

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL.**

ANÁLISIS Y EQUILIBRIO DE LA CARGA DE TRABAJO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECÁNICA**

JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS

DIRECTOR: CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE

DMQ, septiembre 2022

CERTIFICACIONES

Yo, JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS

julio.quinonez@epn.edu.ec

julioquinonez@yahoo.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS, bajo mi supervisión.



CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE

DIRECTORA

elizabeth.armas@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primordialmente a mis padres quienes me han apoyado desde un inicio hasta el final en todos los sentidos y a mi amada esposa e hija quienes son la motivación para ser mejor cada día, esto es por Uds. y para Uds. Los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y el agrado de culminar una etapa de mi vida. Por su gran amor, apoyo y comprensión agradezco a mis padres y a mi esposa.

A mis amigos del equipo de rugby de la Escuela Politécnica Nacional quienes hicieron mi estadía en esta emblemática institución mucho más agradable y finalmente a todos mis conocidos que por cualquiera que haya sido el motivo no pudieron continuar sus estudios, pero siempre tuvieron palabras de aliento hacia mí. Gracias totales.

Agradezco a la industria Cabarvill por abrir sus puertas y a la Ing. Armas Elizabeth por su guía y paciencia en este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| CERTIFICACIONES | I |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | II |
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | V |
| RESUMEN..... | VII |
| ABSTRACT | IX |
| 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO | 1 |
| 1.1 Objetivo general | 1 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 1 |
| 1.3 Alcance..... | 1 |
| 1.4 Marco teórico..... | 2 |
| Carga de trabajo..... | 2 |
| Jornada de trabajo..... | 3 |
| Mantenimiento | 3 |
| Horas hombre..... | 4 |
| 2 METODOLOGÍA | 6 |
| 2.1 Actividades de mantenimiento | 7 |
| 2.2 Análisis de la carga de trabajo..... | 18 |
| 2.3 Cronograma de mantenimiento equilibrado | 21 |
| Asignación de horas | 21 |
| Ingreso de datos..... | 23 |
| 3 RESULTADOS..... | 28 |
| 3.1 Resultados del cronograma de equilibrio de trabajo | 28 |
| Horas de mantenimiento..... | 28 |
| Horas efectivas..... | 29 |
| Número de técnicos..... | 31 |

| | | |
|-----|--|----|
| 3.2 | Gráfico de equilibrio de trabajo | 32 |
| 4 | CONCLUSIONES | 34 |
| 5 | RECOMENDACIONES | 35 |
| 6 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |
| 7 | ANEXOS..... | 37 |
| | Anexo I. Certificado de Originalidad..... | 38 |
| | Anexo II. Certificado Carvarbill..... | 40 |
| | Anexo III. Código qr del enlace al cronograma de equilibrio de trabajo | 40 |

RESUMEN

La industria ecuatoriana Cabarvill ubicada en el sector de la Mitad del Mundo, se dedica al diseño, construcción y montaje de estructuras metálicas en general. Cabarvill dispone de una gran variedad de equipos y maquinaria necesaria para realizar todos los proyectos solicitados de construcciones metálicas, brindando soluciones integrales, a través de la continua innovación tecnológica y de procesos, logrando beneficios para los clientes, trabajadores y accionistas, con responsabilidad social y respeto por el medio ambiente.

Cabarvill está formada por las siguientes áreas:

1. Departamento técnico.
2. Producción en taller
3. Calidad
4. Transporte

El objetivo de este proyecto es realizar la gestión de mantenimiento del área de producción (taller) en la industria Cabarvill. Para alcanzar dicho objetivo se estudia la taxonomía y criticidad de los equipos, se realiza el plan de mantenimiento basado en la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y finalmente se realiza el análisis de equilibrio de la carga de trabajo.

El tamaño del área de producción es de 80 (m²), cuenta con un aproximado de 80 equipos, y son 7 trabajadores que colaboran en dicha área.

Para realizar la taxonomía o clasificación jerárquica de los equipos del área de producción se aplicará la norma ISO 14224. Para determinar la criticidad de los equipos se utilizará un método cuantitativo, que permite clasificar los equipos en críticos, importantes y prescindibles.

Para realizar el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM en el área de producción se estudian las estrategias de mantenimiento (tipos y modelos de mantenimiento) de acuerdo con la Norma EN 13306. Además, se consideran los datos técnicos de los equipos para establecer las actividades de mantenimiento que garanticen la disponibilidad de estos.

Finalmente, para realizar el análisis y equilibrio de la carga de trabajo del área de producción se elabora un cronograma que considera los siguientes parámetros: equipos,

rutinas, frecuencia, horas hombre, número de trabajadores, modelo y tipo de mantenimiento, e indicadores de eficiencia de la industria Cabarvill

Con este proyecto los estudiantes refuerzan y aplican de manera práctica los conocimientos obtenidos en la materia de Seguridad y Mantenimiento Industrial.

PALABRAS CLAVE: carga de trabajo, equilibrio, mantenimiento.

ABSTRACT

The Ecuadorian industry Cabarvill located in the Middle of the World sector, is dedicated to the design, construction and assembly of metal structures in general. Cabarvill has a wide variety of equipment and machinery necessary to carry out all requested metal construction projects, providing comprehensive solutions through continuous technological and process innovation, achieving benefits for customers, workers and shareholders, with social responsibility and Respect for the environment.

Cabarvill is made up of the following areas:

1. Technical department.
2. Workshop production
3. Quality
4. Transportation

The objective of this project is to carry out the maintenance management of the production area (workshop) in the Cabarvill industry. To achieve this objective, the taxonomy and criticality of the equipment is studied, the maintenance plan is carried out based on the Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology and finally the balance analysis of the workload is carried out.

The size of the production area is 80 (m²), it has approximately 80 teams, and there are 7 workers who collaborate in said area.

To carry out the taxonomy or hierarchical classification of the equipment in the production area, the ISO 14224 standard will be applied. To determine the criticality of the equipment, a quantitative method will be used, which allows the equipment to be classified as critical, important and dispensable.

To carry out the maintenance plan based on the RCM methodology in the production area, maintenance strategies (types and maintenance models) are studied in accordance with Standard EN 13306. In addition, the technical data of the equipment is considered to establish the maintenance activities that guarantee their availability.

Finally, to carry out the analysis and balance of the workload of the production area, a schedule is drawn up that considers the following parameters: equipment, routines, frequency, man hours, number of workers, model and type of maintenance, and efficiency indicators of the Cabarville industry.

With this project, students reinforce and apply in a practical way the knowledge obtained in the field of Safety and Industrial Maintenance.

KEYWORDS: workload, balance, maintenance.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El equilibrio de la carga de trabajo otorga al técnico un mejor desarrollo de sus actividades durante la jornada laboral, ya sea diaria, semanal, mensual, etc. De esta manera el técnico evita atarearse en una sola o pocas actividades que dejan a sus siguientes días laborales saturados, haciendo que su eficiencia laboral se vea reducida y que la fatiga o estrés laboral incrementen.

Por tal motivo se ha propuesto desarrollar este componente el cual tiene como objetivo realizar el análisis y equilibrio de la carga de trabajo de la industria Cabarvill y así mejorar su sistema de mantenimiento industrial, aprovechar de manera eficiente al personal con el fin de mejorar su producción.

1.1 Objetivo general

Realizar el análisis y equilibrio de carga de trabajo

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar actividades del personal de mantenimiento del área de producción de la industria.
2. Analizar la carga de trabajo.
3. Elaborar un cronograma que determine el equilibrio de la carga de trabajo.

1.3 Alcance

El área de producción de la industria Cabarvill tiene aproximadamente 80 m² y sus trabajadores en dicha área son siete, este número puede variar según la necesidad de la industria para cubrir la demanda. Para el análisis de la carga de trabajo y su equilibrio se elabora un cronograma con un periodo de 52 semanas. La información (tipos de equipos, rutinas, frecuencia, horas hombre, número de trabajadores, modelo y tipo de mantenimiento, indicadores de eficiencia, entre otros) se obtendrá del plan de mantenimiento basado en la metodología RCM y del levantamiento de datos en campo. La carga de trabajo analizada está limitada a lo que equipos, máquinas y a lo que máquinas herramientas se refiere, exceptuando el equipo automotriz de la industria.

1.4 Marco teórico

A continuación, se presentan los conceptos teóricos más importantes para el desarrollo de este componente.

Carga de trabajo

La carga de trabajo, también conocida como carga laboral, se define como el conjunto de necesidades psicológicas y fisiológicas a los que se encuentra sometido un trabajador durante la jornada laboral. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la carga de trabajo deriva a una sobrecarga de rol que la determina como: “un conflicto trabajo-familia, donde el tiempo es muy corto para desarrollar actividades tanto de trabajo como de familia”. [1]

Durante épocas del año donde el consumo es masivo las industrias se ven obligadas a duplicar o triplicar su producción, lo que significa un aumento en el trabajo tanto para las maquinarias, así como para los trabajadores. En este punto se llega a tener una sobrecarga laboral, lo cual se hizo evidente durante la revolución industrial, huelgas para mejorar las condiciones laborales y disturbios fueron las principales formas de protesta para reducir las jornadas laborales a 8 horas diarias. [2]

Posteriormente con la globalización y la competitividad del mercado, se fueron creando industrias tipo modelos de negocio donde se ponía en marcha las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año. Todos estos cambios desembocaron en lo que se denomina la intensidad del trabajo, donde la presión por alcanzar objetivos y deberes son causantes de mala producción. [2]

El mantenimiento de las máquinas en una empresa o industria debe ser de manera moderada y con intensidad racional, esto quiere decir que se debe operar de manera planificada y con una periodicidad que no resulte en lo absurdo. Para ello es necesario revisar las recomendaciones del fabricante y contar con el personal capacitado para realizar el mantenimiento. [3]

La falta de planificación o la no actualización de ella puede provocar fallos en la cadena de producción en la que se ejecuta y sobre todo en un exceso de trabajo para sus empleados, haciendo que su desempeño y rendimiento en sus acciones sea bajo o en algunos casos consuman tiempo valioso para la empresa en tareas innecesarias.

Jornada de trabajo

La jornada de trabajo es un elemento muy importante dentro de una industria, las jornadas de trabajo se pueden dar en varios turnos. La importancia en la jornada laboral radica en que, si tenemos una empresa que trabaja a una sola jornada (ocho horas diarias) y una de las máquinas se estropea, se puede recuperar la producción perdida alargando la jornada de trabajo en los siguientes días, y así la pérdida comercial será la mínima [4].

Por otra parte en las empresas que trabajan a dos o tres jornadas; es decir, las empresas conocidas como 24/7 en caso de que alguna de sus máquinas sufran algún daño o desperfecto la pérdida sería mucho más grande, ya que el personal que trabaja en esa máquina en la siguiente jornada no podrá trabajar, y la producción no se podrá recuperar tan fácilmente como en la de una sola jornada, debido a que el trabajador de la doble jornada no puede alargar la misma, por lo que se obtiene un atraso en la producción. [5]

La jornada laboral no puede llegar a ser el cien por ciento efectiva, ya que se calcula en base a la efectividad de los técnicos; por lo tanto, siempre existirá un porcentaje de error humano, a esas horas en las que el trabajo es productivo se les denominan horas efectivas. Las horas efectivas semanales (HES) se calculan mediante la Ecuación 1.1, e indican las horas en las que el trabajo será realizado con una alta eficiencia por parte del técnico de mantenimiento y se calculan en base a la jornada laboral semanal de los técnicos de mantenimiento y su efectividad en la industria al momento de realizar su labor [5].

$$HES = H \cdot E$$

Ecuación 1.1. Cálculo de horas efectivas semanales, [5].

Donde:

- H : (h) jornada laboral semanal
- E : (%) eficiencia de un técnico
- HES : (h) horas efectivas semanales

Mantenimiento

Mantenimiento son todas aquellas acciones que se deben tomar para mantener en un estado óptimo los equipos, para prevenir fallas o disminuir el riesgo de fallas, recuperar el

desempeño y garantizar la vida útil de la maquinaria. Existen diferentes tipos de mantenimiento: predictivo, preventivo, correctivo y reactivo [7].

El mantenimiento preventivo y correctivo caben dentro del mantenimiento en relación a las fallas, daños o detenciones y se definen de la siguiente manera: el mantenimiento preventivo es aquel que se lo realiza antes de que se produzca una falla y el mantenimiento correctivo es aquel que se realiza después de que se produzca una falla [8].

Si bien, ambos son necesarios, es de suma importancia establecer dentro del plan de mantenimiento, tanto las rutinas a realizar como las horas que ocupará el conjunto de actividades a realizar, o a su vez establecer un tipo de relación entre estos dos tipos de mantenimiento.

La relación de mantenimiento preventivo-correctivo, se basa en dar una holgura de horas libres fuera del mantenimiento preventivo; es decir, dejar espacio para el mantenimiento correctivo en caso de que este se requiera, se toma como referencia las ordenes de trabajo que ha realizado el técnico con un mínimo de 3 meses, se recomienda un porcentaje entre el 25% y 40% y se calcula usando la Ecuación 1.2.

$$M_{CO} = M_{PRE} \cdot R_{C-P}$$

Ecuación 1.2. Cálculo de horas de mantenimiento correctivo, [8].

Donde:

- M_{PRE} : (h) mantenimiento preventivo
- R_{C-P} : (%) relación preventivo-correctivo
- M_{CO} : (h) mantenimiento correctivo

Horas hombre

Las horas hombre sirven para calcular el esfuerzo que un trabajador realiza al momento de desempeñar sus actividades de rutina y miden la cantidad de tiempo que emplea un trabajador realizando su actividad dentro de una industria. Es importante que las horas hombre se tomen de forma ininterrumpida, ya que no incluyen pausas para comer, ir al baño o descanso. [9]

Los proyectos a menudo se desarrollan con un presupuesto y es importante determinar las horas hombre requeridas, ya que el componente mano de obra conforma una gran parte de los trabajos. Por tanto, en cualquier proyecto el cálculo de las estimaciones de

cantidad de trabajo u hora hombre permitirá obtener una alta precisión en términos de tiempo y de coste de la mano de obra [10]. Una forma rápida de calcular el número de personas requeridas para un trabajo es mediante la Ecuación 1.3:

$$T = \frac{H_{MAX}}{HES}$$

Ecuación 1.3. Cálculo de técnicos necesarios, [10].

Donde:

- H_{MAX} : (h) horas de trabajo máximo
- HES : (h) horas efectivas semanales
- T : Técnicos necesarios para mantenimiento

2 METODOLOGÍA

El análisis y equilibrio de la carga de trabajo se basó en una investigación aplicada y de campo, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, específicamente se aplicaron conocimientos de Maquinas Eléctricas, Fundamentos de Máquinas Eléctricas y Seguridad y Mantenimiento Industrial.

Primeramente, se realizó una visita de campo para el levantamiento de información (número de trabajadores, equipos, actividades de mantenimiento) en la industria Cabarvill. Esta información refleja el actual estado de la empresa en cuanto al mantenimiento del área de producción.

Con esta información brindada por el gerente y los técnicos de mantenimiento de la empresa, se determinó cada una de las actividades que se realizan, dado que la empresa no posee un plan de mantenimiento para dicha área, no se realizó el análisis de la carga de trabajo actual, pues para ello es necesario conocer sus equipos, rutinas, frecuencia y números de operadores.

De acuerdo con el nuevo plan de mantenimiento basado en metodología RCM y tomando en cuenta las actividades de mantenimiento, rutinas, frecuencias, etc., se realizó el análisis de la carga de trabajo mediante el cronograma de equilibrio de la carga de trabajo desarrollado en el *software* Excel, el cual contiene una tabla donde se analiza e ingresa los datos obtenidos y arroja una gráfica del equilibrio de trabajo. Este cronograma visibiliza la correcta distribución, tanto de actividades de mantenimiento como de las horas empleadas.

El cronograma comprende lo siguiente: equipos, rutinas, frecuencias de mantenimiento, horas hombre y tipo de mantenimiento.

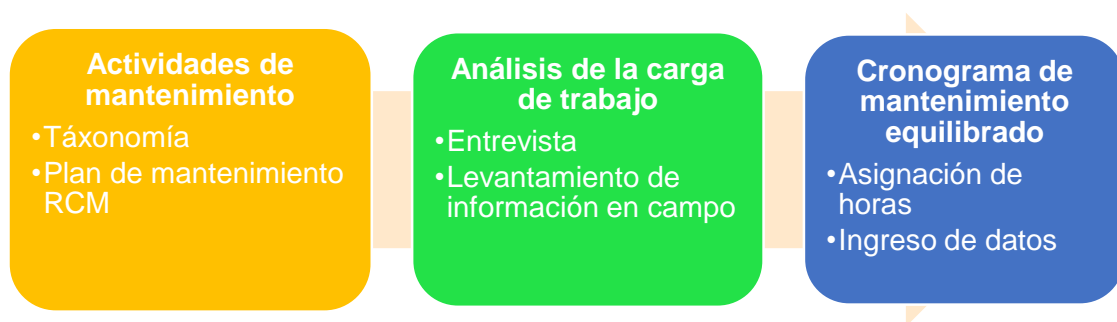


Figura 2.1. Esquema de la metodología

2.1 Actividades de mantenimiento

El presente proyecto está conformado por tres componentes:

- Estudio de taxonomía y criticidad de los equipos del área de producción de la industria Cabarvill.
- Plan de mantenimiento basado en la Metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) para el área de producción de la industria Cabarvill.
- Análisis y equilibrio de la carga de trabajo.

El primer componente es el encargado de realizar la taxonomía de los equipos del área de mantenimiento y la criticidad de cada uno de ellos. De este componente se tomaron las máquinas y los códigos descritos para cada una de las máquinas del área de producción. El segundo componente contiene el plan de mantenimiento basado en metodología RCM, del cual se tomaron las actividades de rutina descritas para cada máquina. Con estos datos se logró elaborar las siguientes tablas según el sistema al que pertenecen tal y como se muestra en las siguientes tablas: Tabla 2.1, Tabla 2.2, Tabla 2.3 y Tabla 2.4.

Tabla 2.1. Actividades de mantenimiento en el sistema de corte

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|------------------------|---|
| CV-AP-CO-EAD1 | Amoladora 4" | "SEMANAL *Comprobar el buen estado de las conexiones eléctricas y las baterías de los equipos. *Verificar que no exista pérdida de potencia. *Comprobar la limpieza y el correcto estado del equipo. |
| CV-AP-CO-EAM1 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM2 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM3 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM4 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM5 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM6 | Amoladora 7" | MENSUAL *Comprobar el estado de los carbones y fusibles" |
| CV-AP-CO-MAN1 | Atornillador neumático | "DIARIA *Comprobar si no existen impurezas dentro de la herramienta. *Comprobar que la herramienta tenga la velocidad correcta. *Verificar si el filtro no tiene ningún tipo de impureza. *Verificar que no haya fugas de aire en la carcasa. *Verificar que la herramienta no realice sonidos anormales. *Verificar si no existen fugas de aire. |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|------------------------|--|
| CV-AP-CO-MAN2 | Atornillador neumático | <p>*Comprobar si la carcasa esta firme.</p> <p>SEMANAL</p> <p>*Verificar la lubricación de la herramienta. *Verificar si la herramienta no cuenta con un rozamiento abrasivo entre las piezas. *Asegurarse que ningún componente mecánico este en juego o cause obstrucción.</p> |
| CV-AP-CO-MAN3 | Atornillador neumático | <p>MENSUAL</p> <p>*Verificar si los mecanismos internos se encuentran lubricados, limpios y secos.</p> |
| CV-AP-CO-MCZ1 | Cizalla | <p>DIARIA</p> <p>*Verificar que todas las partes se muevan de manera normal.</p> <p>SEMANAL</p> <p>*Comprobar que se realicen cortes rectos.</p> <p>MENSUAL</p> <p>*Comprobar que la zapata no este doblada ni con presencia de fisuras.</p> |
| CV-AP-CO-ECL1 | Caladora | <p>DIARIA</p> <p>*Comprobar que la batería o el cableado eléctrico se encuentren en buen estado. *Comprobar si la potencia de la caladora es la indicada.</p> <p>SEMANAL</p> <p>*Comprobar el buen funcionamiento de la cuchilla. *Verificar que la cuchilla no está doblada.</p> <p>MENSUAL</p> <p>*Verificar que la guía y el riel tengan un ángulo recto.</p> |
| CV-AP-CO-ECM1 | Cortadora para madera | <p>DIARIA</p> <p>*Comprobar que los elementos móviles tengan una buena sujeción. *Verificar que la sierra de corte no genere ruidos anormales *Comprobar el buen estado del cableado eléctrico.</p> <p>SEMANAL</p> <p>*Revisar si el <i>software</i> es el correcto *Verificar el estado de los rieles y los sistema de guías.</p> |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|-----------------------------|--|
| CV-AP-CO-ECS1 | Cortadora de plasma | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que los elementos se encuentren en perfecto estado antes de realizar algún tipo de proceso. *Comprobar que el amperaje y el gas sea el indicado. *Comprobar que no existan fugas en el gas. *Comprobar que no existan impurezas en la antorcha. *Comprobar que el amperaje sea el indicado. |
| CV-AP-CO-ECS2 | Cortadora de plasma | <ul style="list-style-type: none"> *Verificar si el arco eléctrico tiene el largo adecuado. *Comprobar que la conexión entre la antorcha y la cortadora encaje perfectamente. *Verificar que la salida de gas y los niveles de refrigerante sean los correctos. *Verificar que el sistema de aire este limpio. <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que no existan obstrucciones en los filtros de aire. |
| CV-AP-CO-EER1 | Esmeril | <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar el buen estado del cableado eléctrico. *Comprobar si el interruptor funciona de manera adecuada. *Comprobar si los carbones del motor o el condensador estén en buen estado. |
| CV-AP-CO-MLN1 | Lijadora de cinta neumática | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar las conexiones de entrada y salida de aire. *Verificar la correcta limpieza del equipo. *Revisar el estado de la hoja lija. |
| CV-AP-CO-ELC1 | Lijadora de cinta | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar la limpieza de la superficie y del equipo antes de iniciar algún proceso. *Revisar el estado de las conexiones eléctricas o baterías de los equipos. |
| CV-AP-CO-ELO1 | Lijadora orbital | <ul style="list-style-type: none"> *Verificar el estado de las lijas. *Revisar el estado de los fusibles de los equipos. |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|----------------------|---|
| CV-AP-CO-EMC1 | Máquina CNC | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar los niveles de tensión de entrada si son los adecuados. *Comprobar el buen estado y la limpieza adecuada de la antorcha de corte. *Revisar si no hay fugas en las válvulas y las mangueras de transporte de gas. <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar si el <i>software</i> es el correcto *Verificar el estado de los rieles y los sistemas de guías <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar que las conexiones de entrada y salida del controlador estén en buen estado *Revisar las conexiones eléctricas de entrada y salida del equipo. |
| CV-AP-CO-EMR1 | Máquina roscadora | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar la limpieza y buena lubricación del equipo. *Revisar el buen estado de las conexiones eléctricas. *Verificar el uso de tuberías correctas al realizar trabajos. *Verificar el estado los componentes eléctricos del equipo. |
| CV-AP-CO-EPI1 | Pistola de impacto | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar si no existe ningún ruido anormal en el equipo. *Verificar que las tomas de aire de entrada y de salida estén correctamente conectadas. *Verificar que no exista pérdida de fuerza. |
| CV-AP-CO-EPI2 | Pistola de impacto | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar la limpieza correcta evitando el uso de lubricantes o similares. <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que los componentes sean los indicados por el fabricante. |
| CV-AP-CO-MPC1 | Pistola lanza clavos | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar si la herramienta se encuentra asegurada. *Comprobar que la tira de encuentre llena. *Comprobar que los pistones se encuentren en buen estado y limpios. *Comprobar que el equipo se encuentre asegurado sin piezas flojas. |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|---------------------|---|
| | | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que el pistón se encuentre en buen estado. *Comprobar que el cuerpo de la maquina este asegurado y no existan piezas salidas o flojas. *Verificar si la máquina no posee ninguna pérdida de energía. *Verificar si el pistón tiene algún tipo de fisura. <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que el pistón y el elemento de fijación estén alineados correctamente. |
| CV-AP-CO-EPD1 | Pulidora | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar el estado de la batería o el cableado involucrado. <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar si la máquina tiene perdidas de potencia. |
| CV-AP-CO-MPN1 | Pulidora neumática | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar si el rodamiento no posee suciedad o grasa. *Verificar que no exista polvo o partículas extrañas en la columna de elevación. *Verificar si el equipo realiza sonidos internos anormales. |
| CV-AP-CO-MGN1 | Grapadora neumática | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar que se trabaje con la presión indicada. *Comprobar que se usen las grapas recomendadas por el fabricante. *Verificar que las grapas no se encuentren dobladas o rotas. *Verificar que no se encuentre polvo o partículas extrañas en los resortes. |
| CV-AP-CO-MGN2 | Grapadora neumática | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar si existe falta de presión en el equipo. *Comprobar que la goma este en su lugar y no presente ningún tipo de desgaste o rotura *Comprobar que el sistema de carga y la grapadora estén fijados correctamente. |
| CV-AP-CO-ESC1 | Sierra de cinta | <p>DIARIO</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar el buen estado de las conexiones eléctricas de entrada y salida del equipo. *Revisar el estado y la limpieza del |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|----------------------|--|
| | | <p>equipo. *Verificar que no exista juego entre las piezas de la máquina.</p> <p>SEMANTAL *Verificar que se mantengan las guías limpias y reducir la presión de corte *Verificar que la tensión de la hoja sea la indicada, respecto al su uso y al espesor de la sierra. *Revisar si la presión y el calibre de la sierra es la indicada para el trabajo. *Comprobar que no exista un llenado superior al 75% de aserrín o astillas.</p> |
| CV-AP-CO-ETL1 | Taladro | <p>DIARIA *Revisar el estado de la batería o los cables de poder. *Verificar si el equipo se encuentra limpio. *Verificar si el equipo se encuentra completamente asegurado.</p> |
| CV-AP-CO-ETL2 | Taladro | |
| CV-AP-CO-ETL3 | Taladro | <p>SEMANTAL *Comprobar que el equipo mantenga su potencia.</p> |
| CV-AP-CO-ETL4 | Taladro | <p>MENSUAL *Verificar el estado de sus carbones.</p> |
| CV-AP-CO-ETP1 | Taladro de pedestal | <p>SEMANTAL *Comprobar que el eje se encuentre en una posición recta.</p> |
| CV-AP-CO-ETP2 | Taladro de pedestal | <p>MENSUAL *Revisar los carbones del motor. *Revisar si el eje y la broca no presenten algún tipo de fisura. *Comprobar que los componentes mecánicos se encuentren en buen estado.</p> |
| CV-AP-CO-ETA1 | Taladro atornillador | <p>DIARIA *Verificar si el equipo se encuentra limpio. *Comprobar que el equipo tenga fijadas a sus partes.</p> |
| CV-AP-CO-ETA2 | Taladro atornillador | <p>SEMANTAL *Comprobar que el equipo mantenga su potencia.</p> |
| CV-AP-CO-ETI1 | Taladro de impacto | <p>MENSUAL *Verificar el estado de sus carbones.</p> |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|--------------------------|--|
| CV-AP-CO-ETE1 | Taladro electromagnético | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que estén en buen estado las conexiones eléctricas *Comprobar que no exista suciedad, polvo o partículas extrañas en la transmisión o en el husillo de taladrar. *Verificar visualmente que exista el nivel de refrigerante necesario. <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar el buen estado del fusible. *Verificar si la placa del conductor se encuentra en buen estado. *Verificar que la llave y la transmisión permanezcan en ángulo recto. |
| CV-AP-CO-ETE2 | Taladro electromagnético | <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar si las escobillas o carbones se encuentran en buen estado. *Comprobar si la cabeza de perforación no presenta fisuras, desgaste o roturas. *Comprobar el funcionamiento de la red electromagnética. *Verificar que el sensor este calibrado en función de la retención. *Comprobar si existe contacto en el interruptor. *Verificar que no exista desgaste en brocas. |
| CV-AP-CO-EPT1 | Pintadora | <p>SEMANTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar la limpieza del equipo exterior e interiormente. *Verificar el estado y la limpieza de las salidas de pintura. *Verificar los niveles de pintura. *Revisar la presión de trabajo del equipo. |
| CV-AP-CO-EPT2 | Pintadora | |
| CV-AP-CO-ETZ1 | Tronzadora | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Revisar el estado de la batería o los cables de poder. *Verificar que no exista polvo o exceso de suciedad en el equipo. <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que los carbones estén en buen estado. |

Tabla 2.2. Actividades de mantenimiento en el sistema de compresión

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|-----------------------|--|
| CV-AP-CP-ECN1 | Compresor de pistón | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada *Comprobar que el motor arranque cuando baje la presión del tanque. *Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor *Verificar que no se sobrecaliente el compresor. *Verificar que no haya partículas de aceite en la línea de aire. *Comprobar que no existan ruidos anormales en el equipo *Comprobar que no exista fugas de aire en conexiones, mangueras o tubos. |
| CV-AP-CP-ECN2 | Compresor de pistón | <p>SEMANAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar el nivel correcto de aceite a través del medidor. *Comprobar la limpieza de los filtros, elementos separadores y entradas de aire. *Comprobar que no exista juego entre las piezas. *Verificar que no exista juego entre componentes de los medios de sujeción *Verificar que los filtros y las salidas de aire no estén obstaculizadas. *Comprobar que la correa tenga la tensión adecuada y no tenga ningún rozamiento. |
| CV-AP-CP-ECN3 | Compresor de pistón | <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar la continuidad de los elementos eléctricos. *Comprobar que no exista agua del tanque pulmón. *Comprobar el estado de los filtros de aire. *Verificar que no existan fugas en el tanque pulmón ni en la red neumática. *Verificar la calidad del aceite del compresor. *Comprobar que el equipo no tenga fisuras. *Comprobar el estado del empaque y el resorte interno. |
| CV-AP-CP-ECN4 | Compresor de pistón | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor *Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada *Comprobar que el aire saliente no tenga |
| CV-AP-CP-ECN5 | Compresor de pistón | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor *Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada *Comprobar que el aire saliente no tenga |
| CV-AP-CP-ECT1 | Compresor de tornillo | <p>DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> *Inspección visual si no existen fugas de aceite en el compresor *Comprobar que el manómetro del compresor funcione de manera correcta y marque la presión adecuada *Comprobar que el aire saliente no tenga |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|--------|--------|--|
| | | <p>una temperatura alta.</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar que no existan fugas de aire en conexiones, mangueras o tubos. *Comprobar que no haya un ruido anormal en las juntas de tornillo. *Verificar que no haya partículas de aceite en la línea de aire. *Verificar que no se sobrecaliente el compresor. <p>SEMANAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Verificar que los filtros y las salidas de aire no estén obstaculizadas. *Comprobar el nivel correcto de aceite a través del medidor. *Verificar si la válvula libera la presión en relación a la presión de trabajo del compresor. *Comprobar la limpieza de los filtros, elementos separadores y entradas de aire. *Comprobar que la correa tenga la tensión adecuada y no tenga ningún rozamiento. <p>MENSUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> *Comprobar el estado de los filtros de aire. *Verificar el correcto funcionamiento de la válvula de admisión, resortes, sellos y de las válvulas de solenoides de apertura y descarga. *Verificar el estado de los empaques de la válvula y resortes. *Comprobar la continuidad de los elementos eléctricos. *Comprobar que no exista agua del tanque pulmón. *Verificar la calidad del aceite del compresor. |

Tabla 2.3. Actividades de mantenimiento en el sistema de generación

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|------------------------------|---|
| CV-AP-GE-EGD1 | Generador combustible diésel | "DIARIA *Verificar que las protecciones eléctricas estén en buen estado. *Verificar que exista el nivel correcto de combustible. *Comprobar que el cableado siempre este en el lugar correcto. |
| CV-AP-GE-EGD2 | Generador combustible diésel | SEMANAL *Comprobar que los fusibles estén en buen estado. *Comprobar si el generador tiene un aumento anormal de temperatura. *Comprobar que los filtros de aire no estén obstruidos. |
| CV-AP-GE-EGD3 | Generador combustible diésel | MENSUAL *Verificar que la batería cuenta con la carga correcta. |

Tabla 2.4. Actividades de mantenimiento en el sistema de soldadura

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|---------------|---------------|---|
| CV-AP-SO-ECB1 | Cabezal | DIARIA *Revisar la tensión que entra al equipo. |
| CV-AP-SO-ECB2 | Cabezal | *Verificar que las protecciones eléctricas de los sistemas deben estar en buen estado. |
| CV-AP-SO-ECB3 | Cabezal | *Verificar que no existan sonidos anormales dentro del equipo. |
| CV-AP-SO-ECB4 | Cabezal | *Comprobar que la máquina no se sobrecaliente. |
| CV-AP-SO-ECB5 | Cabezal | *Comprobar que la pistola se encuentre limpia. |
| CV-AP-SO-ECB6 | Cabezal | *Verificar si el paso de gas y de material es normal. |
| CV-AP-SO-ECB7 | Cabezal | SEMANAL *Verificar que las protecciones eléctricas estén en buen estado. |
| CV-AP-SO-ECB8 | Cabezal | *Comprobar que el ventilador se encuentre limpio y libre de partículas. |
| CV-AP-SO-ECB9 | Cabezal | *Verificar que el eje se encuentre fijo. |
| CV-AP-SO-ERF1 | Refrigerador | DIARIA *Comprobar que las entradas de corriente y de tensión sean las indicadas. |
| CV-AP-SO-ERF2 | Refrigerador | *Comprobar que las conexiones de agua no presenten fugas. *Comprobar si el cable de poder se encuentra en buen estado. *Comprobar que la máquina no se sobrecaliente. *Verificar que no existan sonidos anormales dentro del equipo. |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|----------------|---------------|---|
| CV-AP-SO-ERF3 | Refrigerador | *Verificar si el refrigerante se encuentra en el nivel adecuado. |
| CV-AP-SO-ERF4 | Refrigerador | SEMANAL *Verificar el correcto funcionamiento del interruptor y su conexión. *Comprobar si la pistola se encuentra sin impurezas o partículas extrañas. |
| CV-AP-SO-ERF5 | Refrigerador | *Comprobar que el ventilador se encuentre libre de impurezas. |
| CV-AP-SO-ERF6 | Refrigerador | *Verificar que los componentes eléctricos se encuentren correctamente conectados. |
| CV-AP-SO-ERF7 | Refrigerador | MENSUAL *Verificar que las abrazaderas y tornillos no presenten oxido o desgaste. *Verificar si el radiador se encuentra en buen estado. |
| CV-AP-SO-ERF8 | Refrigerador | *Revisar los ventiladores de las bombas si no posee ninguna impureza. *Comprobar el estado de los carbones del motor. |
| CV-AP-SO-ERF9 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ESD1 | Soldadora | DIARIA |
| CV-AP-SO-ESD2 | Soldadora | *Comprobar que exista la tensión adecuada en la toma de corriente. |
| CV-AP-SO-ESD3 | Soldadora | *Verificar si el equipo necesita una entrada de 110 v o 220v. |
| CV-AP-SO-ESD4 | Soldadora | *Comprobar que la máquina no se sobrecaliente. |
| CV-AP-SO-ESD5 | Soldadora | *Comprobar que las pinzas, porta electrodos y/o pistolas no se encuentren desgastados o en mal estado. |
| CV-AP-SO-ESD6 | Soldadora | *Verificar si el diámetro del cable es el indicado para usar. |
| CV-AP-SO-ESD7 | Soldadora | *Verificar que no existan sonidos anormales dentro del equipo. |
| CV-AP-SO-ESD8 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD9 | Soldadora | SEMANAL |
| CV-AP-SO-ESD10 | Soldadora | *Verificar que el equipo tenga siempre los sistemas de protección en buen estado. |
| CV-AP-SO-ESD11 | Soldadora | *Comprobar que exista un circuito de potencia en buen estado. |
| CV-AP-SO-ESD12 | Soldadora | *Verificar que el ventilador se encuentre libre de polvo o suciedad. |
| CV-AP-SO-ESD13 | Soldadora | *Comprobar si el cableado eléctrico presenta daños o desgaste en las conexiones. |
| CV-AP-SO-ESD14 | Soldadora | *Comprobar que exista flujo de refrigerante en el equipo. |
| CV-AP-SO-ESD15 | Soldadora | *Verificar la limpieza del equipo. |
| CV-AP-SO-ESD16 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD17 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD18 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD19 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD20 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD21 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD22 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD23 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD24 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD25 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD26 | Soldadora | |

| CÓDIGO | EQUIPO | ACTIVIDADES |
|----------------|-----------|--|
| CV-AP-SO-ESD27 | Soldadora | MENSUAL *Comprobar que todos los interruptores del equipo funcionen de manera adecuada. |
| CV-AP-SO-ESD28 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD29 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD30 | Soldadora | |

2.2 Análisis de la carga de trabajo

En el cumplimiento de los objetivos de este componente, se realizó una visita técnica a la industria donde se conocieron las instalaciones de la industria (Figura 2.2).



Figura 2.2. Taller de mantenimiento del área de producción

Se realizaron tres encuestas, la primera encuesta consta de ocho preguntas, a los técnicos encargados del mantenimiento en el área de producción detallada en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Encuesta realizada a los técnicos de la empresa Cabarvill

| ÁREA DE PRODUCCIÓN - CABARVILL | |
|---|--|
| Técnicos encuestados | 2 |
| ¿Cuál es el área del taller? | 80 m ² |
| ¿De cuántas horas semanales consiste su jornada laboral? | 40 horas semanales |
| ¿Cuáles son los sistemas a los que se les da mantenimiento? | Sistema de generación Sistema de soldadura Sistema de compresión Sistema de corte |

| ÁREA DE PRODUCCIÓN - CABARVILL | |
|--|---|
| ¿Cuáles son las máquinas o herramientas del sistema de corte? | Amoladora Atornillador neumático Cortadora de plasma Esmeril Pistola de impacto Pulidora Grapadora neumática Taladro Caladora Tronzadora |
| ¿Cuáles son las máquinas o herramientas del sistema de compresión? | Compresores |
| ¿Cuáles son las máquinas o herramientas del sistema de generación? | Generadores |
| ¿Cuáles son las máquinas o herramientas del sistema de soldadura? | Soldadora MIG MAG Soldadora MIG TIC Soldadora MMA Soldadora TIC Soldadora trifásica |

Los técnicos encuestados y que realizan el mantenimiento a los diferentes equipos son dos, uno de ellos tiene como objetivo realizar únicamente mantenimiento durante toda su jornada laboral. El otro técnico realiza mantenimiento y también es técnico operativo de la empresa, por lo que su actividad durante la jornada laboral se reparte de acuerdo con la necesidad del taller.

La segunda encuesta que se observa en la Tabla 2.6 y que describe algunas de las principales actividades de mantenimiento que suelen realizar los técnicos al momento de hacer el mantenimiento a los equipos.

Tabla 2.6. Actividades de mantenimiento para los distintos sistemas del área de producción

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO | | |
|------------------------------|------------------------|--|
| Sistema | Máquina | Actividades de mantenimiento |
| Sistema de corte | Amoladora | - Comprobar el estado de los carbones |
| | Atornillador neumático | - Comprobar si el compresor funciona de manera correcta - Lubricar la herramienta de manera constante |
| | Cortadora de plasma | - Comprobar que no existan obstrucciones en los filtros de aire |
| | Esmeril | - Verificar si no existe algún cable dañado o en mal estado. - Comprobar si los carbones o el condensador están en buen estado. |
| | Pistola de impacto | - Comprobar elementos utilizados (clavos) sean los adecuados |

| Sistema | Máquina | Actividades de mantenimiento |
|-----------------------|---------------------|--|
| | Pulidora | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar si la máquina tiene una pérdida de potencia - Revisar de manera constante el fusible del equipo |
| | Grapadora neumática | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar si no existe algún tipo de avería en el sistema de aire comprimido - Comprobar que el sistema de carga y la grapadora no presenten ningún tipo de juego en sus piezas - Verificar los sistemas de aire comprimido |
| | Taladro | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar el estado de sus carbones - Comprobar que los componentes mecánicos se encuentren en buen estado |
| | Caladora | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar que la batería se encuentre en buen estado o si el cableado no tiene ningún daño o rotura - Verificar que la cuchilla no está doblada |
| | Tronzadora | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar que los carbones estén en buen estado |
| Sistema de compresión | Compresor | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar la continuidad de los elementos eléctricos del compresor - Realizar cambios de aceite del compresor - Reemplazar los empaques - Cambiar los filtros si se encuentran llenos de aceite o polvo |
| Sistema de generación | Generador | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar que la batería cuenta con la carga correcta - Comprobar que todas las protecciones se encuentren en buen estado |
| Sistema de soldadura | Soldadora | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el equipo tenga siempre los sistemas de protección en buen estado - Comprobar que exista un circuito de potencia en buen estado - Verificar que el ventilador se encuentre libre de polvo o suciedad - Comprobar que exista flujo de refrigerante en el equipo - Verificar si no existe suciedad o grasa acumulada entre ellos |

Las actividades que realiza el personal de mantenimiento del área de producción aquí descritas fueron tomadas desde la memoria de los técnicos ya que, como anteriormente se había expuesto, la industria no posee libros de mantenimiento ni rutinas a las que el técnico pueda basarse.

Muchas de las actividades a realizar son de simple intuición; por ejemplo, una de ellas es revisar que las conexiones del equipo se encuentren en perfecto estado. Otras de las actividades de mantenimiento vienen dadas por la experiencia que se ha obtenido con el

tiempo y con el manejo de ciertos equipos, esto conlleva a encontrar las posibles fallas; por ejemplo, taladros y amoladoras, donde se recomienda revisar los carbones internos de la máquina y en algunos casos como el de los generadores, los técnicos tienen establecido un periodo de tiempo para realizar el mantenimiento de éstos, que es el cambio de aceite cada 200 horas de trabajo, este tipo de actividades vienen dados por orden del fabricante para un correcto desempeño del equipo.

2.3 Cronograma de mantenimiento equilibrado

Para el cronograma de mantenimiento equilibrado fue necesario ingresar los datos recopilados en la entrevista y datos de los componentes alternos como: taxonomía y el plan de mantenimiento RCM, y son los siguientes:

Equipo: Código de la máquina extraído de la taxonomía.

Rutina: Rutina que se realiza al equipo o los equipos; extraído del plan de mantenimiento RCM.

Frec : Frecuencia con la que se realiza el mantenimiento, en semanas.

Hos : Horas que dura el mantenimiento.

#p : Número de personas o técnicos que realizan el mantenimiento de la máquina.

h-h : Horas hombre.

Asignación de horas

Para la asignación de horas fue necesario tomar en cuenta las actividades descritas tanto en el plan de mantenimiento RCM como en la entrevista a los técnicos, pues de esta manera se obtiene una mejor apreciación de cuantas horas son necesarias para realizar el mantenimiento a los diferentes equipos.

La Tabla 2.7 compara las horas semanales estimadas para realizar el mantenimiento de las máquinas, tomando en cuenta: las rutinas que describe el plan de mantenimiento RCM (horas estimadas) y las horas descritas por un técnico del taller del área de producción de la industria Cabarvill en la tercera encuesta realizada.

Tabla 2.7. Comparación de horas semanales de mantenimiento

| EQUIPO | HORAS ESTIMADAS | HORAS DESCRITAS POR EL TÉCNICO |
|------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Amoladora | 2 | 1 |
| Atornillador neumático | 2 | 1 |
| Cizalla | 1 | 1 |

| EQUIPO | HORAS ESTIMADAS | HORAS DESCRITAS POR EL TÉCNICO |
|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Caladora | 1 | 1 |
| Cortadora para madera | 1 | 1 |
| Cortadora de plasma | 2 | 1 |
| Esmeril | 1 | 1 |
| Lijadora de cinta neumática | 1 | 1 |
| Lijadora de cinta | 2 | 1 |
| Lijadora orbital | 2 | 1 |
| Máquina CNC | 1 | 1 |
| Máquina roscadora | 2 | 1 |
| Pistola de impacto | 1 | 1 |
| Pistola lanza clavos | 1 | 1 |
| Pulidora | 1 | 1 |
| Pulidora neumática | 2 | 1 |
| Grapadora neumática | 1 | 1 |
| Sierra de cinta | 2 | 1 |
| Taladro | 2 | 2 |
| Taladro de pedestal | 2 | 1 |
| Taladro atornillador | 2 | 1 |
| Taladro electromagnético | 2 | 1 |
| Pintadora | 1 | 1 |
| Tronzadora | 1 | 1 |
| Compresor de pistón | 3 | 2 |
| Compresor de tornillo | 3 | 2 |
| Generador combustible diésel | 1 | 1 |
| Cabezal | 3 | 2 |
| Refrigerador | 3 | 2 |
| Soldadora | 3 | 6 |

Las horas descritas al igual que las actividades de mantenimiento, fueron tomadas de la memoria del técnico, siendo la que menor tiempo toma realizar mantenimiento las amoladoras y herramientas pequeñas; los generadores, soldadoras las que más tiempo toma realizar mantenimiento. Otras máquinas las cuales conllevan pocas horas para realizar el mantenimiento son equipos que no reciben un uso cotidiano, por ejemplo: la caladora, la cortadora de madera, esmeril, etc.

Las horas asignadas semanales son únicamente del mantenimiento tipo preventivo, ya que se trata de evitar que las máquinas o herramientas se averíen durante la producción; por lo tanto, para el mantenimiento correctivo se debe dejar una pequeña holgura de horas semanales en caso de que este se requiera.

Para la holgura de horas de este proyecto se usó una relación correctivo-preventivo del 35% debido a que, la industria Cavarbill presenta periodos de inactividad en cuanto a producción se refiere; es decir, no existe una demanda del servicio por lo que la

producción es casi nula y es donde los técnicos de mantenimiento se enfocan al mantenimiento de los equipos el cien por ciento de su tiempo.

Ingreso de datos

Para el ingreso de datos y elaboración del cronograma de mantenimiento equilibrado se recomienda a las empresas o industrias donde su número de máquinas o herramientas es grande, agrupar por familia de herramienta y elaborar un cronograma para cada familia; es decir, un cronograma para equipos eléctricos, cronograma para equipos mecánicos, cronograma para equipos de instrumentación, etc.

Para este caso se realizó de manera diferente, pues la industria Cavarbill no posee un número muy extenso de equipos en el área de producción, por lo que se agrupó las máquinas por tipos de equipos, sin tomar en cuenta si son mecánicos, manuales o eléctricos y sin tomar en cuenta la cantidad que esta posea, tal y como se muestra en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Agrupación de equipos

| CÓDIGO | HERRAMIENTA | GRUPO |
|---------------|-----------------------------|--------------|
| CV-AP-CO-EAD1 | Amoladora 4" | Grupo 1 |
| CV-AP-CO-EAM1 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM2 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM3 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM4 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM5 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-EAM6 | Amoladora 7" | |
| CV-AP-CO-MAN1 | Atornillador neumático | Grupo 2 |
| CV-AP-CO-MAN2 | Atornillador neumático | |
| CV-AP-CO-MAN3 | Atornillador neumático | |
| CV-AP-CO-MCZ1 | Cizalla | Grupo 3 |
| CV-AP-CO-ECL1 | Caladora | Grupo 4 |
| CV-AP-CO-ECM1 | Cortadora para madera | Grupo 5 |
| CV-AP-CO-ECS1 | Cortadora de plasma | Grupo 6 |
| CV-AP-CO-ECS2 | Cortadora de plasma | |
| CV-AP-CO-EER1 | Esmeril | Grupo 7 |
| CV-AP-CO-MLN1 | Lijadora de cinta neumática | Grupo 8 |
| CV-AP-CO-ELC1 | Lijadora de cinta | Grupo 9 |
| CV-AP-CO-ELO1 | Lijadora orbital | |
| CV-AP-CO-EMC1 | Máquina CNC | Grupo 10 |
| CV-AP-CO-EMR1 | Máquina roscadora | Grupo 11 |
| CV-AP-CO-EPI1 | Pistola de impacto | Grupo 12 |
| CV-AP-CO-EPI2 | Pistola de impacto | |
| CV-AP-CO-MPC1 | Pistola lanza clavos | Grupo 13 |
| CV-AP-CO-EPD1 | Pulidora | Grupo 14 |
| CV-AP-CO-MPN1 | Pulidora neumática | Grupo 15 |
| CV-AP-CO-MGN1 | Grapadora neumática | Grupo 16 |
| CV-AP-CO-MGN2 | Grapadora neumática | |

| CÓDIGO | HERRAMIENTA | GRUPO |
|---------------|------------------------------|--------------|
| CV-AP-CO-ESC1 | Sierra de cinta | Grupo 17 |
| CV-AP-CO-ETL1 | Taladro de mano | Grupo 18 |
| CV-AP-CO-ETL2 | Taladro de mano | |
| CV-AP-CO-ETL3 | Taladro de mano | |
| CV-AP-CO-ETL4 | Taladro de mano | |
| CV-AP-CO-ETP1 | Taladro de pedestal | Grupo 19 |
| CV-AP-CO-ETP2 | Taladro de pedestal | |
| CV-AP-CO-ETA1 | Taladro atornillador | Grupo 20 |
| CV-AP-CO-ETA2 | Taladro atornillador | |
| CV-AP-CO-ETI1 | Taladro de impacto | |
| CV-AP-CO-ETE1 | Taladro electromagnético | Grupo 21 |
| CV-AP-CO-ETE2 | Taladro electromagnético | |
| CV-AP-CO-EPT1 | Pintadora | Grupo 22 |
| CV-AP-CO-EPT2 | Pintadora | |
| CV-AP-CO-ETZ1 | Tronzadora | Grupo 23 |
| CV-AP-CP-ECN1 | Compresor de pistón | Grupo 24 |
| CV-AP-CP-ECN2 | Compresor de pistón | |
| CV-AP-CP-ECN3 | Compresor de pistón | |
| CV-AP-CP-ECN4 | Compresor de pistón | |
| CV-AP-CP-ECN5 | Compresor de pistón | |
| CV-AP-CP-ECT1 | Compresor de tornillo | Grupo 25 |
| CV-AP-GE-EGD1 | Generador combustible diésel | Grupo 26 |
| CV-AP-GE-EGD2 | Generador combustible diésel | |
| CV-AP-GE-EGD3 | Generador combustible diésel | |
| CV-AP-SO-ECB1 | Cabezal | Grupo 27 |
| CV-AP-SO-ECB2 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB3 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB4 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB5 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB6 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB7 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB8 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ECB9 | Cabezal | |
| CV-AP-SO-ERF1 | Refrigerador | Grupo 28 |
| CV-AP-SO-ERF2 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF3 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF4 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF5 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF6 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF7 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF8 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ERF9 | Refrigerador | |
| CV-AP-SO-ESD1 | Soldadora | Grupo 29 |
| CV-AP-SO-ESD2 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD3 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD4 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD5 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD6 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD7 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD8 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD9 | Soldadora | |

| CÓDIGO | HERRAMIENTA | GRUPO |
|----------------|--------------------|--------------|
| CV-AP-SO-ESD10 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD11 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD12 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD13 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD14 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD15 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD16 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD17 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD18 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD19 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD20 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD21 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD22 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD23 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD24 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD25 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD26 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD27 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD28 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD29 | Soldadora | |
| CV-AP-SO-ESD30 | Soldadora | |

La creación de los 29 grupos de máquinas significa que, se realizará el mantenimiento en grupo, ya que de no hacerlo y asignar horas y rutinas de manera independiente nos tomaría mucho tiempo valioso de trabajo, además no sería óptimo. Los grupos más grandes y con máquinas más complejas necesitan más tiempo para realizar el mantenimiento; al contrario que, los grupos con menor número de máquinas o muchas máquinas pero menos complejas, no necesitan muchas horas para su mantenimiento.

Es necesario tener en cuenta otros datos que son importantes para la distribución de la carga de trabajo, los cuales se describen en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Datos extras necesarios

| Parámetros | Cantidad |
|---------------------------------------|-----------------|
| Jornada laboral por semana | 40 (h) |
| Efectividad de un técnico | 70 (%) |
| Horas efectivas semanales | 28 (h) |
| Relación M. Correctivo- M. Preventivo | 35 (%) |

Para determinar el valor de los parámetros se tomaron las siguientes consideraciones:

La jornada laboral se tomó de la entrevista realizada a los técnicos en la Tabla 2.5. Para la efectividad de un técnico, existen diferentes factores que pueden incidir en este y de ello depende el porcentaje de error humano a cometer durante la jornada laboral, entre

los factores que modifican este porcentaje están: la experiencia del técnico, elementos tecnológicos con los que pueda distraerse (televisor, radio, celular, internet, etc.), factores físicos y psicológicos como el trabajo bajo presión. Este porcentaje suele rondar entre el 70% y 80%, para este proyecto se tomó el valor de 70% debido a que el técnico posee poca experiencia en el campo del mantenimiento; además, la empresa no posee equipos tecnológicos con los que el técnico pueda distraerse.

Las horas efectivas semanales (HES) se calcularon mediante la Ecuación 1.1, de la siguiente manera:

$$HES = H \cdot E$$

Ecuación 1.1. Cálculo de horas efectivas semanales, [5].

Donde:

- H : 40 (h) jornada laboral semanal
- E : 70 (%) eficiencia de un técnico
- HES : (h) horas efectivas semanales

Usando la Ecuación 1.1 se obtiene:

$$HES = 28 \text{ (h)}$$

La relación de mantenimiento preventivo-correctivo, se tomó el 35%, esto en base a que la industria Cavarbill posee gran parte de su maquinaria como críticamente necesaria y por la alta carga laboral que posee en temporadas altas, y se calculó usando la Ecuación 1.2.

$$M_{CO} = M_{PRE} \cdot R_{C-P}$$

Ecuación 1.2. Cálculo de horas de mantenimiento correctivo, [8].

Donde:

- M_{PRE} : 24 (h) mantenimiento preventivo
- R_{C-P} : 35 (%) relación preventivo-correctivo
- M_{CO} : (h) mantenimiento correctivo

Usando la Ecuación 1.2 se obtiene:

$$M_{CO} = 8 \text{ (h)}$$

El número de técnicos viene dado directamente por los datos ingresados en el diagrama de equilibrio de trabajo, este cálculo se muestra a continuación usando la Ecuación 1.3:

$$T = \frac{H_{MAX}}{HES}$$

Ecuación 1.3. Cálculo de técnicos necesarios, [10].

Donde:

- H_{MAX} : 32 (h) horas de trabajo máximo
- HES : 28 (h) horas efectivas semanales
- T : Técnicos necesarios para mantenimiento

Usando la Ecuación 1.3 se obtiene:

$$T = 1$$

3 RESULTADOS

Para realizar el análisis de la carga de trabajo se tomó el plan de mantenimiento basado en metodología RCM realizado en el componente anterior a éste, y se elaboró el cronograma de equilibrio de la carga de trabajo, donde se visibilizó una gráfica que muestra su equilibrio.

3.1 Cronograma de equilibrio de trabajo

Tras haber ingresado los datos necesarios anteriormente mencionados en la sección 2.3, se llenó la Tabla 3.10. Con ayuda del *software* Excel, se realizó un cronograma de equilibrio de trabajo el cual se detalla en el ANEXOS III.

Tabla 3.10. Resultados del cronograma de equilibrio de trabajo

| Parámetros | Cantidad |
|--------------------------------|-----------------|
| Horas de mantenimiento máximo | 31 (h) |
| Horas de mantenimiento mínimo | 24 (h) |
| Horas efectivas semanales | 28 (h) |
| Jornada laboral por semana | 40 (h) |
| Relación Correctivo-Preventivo | 35 (%) |
| Efectividad de un técnico | 70 (%) |
| Número de técnicos | 1 |

La Tabla 3.10 consta con información muy importante en cuanto al equilibrio de trabajo realizado, de la cual se logró analizar los siguientes parámetros:

Horas de mantenimiento

Son las horas semanales en las que el técnico se dedica a realizar el mantenimiento a los equipos asignados. La Figura 3.1 detalla la relación preventivo-correctivo descrito en la sección 2.3 de este componente para las horas de mantenimiento.

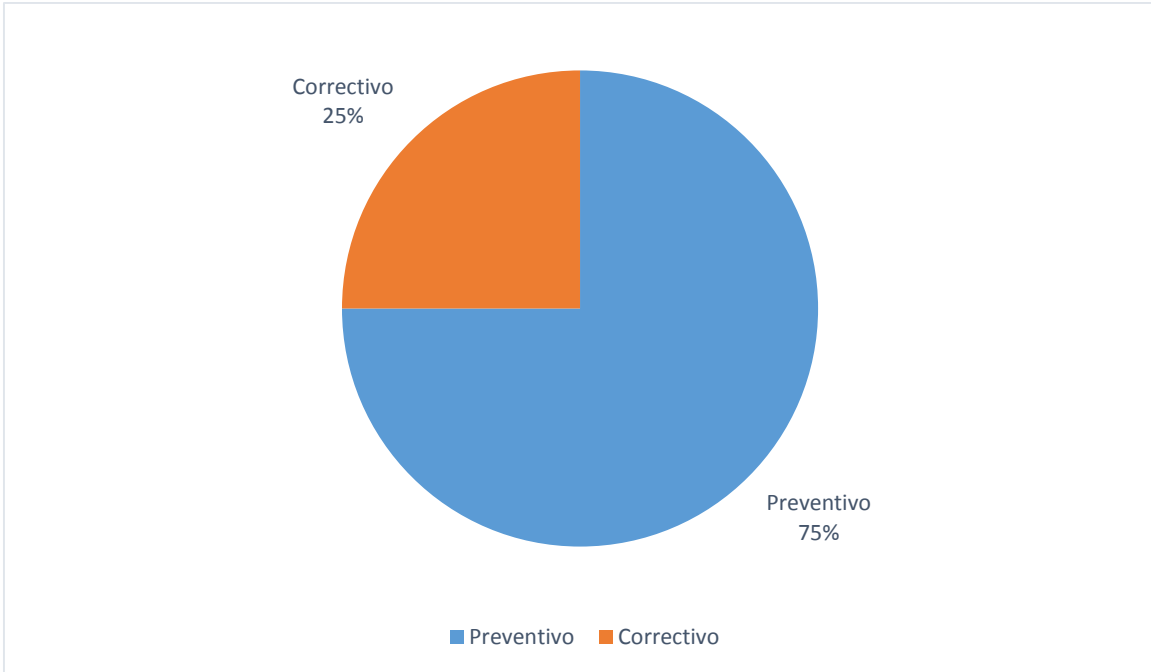


Figura 3.1. Relación preventivo-correctivo para el horario de mantenimiento

Las horas de mantenimiento máximo semanal (31 horas) está por debajo de las horas semanales de trabajo (40 horas) durante las 52 semanas para las que fue diseñado el cronograma, lo que indica que existe una pequeña flexibilidad de horario donde el técnico puede ocupar en adelantar su trabajo, retomar el trabajo incompleto o continuar con sus actividades en caso fortuito donde el mantenimiento dura más de lo necesario. Por lo que las horas totales de mantenimiento se dividen en 25% para el mantenimiento correctivo y el 75% para el mantenimiento preventivo

Horas efectivas

Para la efectividad de trabajo de un técnico se tomó el 70% por lo que la Figura 3.2 visibiliza el porcentaje máximo de horas efectivas que se lograrán a la semana de 40 horas de trabajo.

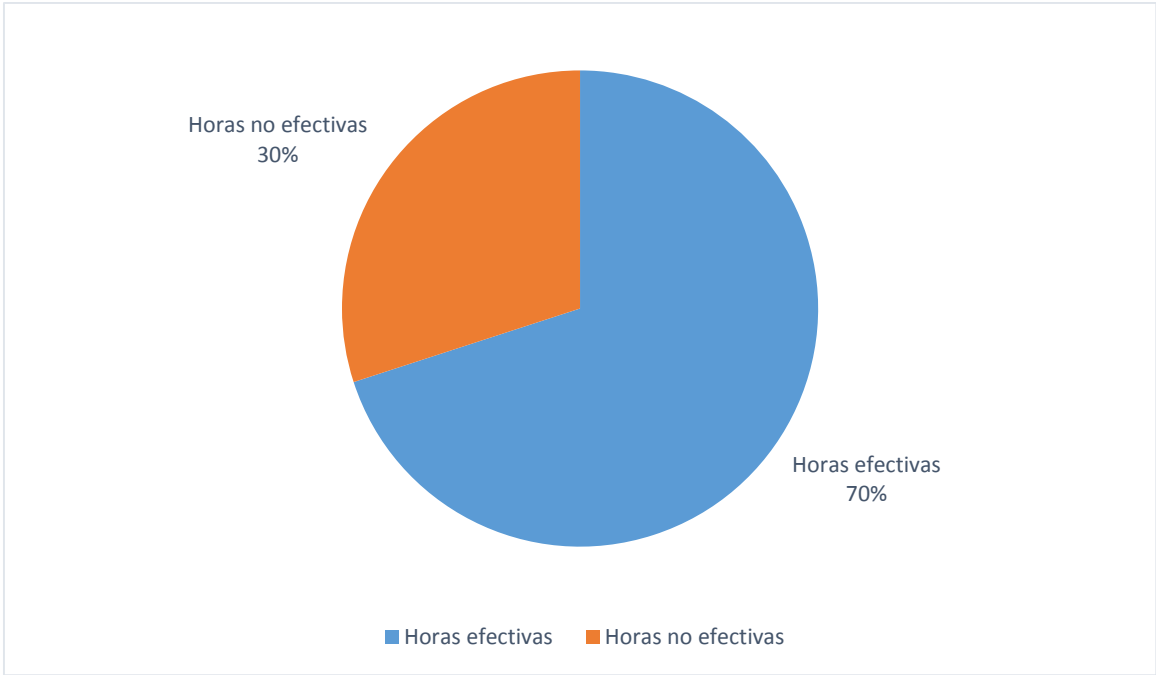


Figura 3.2. Horas efectivas del cronograma de equilibrio de trabajo

La Figura 3. muestra el porcentaje de horas de trabajo y las horas extras que se obtendrá de la jornada laboral semanal. Si bien las horas efectivas obtenidas (28 horas) son ligeramente menores que las horas máximas de trabajo (31 horas) en cualquiera de las semanas del año previsto para el equilibrio de trabajo, indica que dentro de estas horas el trabajo será desempeñado de la mejor manera con una alta eficiencia por parte de su personal.

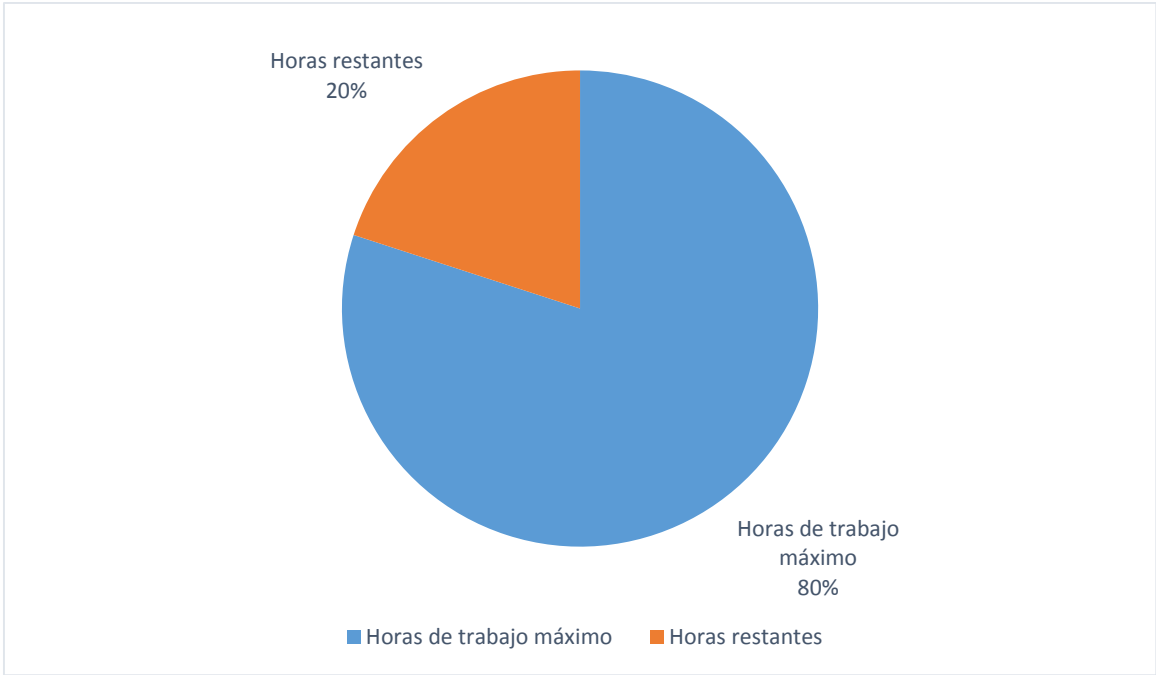


Figura 3.3. Horas de trabajo

Número de técnicos

Para este caso, el resultado de número de técnicos fue 1, indicando que, las rutinas descritas en el cronograma de mantenimiento equilibrado las puede realizar un único técnico sin alterar su horario laboral de 40 horas semanales, tal y como se puede visualizar en la Figura 3.4:

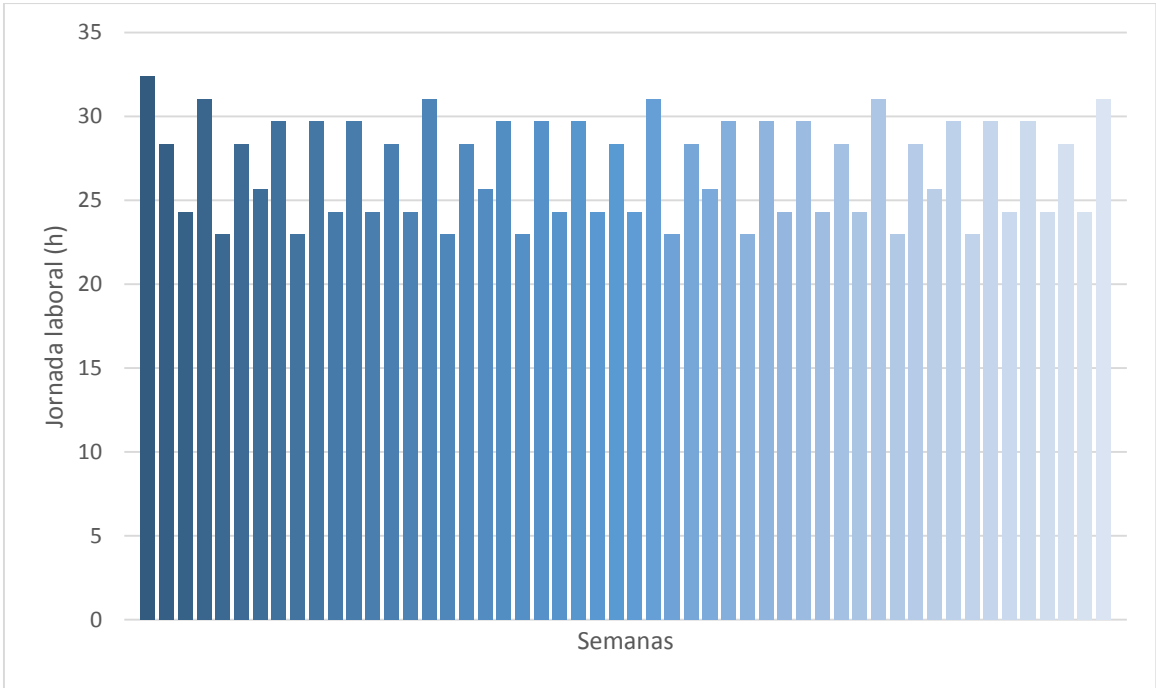


Figura 3.4. Horas de trabajo

3.2 Gráfico de equilibrio de trabajo

A continuación, se observan las diferentes fases por los que ha atravesado la gráfica de equilibrio de trabajo hasta llegar a su forma final.

La Figura 3.5 muestra la primera gráfica de equilibrio de trabajo y visualiza en primera impresión un resultado desordenado, con muchos picos altos y bajos (oscilación entre 7 y 25 horas de trabajo), esto se debe al ingreso deliberado de datos en los cuales no se ha realizado ajustes; sino, se ha ingresado los datos de horas de mantenimiento semanales para los diferentes grupos descritos en la Tabla 2.8. Se logra observar que no existe ningún equilibrio, pues lo que desea lograr es una uniformidad en las horas de trabajo, además no se ha logrado ocupar las horas efectivas semanales previstas. Si bien no se logrará obtener una línea totalmente recta, donde se podría entender que existe un equilibrio en las horas empleadas para el mantenimiento de las diferentes máquinas, lo óptimo en este caso es obtener una gráfica con pequeñas oscilaciones.

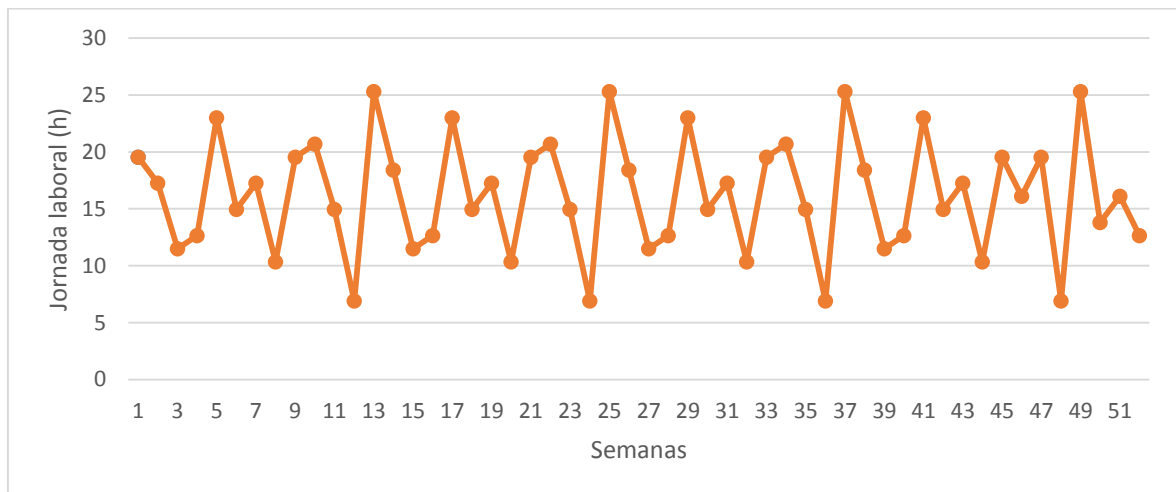


Figura 3.5. Gráfico de equilibrio de trabajo prueba 1

Para la Figura 3.6 se realizó un ajuste en la frecuencia de mantenimiento para las distintas máquinas. Se logra observar una gráfica ligeramente más ordenada que la de la Figura 3.5, con oscilaciones entre los valores de 15 y 30 horas de trabajo. A pesar de su mejoría, aún no se hace evidente el equilibrio que debe existir. Si bien existen picos que alcanzan los valores de 30 horas semanales de trabajo (eje Y), estos son muy pocos.

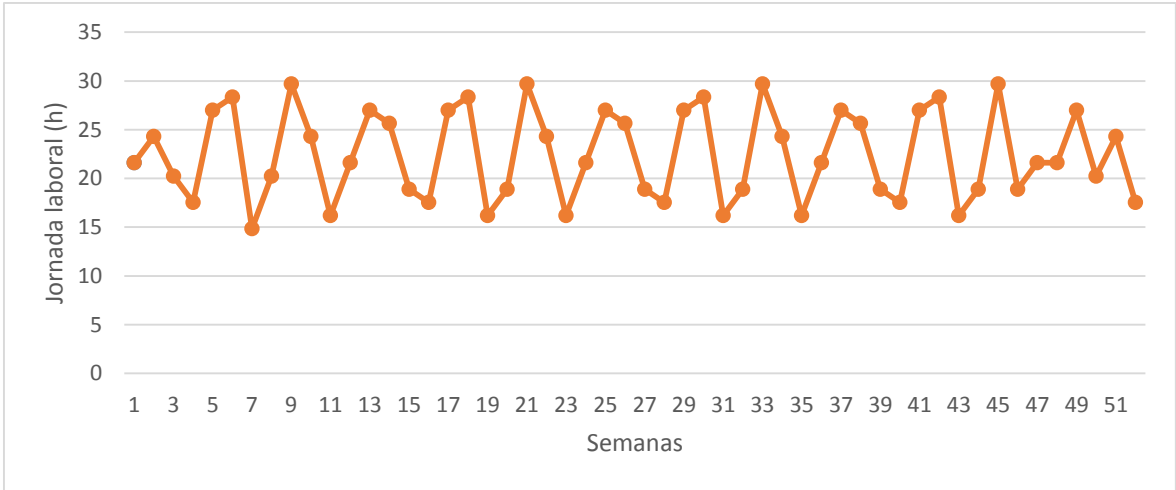


Figura 3.6. Gráfico de equilibrio de trabajo prueba 2

Para la Figura 3.7 se realizó un ajuste en las frecuencias de mantenimiento y un ajuste en las horas necesarias para dicho mantenimiento. Dicha figura muestra una carga de trabajo mucho más ordenada y mejor equilibrada que las anteriores dos figuras. Se logra observar oscilaciones pequeñas de apenas 5 horas de trabajo y sus puntos máximos llegan e incluso sobre pasan ligeramente el valor de 30 horas semanales; esto, añadido que todas las semanas (eje X) llegan a ocupar las horas efectivas semanales (28 horas), nos da como resultado el equilibrio de la carga de trabajo esperado.

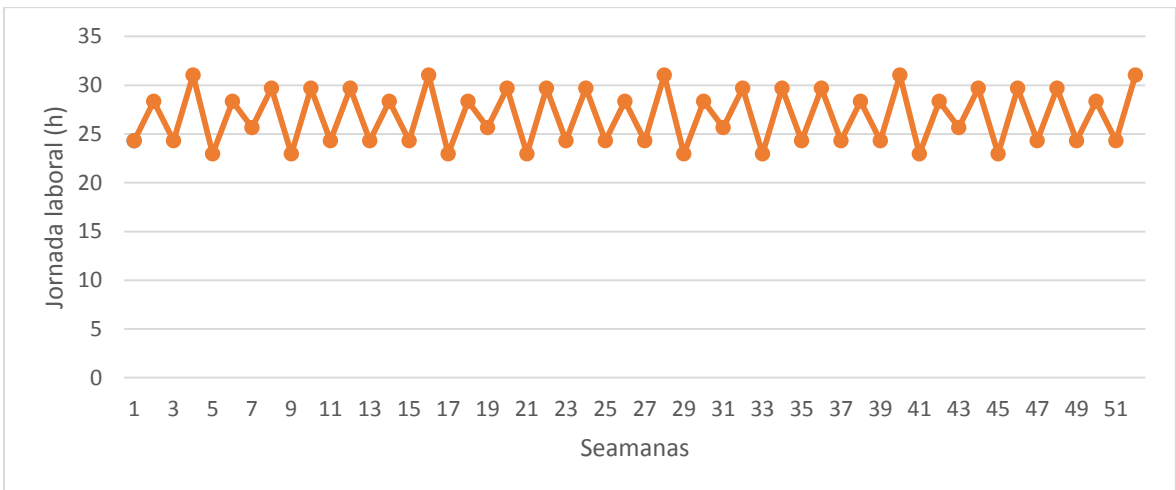


Figura 3.7. Gráfico de equilibrio de trabajo

4 CONCLUSIONES

- En el equilibrio de la carga de trabajo de 40 horas semanales se establecieron los siguientes datos: horas de mantenimiento máximo 31 (h), horas mínimas de mantenimiento 23 (h), horas efectivas semanales 28 (h).
- Las actividades que realizará el personal de mantenimiento del área de producción tendrán como distribución: 75% de sus actividades serán dedicadas al mantenimiento preventivo y el 25% de sus actividades serán dedicadas al mantenimiento correctivo.
- El personal realizará sus actividades con un porcentaje de efectividad del 70%, lo que significa que, en la jornada laboral de 40 horas semanales sólo 28 horas serán efectivas.
- El gráfico de equilibrio de trabajo final pasó por tres modificaciones, la primera mostrando oscilaciones de 20 horas de trabajo; la segunda, oscilaciones de 14 horas de trabajo y la última mostrando oscilaciones de 6 horas de trabajo semanales.
- La carga de trabajo que se detalla en el cronograma desarrollado, está destinada para que la realice 1 solo técnico sin tener que extender su jornada laboral, ya que existe una holgura de tiempo a disposición del técnico la cual corresponde a un 20% de la jornada laboral.
- La carga laboral que tendrá el técnico está dividida en 29 grupos, los cuales poseen sus rutinas, frecuencia de mantenimiento, horas de mantenimiento y cantidad de personas que se necesita para dicho mantenimiento.

5 RECOMENDACIONES

- La gráfica de equilibrio de trabajo puede mostrar picos bajos de horas de trabajo, para lo cual se recomienda a la industria actividades como: limpieza de taller, limpieza de herramientas, capacitaciones o integraciones del personal.
- El cronograma puede y debe ser ajustado de manera anual, ya que así se logra una mejor apreciación del tiempo a emplearse en rutinas tanto en épocas bajas de producción como en altas, destinando de esta manera las horas hombre justas para cada actividad y a su vez obteniendo oscilaciones más pequeñas en su gráfica.
- Este componente se lo realizó para una empresa de una sola jornada de trabajo, por lo que se recomienda realizar el respectivo análisis al momento de llenar el cronograma de equilibrio de la carga de trabajo según sea la necesidad de la empresa, ya sea empresa de doble jornada o empresas conocidas como 24/7.
- Se recomienda a la industria Cavarbill adquirir en su inventario cámaras termográficas, analizador de vibraciones y equipos de ultrasonido para el mantenimiento preventivo.
- Por el área geográfica donde se encuentra ubicada la industria Cavarbill, tiende a ser su mayor enemigo el polvo, por lo que se recomienda tener una debida aislación del área de producción con su debido sistema ventilaciones para el desfogue de gases.
- La jornada laboral en temporadas altas de producción el técnico de mantenimiento podría no ser suficiente para cumplir con el cronograma planteado, por lo que se recomienda realizar la contratación de otro técnico para poder cumplir con los objetivos de mantenimiento.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Hirota Darmont y A. Pino Cardenas, "Metodología para diagnosticar el equilibrio entre la carga laboral y el desempeño". Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2016.
- [2] J. Hurtado Palacios, "La sobrecarga de trabajo y su efecto sobre el compromiso organizacional en la gerencia de negocios de una empresa de telecomunicaciones". Universidad Andina Simón Bolívar, 2017.
- [3] J. Riera Chavez, "Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computadora para la empresa Cubiertas del Ecuador KUBIEC S.A. en la Planta Esthela". Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), 2012.
- [4] S. Jiménez Amieva, Balanceo de cargas de trabajo para mejorar los procesos de producción, México, 2018.
- [5] J. C. Valdivieso Torres, "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa EXTRUPLAS S.A". Universidad Politécnica Salesiana, 2010.
- [6] S. García Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, S.A., 2003.
- [7] C. L. Morrales Criollo, "Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa imprenta "Morales" de la ciudad de Ambato". Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [8] A. E. Pesántez Huerta, "Elaboración de una Plan de Mantenimiento Predictivo y preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón", Guayaquil, 2007.
- [9] M. Fortín, «Economipedia,» 2 febrero 2020. En línea. <https://economipedia.com/definiciones/hora-hombre.html>.
- [10] Software DELSOL, «DELSOL,» Hora hombre, En línea. <https://www.sdelsol.com/glosario/hora-hombre/>.

7 ANEXOS

ANEXO I. Certificado de Originalidad.

ANEXO II. Certificado Cavarbill.

ANEXO III. Código QR del enlace al Cronograma de Equilibrio de T.

ANEXO I. CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 12 de septiembre de 2022

De mi consideración:

Yo, CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE, en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular titulado ANÁLISIS Y EQUILIBRIO DE LA CARGA DE TRABAJO asociado a la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL elaborado por el estudiante JULIO CÉSAR QUIÑONEZ PALACIOS de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA, certifico que he solicitado a la Biblioteca General el informe para la revisión de originalidad del documento escrito completo, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 4%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,

Elizabeth Armas Freire
Profesor Ocasional a Tiempo Completo
ESFOT

Documento Quiñonez

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 4% | 4% | 0% | 2% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|----------------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1 % |
| 2 | es.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 3 | Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante | <1 % |
| 4 | Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante | <1 % |
| 5 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante | <1 % |
| 7 | archive.org Fuente de Internet | <1 % |
| 8 | www.fundavi.org.ar Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | ciqa.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet | |

ANEXO II. CERTIFICADO CAVARBILL

CERTIFICADO

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO CERTIFICAR QUE EL PROYECTO DE **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA CABARVILL** CON EL COMPONENTE: **ANÁLISIS Y EQUILIBRIO DE LA CARGA DE TRABAJO**, CONCLUYÓ SATISFACTORIAMENTE.

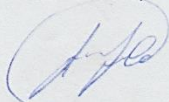
MISMO QUE FUE REALIZADO POR EL ESTUDIANTE :

- JULIO CESAR QUIÑONEZ PALACIOS

UNA VEZ PUESTO A CONSIDERACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN, ESTÁ ACEPTADO Y APROBADO EL DESARROLLO DEL CRONOGRAMA DE EQUILIBRIO DE LA CARGA DE TRABAJO. ES TODO LO QUE PUEDO CERTIFICAR.

LOS INTERESADOS PUEDEN HACER USO DEL PRESENTE COMO A BIEN TUVIERE.

ATENTAMENTE,



ING. GALO BARBOZA

GERENTE DE LA INDUSTRIA CABARVILL.

 CABARVILL DE MONTAJES C.A. LTDA,
Lote 79 Calle 2 Barrio
San
Juan de Calderon
Tel.: 023 495 030

ANEXO III. CÓDIGO QR DEL ENLACE AL CRONOGRAMA DE EQUILIBRIO DE TRABAJO



Enlace:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zM5j0OZ3cAAJcXDAJ2xS3RvMO_K7IByG/edit?usp=sharing&oid=111958756129635689089&rtpof=true&sd=true