble

El layout de la distribución actual del área de ensamble se realiza a partir de la tabla 11 de la página 53, en la cual se encuentra el Diagrama de Operaciones Propuesto para el ensamble de un turbocargador, en el que se detalla el nuevo flujo de operaciones y recorridos.

