



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS DE SOLDAR

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTA:

JESSICA VÁZQUEZ RAMÍREZ

SHARON MONTZERRAT HERNÁNDEZ PIEDRAS

NOMBRE DEL ASESOR:

ING. JAVIER PALACIOS LÓPEZ



Apizaco, Tlaxcala, 13/febrero/2024.

Oficio No. MM/092/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JESSICA VÁZQUEZ RAMÍREZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371351
Nombre del Proyecto:	PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS DE SOLDAR.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JAVIER PALACIOS LÓPEZ
Nombre y Firma del Asesor

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.





Apizaco, Tlaxcala, 13/febrero/2024.

Oficio No. MM/091/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	SHARON MONTZERRAT HERNÁNDEZ PIEDRAS
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371274
Nombre del Proyecto:	PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS DE SOLDAR.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JAVIER PALACIOS LÓPEZ
Nombre y Firma del Asesor

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 29/febrero/2024
No. OFICIO: DEP-CT/226/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

JESSICA VAZQUEZ RAMIREZ
EGRESADA DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371351
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS DE SOLDAR"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIVISIÓN DE

ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **29/febrero/2024**
No. OFICIO: DEP-CT/225/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

SHARON MONTZERRAT HERNANDEZ PIEDRAS
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371274
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MÁQUINAS DE SOLDAR"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
PRESIDENTE DEL GOBIERNO FEDERAL
MEXICO

AGRADECIMIENTOS

Jessica Vázquez Ramírez

Quisiera tomar estas líneas para agradecerles a todas las personas que han estado durante este camino en mi última etapa formativa como profesional.

A mi madre Angélica y mi padre Joaquín por enseñarme que no hay imposibles porque soy capaz de todo, por enseñarme a nunca bajar los brazos a nunca desistir pero sobre todo por siempre darme su amor incondicional y apoyarme de todas las maneras posibles.

A mis hermanos Angie y Toño que han tomado un papel importante por escucharme, alentarme, y por siempre impulsarme a dar lo mejor de mí; Gracias por todo es amor indescriptible, único e incomparable, mis amigos de toda la vida.

A Punky por ser ese pequeño motor que me ha impulsado a ser siempre un buen ejemplo para él, por llenarme todos los días con ese amor, ternura e inocencia, gracias por enseñarme la paciencia y el amor verdadero en su máximo significado.

Gracias también a Aleida por ser esa amiga incondicional durante muchos años por ser mi confidente, pero sobre todo gracias por todas y cada una de las palabras llenas de sabiduría que me compartes, eres una admiración y motivación para mí.

"Deseo que tu existencia sea brillante, que los sueños que tienes se cumplan; recuerda que el tamaño de tus sueños debe de ser proporcional al esfuerzo que debes hacer para alcanzarlos. Sueña, pídelo y materialízalo con Dios como intermediario nada es imposible"

A mis amigos (Sharon, Badillo y Maravilla) porque sin su confidencialidad, sin su apoyo y sin su gran amistad, no habría podido hacerlo sola, ¡gracias por estos 5 años siendo mis almas gemelas!

Pero, sobre todo, a mis profesores que cada uno de ellos en su paso como mis docentes durante esta etapa, sus conocimientos compartidos, sus regaños, felicitaciones y puntos de vista han ayudado a mi crecimiento personal y profesional Gracias por confiar en mí.

A todos y cada uno de estos personajes les agradezco su apoyo incondicional esto también es por y para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Sharon Montzerrat Hernández Piedras

Quiero agradecer a Dios por acompañarme en cada paso de mi vida, por ser mi fortaleza, por impulsarme a seguir adelante a pesar de las circunstancias y por ayudarme a saber tomar las decisiones correctas en momentos importantes.

Gracias a mis padres, a mi mamá más que a nadie por ser un apoyo incondicional, por dar siempre un esfuerzo de más por mis hermanos y por mí, gracias por confiar en mí desde siempre, gracias a mi madre ahora soy la persona en la que me he convertido, gracias por su esfuerzo, amor, cariño, comprensión y por ser esa persona en la que puedo confiar eternamente, gracias por guiarme en cada parte de mi vida, estaré agradecida por siempre.

A mis hermanos Giovanni, Yahir y Lupita por su apoyo y comprensión en todo este proceso, por confiar en mí, en mi desempeño y en todo lo que puedo dar, gracias por acompañarme en cada logro y apoyarme de alguna u otra forma en mis metas y sueños.

Le agradezco también a mis amigos de la carrera Jair, Jessi y Jhona, con los que compartí salón, materias y trabajos; apoyándonos unos a otros, gracias por su amistad increíble. A mis mejores amigos de la vida, a Adán por ser paciente conmigo dándome ánimos en todo momento, una persona que no veo constantemente pero sé que está conmigo para darme su apoyo incondicional, a Lupita por darme consejos y ser mi confidente desde los 6 años, a Emily por estar siempre que recurro a ella, gracias por demostrarme que puedo contar con ustedes en todo momento. A Emilio por ser la persona que ha estado conmigo en los últimos 3 años de la carrera, por impulsarme a demostrar que puedo, e incluso con más de lo que yo creo, gracias por ayudarme a no tener miedo a nada.

Gracias a todas las personas que me cruce en el camino en estos 5 años de mi formación profesional que tuvieron un gran impacto en mi vida, estaré eternamente agradecida con todos y cada uno de ellos por ser parte fundamental en todo el proceso de mi carrera universitaria.

RESUMEN

El siguiente trabajo muestra la propuesta de elaborar un plan de mantenimiento y calibración en máquinas de soldar que se encuentran en las instalaciones de Mecatrónica Ingeniería y Fabricación; iniciando desde la recopilación de información de las máquinas, hasta la evaluación final de la factibilidad.

Se inicia con la búsqueda de información acerca del mantenimiento y calibración, bibliografía y trabajos similares, que permitan establecer un formato de referencia, de esta revisión se asignan los parámetros a considerar en el plan de mantenimiento a elaborar.

Se continúa con la elaboración y recolección de las codificaciones de los equipos para mayor identificación y orden

Una vez apropiado el plan a seguir se desarrollaron actividades relacionadas con el mantenimiento y calibración de las máquinas de soldar plasmadas en un esquema tipo diagrama de flujo y en seguida la creación de formatos que contienen tiempos establecidos que van encaminados al objetivo y formatos que ayudan a que el personal tenga los conocimientos necesarios del estado de las máquinas, con esto; los resultados en la empresa Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V se basan en disminuir el gasto en reparaciones de los equipos, el tiempo en el que los equipos dejan de estar operando debido a las fallas en las máquinas , así como alargar la vida útil de los mismos.

GLOSARIO

- **ASME:** The American Society of Mechanical Engineers. Una certificación ASME significa que usted o su empresa están comprometidos con la seguridad pública y la calidad.
- **FCAW:** Por sus siglas significa “Flux cored arc welding” que en español es “Soldadura de arco con núcleo de fundente”
- **GMAW:** Por sus siglas significa “Gas metal arc welding” que en español es “Soldadura de arco metálico y gas”
- **GTAW:** Por sus siglas significa “Gas Tungsten Arc Welding” que en español es “Soldadura de arco de tungsteno y gas”
- **MIF:** Siglas de la empresa Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V
- **PQR:** Procedure Qualification Record, traducido al español: Registro de Calificación de Procedimiento
- **SMAW:** Por sus siglas significa “shield metal arc welding” que en español es “Soldadura por arco metálico protegido”

INDICE

Agradecimientos.....	VI
Resumen.....	VIII
Glosario.....	IX

CAPITULO I

1. Generalidades de la empresa mecatrónica, ingeniería y fabricación S.A. de C.V.	14
1.1. Antecedentes de la empresa	14
1.2. Filosofía MIF.....	14
1.2.1. Misión	14
1.2.2. Visión	14
1.2.3. Nuestros Valores	15
1.2.4. Política de calidad	15
1.3. Organigrama general.....	15
1.4. Ubicación de la empresa	17
1.5. Actualidad de la empresa	17
1.5.1. Soldadura y pailería.....	17
1.5.2. Objetivo de la empresa.....	18
1.5.3. Clientes	18
1.5.4. Equipos y/o servicios	19
1.6. Distribución de la planta.....	20
1.7. Areas de producción.....	22
1.8. Área donde se desarrolla el proyecto.....	24
1.8.1. Funciones del residente en el área aseguramiento de calidad.....	25
1.9. Definición del problema	25
1.10. Objetivo general.	25
1.11. Objetivos especificos:.....	26
1.12. Justificación	26

CAPITULO II

2. Marco teórico	27
2.1. Historia de la soldadura.	27
2.2. ¿Qué es y para que sirve una maquina de soldar?.....	28
2.2.1. Partes de una maquina de soldar	28
2.3. Calibración	29

2.4. ¿Qué es la soldadura?	29
2.4.1. Soldadura por arco con núcleo de fundente FCAW (Flux Cored Arc Welding).	30
2.4.2. Soldadura por arco sumergido (SAW - Submerged Arc Welding),	32
2.4.3. Soldadura por arco de tungsteno y GAS (GTAW -GAS TUNGSTEN ARC WELDING).....	34
2.5. Mantenimiento	36
2.5.1. Objetivos del mantenimiento.....	36
2.5.2. Técnicas y sistemas para reducir las fallas de producción.....	37
2.6. Mantenimiento preventivo.....	38
2.7. Vinculo del mantenimiento con la calidad	38

CAPITULO III

3. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA LA ELABORACION DEL PLAN DE MATENIMIENTO Y CALIBRACION DE LOS EQUIPOS.....40

3.1. Inventario de equipos	40
3.2. Codificacion de equipos.....	42
3.2.1. Primeros 2 dígitos:.....	42
3.2.2. Tercer digito:.....	42
3.2.3. Codificación completa.....	42
3.3. Partes de una maquinas de soldar	43
3.4. Fallas con mayor frecuencia	44
3.5. Recoleccion de información tecnica.....	45
3.6. Almacen y manejo de repuestos.....	45
3.7. Estrategias de mantenimiento	48
3.7.1. Acciones preventivas diarias para el equipo de soldadura.....	49
3.8. Analisis de criticidad para maquinas manuales y semiautomaticas	52
3.8.1. Criticidad de máquina de soldadura manual	55
3.8.2. Criticidad de máquina de soldadura Semiautomática	56
3.9. Calibración	57
3.9.1. Estándar de calibración	57
3.9.2. Diagrama de flujo para calibración de máquinas de soldar	58

CAPITULO IV

4. Plan de mantenimiento y procedimiento de calibración.....61

4.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	61
4.2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN.....	63

CAPITULO V

5. Analisis de resultados con la implementacion del proyecto.....66

5.1. REGISTRO DE CALIBRACIÓN	69
CAPITULO VI	
6. Conclusiones y recomendaciones del proyecto	76
6.1. CONCLUSIONES	76
6.2. RECOMENDACIONES	77
6.3. EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA.....	77
6.4. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS	79
6.5. BIBLIOGRAFÍA.....	81
7. ANEXOS	82
ANEXO I. Inventario y status de maquinas de soldar en el taller	83
ANEXO II. Lista de verificacion de mantenimiento preventivo de máquinas de soldar..	85
ANEXO III Formato de calibracion de maquinas de soldar	87
ANEXO IV. Maquina de soldar calibrada.....	89
ANEXO V. Máquina de soldar fuera de calibración	90
ANEXO VI Programa de mantenimiento preventivo para maquinas de soldar.....	91

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Organigrama General.....	16
Ilustración 1.2 Ubicación de la empresa.....	17
Ilustración 1.3 Empresas a las que se le han trabajado.....	18
Ilustración 1.4 Maquinado de partes estructurales del truck para tren ligero.....	19
Ilustración 1.5 Maquinado y reparación de ruedas dentadas	19
Ilustración 1.6 pedestales para asiento de rotores de turbinas	19
Ilustración 1.7 estructuras para soporte de turbinas.....	19
Ilustración 1.8 Construcción de torre de enfriamiento.....	19
Ilustración 1.9 olla para transportación de acero.....	20
Ilustración 1.10 Suministro y fabricación de una cuba.....	20
Ilustración 1.11 Distribución de la planta.....	21
Ilustración 1.12 Maquina de Habilitado	22
Ilustración 1.13 Máquina de rolado	23
Ilustración 1.14 Área de maquinado	24
Ilustración 2.1 Partes de una máquina de soldar	29
Ilustración 2.2 Esquema del proceso de soldadura por FCAW	30
Ilustración 2.3 Componente que integran una máquina de soldar para SAW	34
Ilustración 2.4 Soldadura TG	35
Ilustración 2.5 Proceso GTAW	39
Ilustración 2.6 Relación entre producción, calidad y mantenimiento.....	26
Ilustración 3.1 Máquina con la codificación ER-32.....	43
Ilustración 3.2 Maquina con la codificación TG-1.....	43
Ilustración 3.3 Repuestos para máquinas de soldar (manuales y semiautomáticas).....	46
Ilustración 3.4 Repuestos para TIG.....	46
Ilustración 3.5 Cuello de ganso y piezas.....	47

Ilustración 3.6 Cable porta electrodo	47
Ilustración 3.7 Pinza para tierra	47
Ilustración 3.8 Ejemplo de vale de equipo, insumos y herramienta.....	48
Ilustración 3.9 Inspección visual de conexiones y sistema de ventilación.....	49
Ilustración 3.10 Horno de secado (soldadura de código).....	50
Ilustración 3.11 Interior de horno de secado	51
Ilustración 3.12 Temperaturas de sostenimiento y fundente.....	51
Ilustración 3.13 Recipientes de almacenamiento a prueba de humedad.....	52
Ilustración 4.1 Verificación de rango de trabajo.....	65
Ilustración 4.2 Máquinas listas para pegar pegatinas verdes y rojas.....	65
Ilustración 5.1 Ejemplo de lista de verificación y mantenimiento preventivo.....	67
Ilustración 5.2 Ejemplo de calibración de máquinas de soldar.....	74

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Inventario General de Equipos de Soldadura.....	41
Tabla 2 Codificación de primeros 2 dígitos.....	42
Tabla 3 Codificación completa de equipos	42
Tabla 4 Criterios para valoración para las evaluaciones.....	52
Tabla 5 Criterios para Evaluar Frecuencia de Fallas.....	53
Tabla 6 Criterios para Evaluar Impacto Operacional	53
Tabla 7 Criterios para Evaluar Flexibilidad Operacional	53
Tabla 8 Criterio para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental y Humana.....	53
Tabla 9 Cálculo de Criticidad de la Soldadora Manual.....	55
Tabla 10 Cálculo de Criticidad de la Soldadora Semiautomática.....	56
Tabla 11 Programa anual de calibración de máquinas de soldar.....	57
Tabla 12 Tabla de amperajes para electrodos revestidos.....	58
Tabla 13 Voltajes y amperajes sugeridos alambres tubulares.....	58
Tabla 14 Acciones para evitar la falla.....	62
Tabla 15 Rangos de amperaje según el diámetro de electrodo.....	64
Tabla 16. Maquinas utilizadas para obtener porcentaje de confiabilidad.....	68
Tabla 17 Registro de calibración de máquinas de soldar.....	70

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA MECATRÓNICA, INGENIERÍA Y FABRICACIÓN S.A. DE C.V.

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Mecatrónica Ingeniería y Fabricación inicia operaciones en el mes de noviembre de 1995 como persona física, formada por ingenieros mecánicos (provenientes de la compañía CLEMEX, S.A.), con amplia experiencia en la fabricación de equipos y componentes para los sectores siderúrgico, energético, paplero, cementero, petroquímico, químico, e industria en general, bajo normas y especificaciones nacionales y/o internacionales de acuerdo con los requerimientos del producto y/o del cliente. En junio de 1999 se constituye como sociedad anónima, bajo el nombre de "Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S. A. De C. V."

El personal está habituado al manejo de diversas normas tales como. ASME, DIN. ASTM, API, AWS, SAE-AISI, ISO, etc. Desarrollando actividades desde la ingeniería de diseño, la adaptación de materiales para la sustitución de importaciones, la ingeniería de manufactura, la propia fabricación y el aseguramiento de calidad.

Cuenta con personal calificado en ensayos no destructivos, de acuerdo a la práctica recomendada ASNT-TC 1 A.

1.2. FILOSOFÍA MIF

1.2.1. Misión

Ser una empresa de vanguardia, líder en la manufactura de bienes de capital y sustentada en la optimización de sus recursos materiales, el desarrollo profesional de su personal y buscando siempre la satisfacción plena del cliente.

1.2.2. Visión

Aplicar y desarrollar los sistemas de calidad en los productos manufacturados con la capacitación permanente del personal para ofrecer al cliente confiabilidad y ser siempre considerados como su mejor opción. El perfeccionamiento en los procesos productivos y la mejora continua de los mismos distinguirán a la compañía.

1.2.3. Nuestros Valores

- *Responsabilidad*
- *Compromiso*
- *Lealtad*
- *Respeto*
- *Generosidad*
- *Comunicación*

1.2.4. Política de calidad

Mecatrónica Ingeniería y Fabricación, S.A de C.V y el personal que integramos esta empresa tenemos el compromiso de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes y de sus productos, cumpliendo permanentemente con las normas y/o especificaciones establecidas contractualmente.

En Mecatrónica Ingeniería y Fabricación, S.A. de C.V, estamos comprometidos con la calidad, buscando siempre la mejora continua en nuestra organización, en nuestros procesos y en los servicios suministrados.

1.3. ORGANIGRAMA GENERAL

En la Ilustración 1.1 se muestra el organigrama general actualizado de la empresa Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V, en él se puede observar la gerencia general a cargo del Ingeniero Álvaro Gutiérrez Carpio y enseguida se desglosan los departamentos más sobresalientes dentro de la empresa, como lo son la gerencia de ventas, gerencia de ingeniería y proyectos, de aseguramiento de calidad, de producción y la gerencia técnico-administrativo.

Cabe resaltar que MIF fue fundada por los ingenieros Álvaro Gutiérrez, Alfonso León y Adolfo Solórzano quienes con el paso de los años se han hecho cargo de diferentes departamentos dentro de la empresa llevando así muchos años de experiencia y buen trabajo por parte de los tres socios.

Dentro del este mismo nosotros nos desarrollamos en el área de Calidad a cargo de la ingeniera Karina Méndez Pérez; siendo Álvaro Gutiérrez Carpio su jefe inmediato encargado del área de aseguramiento y calidad.

1.4. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V en sus inicios estuvo ubicada en una bodega en las orillas de Apizaco, sin embargo fue en 1999 cuando se mudan a la nueva ubicación en el municipio de Xaltocan donde se han mantenido y desarrollado exitosamente hasta la actualidad.

Ubicación:

Fresnos No. 2 Santa Bárbara A. Xaltocan; Tlaxcala, México 90443, en la ilustración 1.2 se muestra una imagen ilustrativa del mapa de Santa Bárbara



Ilustración 1.2 Ubicación de la empresa

1.5. ACTUALIDAD DE LA EMPRESA

Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V. es una compañía orientada al desarrollo de proyectos llave en mano y/o a los servicios de ingeniería, construcción fabricación, mantenimiento, y refaccionamiento de la industria general, cumpliendo con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega que exige el mercado.

Hasta 2023 la empresa ha estado funcionando con altas y bajas en cuanto a trabajo, sin embargo actualmente se ven beneficiados con trabajo dado por parte de diferentes marcas/empresas dentro del sector, como lo son Andritz Hydro S.A de C.V., Drakopres S.A de C.V., Ternium México, Alpco de México S.A de C.V., entre otras. Con esto, se ha obtenido trabajo de torres de purificación, turbinas, filtros coalescedores, así como diversas reparaciones de ollas de fundición, partes de turbinas, etc.

1.5.1. Soldadura y pailería

Cuenta con procesos de soldadura convencionales: soldadura por arco metálico protegido (SMAW), soldadura por arco con alambre tabular (GMAW), soldadura por arco sumergido (SAW) y soldadura por arco metálico con electrodo de tungsteno protegido con gas (GTAW) para aceros al carbón de alta y baja aleación, grado herramienta, cobres aluminios, inoxidable (tipo 304,310,316,410 etc.). Dichos procesos y soldadores se encuentran calificados bajo el código ASME.

1.5.2. Objetivo de la empresa

Tiene un compromiso con la calidad, buscando siempre la mejora continua en su organización, en sus procesos y en los servicios suministrados.

- Calificación de procedimientos de soldadura bajo código ASME, AWS u otra norma, según requerimientos.
- Calificación de soldadores bajo código ASME, AWS u otra norma, según requerimientos.
- Ensayos no destructivos en acuerdo a la práctica recomendada ASNT-TC 1 A, inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y radiografía (rx subcontrato).
- Rastreabilidad de materiales durante todo el proceso de manufactura, desde la recepción de la materia prima hasta la liberación total de nuestros productos.
- La administración y operación se basa en nuestro manual de aseguramiento de calidad, mismo que tenemos desarrollado a partir de la norma ISO-9000.

1.5.3. Clientes

Estamos orgullosos de trabajar con algunas de las organizaciones industriales más importantes del país.

Nuestra experiencia en importantes proyectos nos permite asegurarle un desempeño y capacidad altamente sobresaliente.

Algunos de nuestros clientes son los siguientes:



Ilustración 1.3 Empresas con las que se han trabajado

1.5.4. Equipos y/o servicios

MIF inicia operaciones en noviembre de 1995 formada por ingenieros mecánicos y personal con amplia experiencia en el diseño y la fabricación de equipos y componentes industriales, para los sectores siderúrgico, energético, paplero, cementero, petroquímico, químico e industria general.

A continuación, se muestran algunos de los equipos fabricados en MIF dentro de las diferentes áreas de producción teniendo así resultados favorables y experiencias con clientes y marcas reconocidas dentro del país.



Ilustración 1.4 Maquinado de partes estructurales del truck para tren ligero de Nueva Cork.



Ilustración 1.5 Maquinado y reparación de ruedas dentadas (dientes, alojamientos para rodamientos) y su montaje en campo



Ilustración 1.6 Pedestales para asiento de rotores de turbinas de 13,000 kg. y 7,800 kg.



Ilustración 1.7 Estructuras para soporte de turbinas: capacidad 80 toneladas, peso 15 toneladas



Ilustración 1.8 Construcción de torre de enfriamiento



Ilustración 1.9 Olla para transportación de Acero líquido con capacidad de 80 Toneladas



Ilustración 1.10 Suministro y fabricación de una cuba

1.6. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

En la ilustración 11 podemos observar gráficamente la distribución de la planta teniendo el área de pailería y soldadura como las más sobresalientes, pues si bien en ambas naves se desarrolla la mayor parte de los trabajos de la empresa.

Por otra parte podemos mencionar que el departamento de ingeniería se encuentra alejado de los demás, fuera de las naves industriales; pues en él se llevan a cabo los planos y revisiones de estos para una vez hecho todos los cambios necesarios, se pasan a las áreas correspondientes.

Asimismo cabe mencionar que nosotras como residentes estuvimos en la nave número IV “Montaje y calidad”, sin embargo también se tenían tareas asignadas en las naves de soldadura y maquinado, dependiendo de la orden de fabricación que se estuviera trabajando. (Ver ilustración 1.11)

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

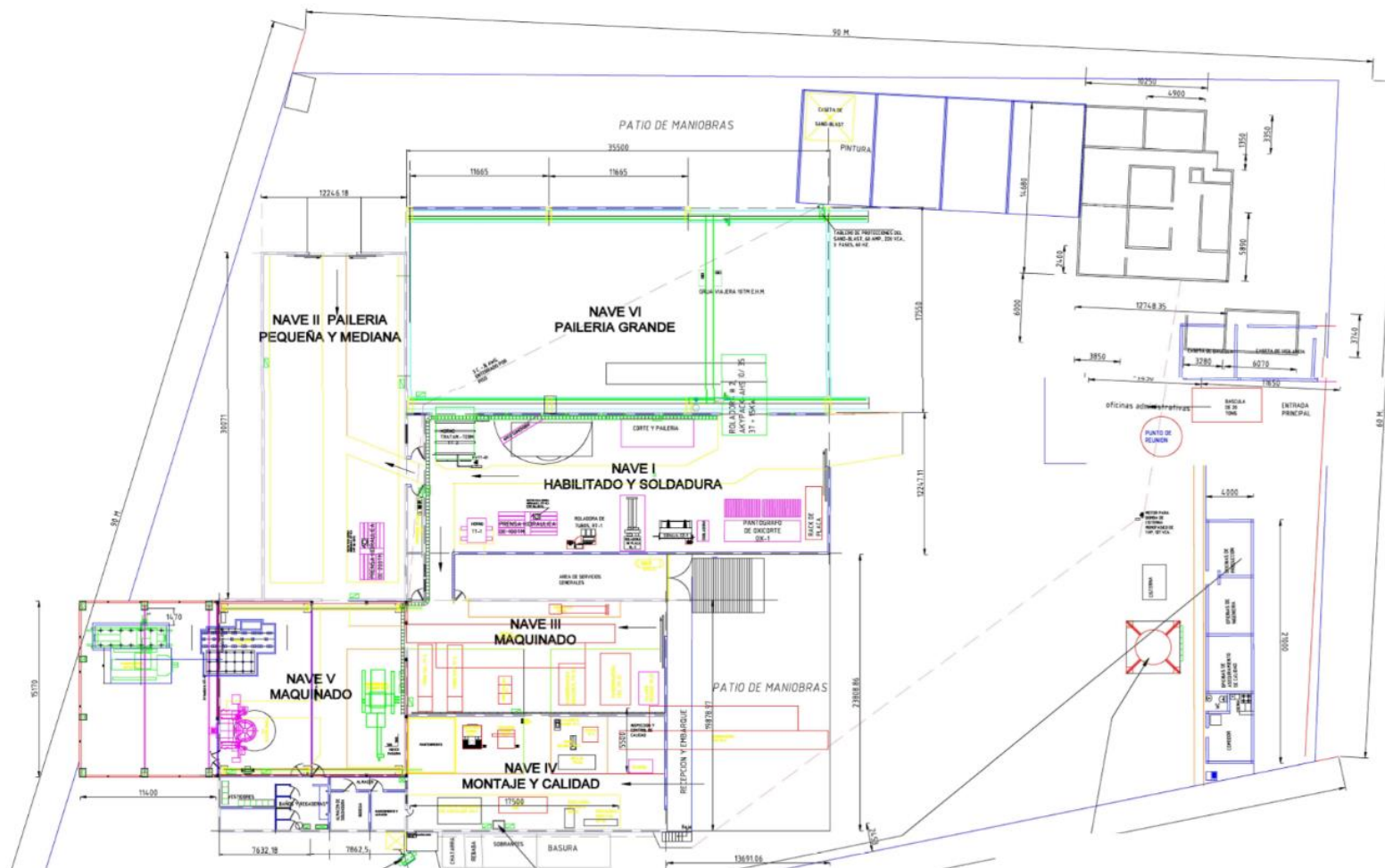


Ilustración 1.11 Distribución de la planta

1.7. AREAS DE PRODUCCIÓN

A continuación se describen brevemente las áreas de producción de la empresa, Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación mostrando así un panorama del trabajo que se realiza dentro de la planta y un poco de la maquinaria que se tiene dentro de la misma.

Pailería

En esta área se realiza el manejo de metales para hacer el trazo, el corte y la unión de piezas metálicas, a partir de piezas como láminas o placas. Es pertinente aclarar que ésta área implica no solo el corte y unión de placas de acero, sino también se dedica al diseño e interpretación de proyectos que se realizan en MIF.

Máquina de habilitado

En esta área se encuentra la máquina de habilitado (ilustración 1.12), éste se presenta como un procedimiento auxiliar de la soldadura, mediante el cual se puede seccionar metales mediante su combustión local y continua en presencia de un chorro de oxígeno. En esta área se realiza el proceso de corte de las placas para empezar con el proceso de construcción de un tanque a presión, el corte se realiza de acuerdo a la dimensión del equipo.

El proceso de corte de acero es una etapa esencial en la construcción de los recipientes a presión que se fabrican en MIF, por lo que se hace indispensable evaluar factores como el diseño de las piezas, tipo de material, espesor, lugar de trabajo, acceso a energía eléctrica y disponibilidad de recursos que se ajusten a las necesidades de cada proyecto. En ese sentido los métodos de corte destacan como los más importantes empleados en este rubro.



Ilustración 1.12 Máquina de habilitado

Máquina de rolado

También se cuenta con una máquina de rolado (ilustración 1.13), es un proceso continuo que consiste en el que una lámina es sometida a una serie de rodillos que le proporcionan a la tira de acero de una forma específica.

En el proceso de rolado uno de los materiales más utilizados es el acero inoxidable. Las características que definen el producto que sale del rolado, son el diámetro del tubo y su espesor de pared. Una vez obtenida la forma tubular, los bordes son soldados para formar una sección cerrada.

Posteriormente se afina al diámetro requerido haciendo pasar el tubo por otro conjunto de rodillos.



Ilustración 1.13 Máquina de rolado

Después de los procesos anteriores se hace el ensamble de las piezas que serán soldadas.

Soldadura

La soldadura es un proceso de fijación de dos o más piezas (normalmente de metal) que mediante calor y/o presión se funde parte de dichas piezas o se añade un material de aporte, se juntan y al enfriarse se produce la unión de ellas.

Aunque el proceso general es el explicado anteriormente, existen distintos tipos de soldadura dependiendo del resultado que se quiera obtener. A continuación, se mencionan algunos de estos tipos de soldadura.

- GTAW (gas tungsten arc welding) – Soldadura de arco de tungsteno y gas.
- SMAW (shield metal arc welding) - Soldadura por arco metálico protegido
- FCAW (Flux cored arc welding) – Soldadura de arco con núcleo de fundente
- GMAW (Gas metal arc welding) - Soldadura de arco metálico y gas

Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V cuenta con procesos de soldadura convencionales: soldadura por arco metálico protegido (SMAW), soldadura por arco con alambre tabular (GMAW), soldadura por arco sumergido (SAW) y soldadura por arco metálico con electrodo de tungsteno protegido con gas (GTAW) para aceros al carbón de baja aleación, grado herramienta, cobres aluminios, inoxidable (tipo 304,310,316,410 etc.). Dichos procesos y soldadores se encuentran calificados bajo el código ASME.

Maquinado

El área de maquinado (ilustración 1.14) se basa en remover por medio de una herramienta de corte todo el exceso del material, de tal forma que la pieza terminada sea realmente la deseada. El proceso de maquinado incluye la deformación cortante del material, creando una viruta, cuando esta es removida, queda totalmente expuesta a una nueva superficie. Lo novedoso de este proceso es que a través de la historia se ha modificado e innovado la forma de realizar el maquinado.

Normalmente esta área solo es para las piezas que se reparan en la empresa, muy rara a la vez los tanques necesitan maquinado, ya que estos son de distintas dimensiones.



Ilustración 1.14 Área de maquinado

1.8. ÁREA DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO

Aseguramiento de calidad

El área en donde se realiza el proyecto es en el área de aseguramiento de calidad. Cabe mencionar que ésta área trabaja en conjunto con otras como lo son producción, ingeniería de soldadura, ingeniería de manufactura e incluso en el área de mantenimiento.

1.8.1. Funciones del residente en el área aseguramiento de calidad

El residente tiene diversas actividades que hacer, algunas de ellas son:

- Leer e interpretar el código ASME
- Elaboración de dossiers de calidad
- Realizar pruebas no destructivas.
 1. Inspección por líquidos penetrantes
 2. Inspección visual
 3. Ultrasonido (subcontratado).
 4. Radiografía (subcontratado).
 5. Prueba hidrostática
 6. Prueba neumática
- Supervisar la calibración de equipos y máquinas de soldar.
- Revisar los repuestos suficientes para las máquinas de soldar, de lo contrario realizar una requisición de estos.
- Optimizar la disponibilidad de los equipos para evitar un sub mantenimiento o un sobre mantenimiento

1.9. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V (MIF) ha tenido problemas económicos en los últimos años, por lo que una de sus prioridades ha sido gastar lo menos posible en acciones que pueden evitarse o bien encontrar la solución a estas.

MIF tiene una gran variedad de máquinas de soldar, sin embargo muchas de ellas están fuera de servicio por falta de partes indispensables para su funcionamiento, esto a causa de un mal mantenimiento o incluso un mal uso en cuanto a la calibración de las mismas.

Es así que la empresa Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V requiere de un buen plan de mantenimiento preventivo para sus equipos y de esta manera evitar gastos extras así como el paro total de las máquinas que puede llegar a retrasar la producción de la empresa.

1.10. OBJETIVO GENERAL.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo que garantice la confiabilidad operacional de las máquinas de soldar, así como ajustar parámetros de calibración de las maquinas utilizadas para las actividades ejecutadas en el taller de soldadura.

1.11. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que certifique la confiabilidad operacional de las máquinas.
- Conocer los parámetros para la calibración de los equipos
- Hacer eficiente la producción
- Disminuir el paro en las máquinas de soldar
- Aumentar la disponibilidad de las máquinas de soldar
- Conocer las principales causas de las fallas en cada máquina.

1.12. JUSTIFICACIÓN

En el ámbito industrial en general, el objetivo principal es tener una producción eficaz y optima, sin embargo específicamente en Mecatrónica Ingeniería y Fabricación S.A DE C.V se desea lo mismo y debido a lo importante y útil que son las diferentes máquinas de soldar de acuerdo a los diferentes procesos que se utilizan dentro de la misma se requiere de un plan de mantenimiento preventivo, de la mano de un plan de calibración de las misma; pues la principal variable en cuanto a la producción de dicha industria es la fabricación de tanques a presión, los cuales están conformados por una cantidad de soldaduras considerable, siendo la principal y más importante característica. Como bien sabemos, los equipos a presión son equipos que conlleva una gran responsabilidad en cuanto a su fabricación y su aplicación, por lo tanto, el tener los equipos en un buen estado al momento de llevar a cabo la fabricación, es un acto de responsabilidad y fiabilidad que adquiere Mecatrónica y que sin duda alguna refleja a sus clientes.

Se realizará un listado de todas las máquinas de soldar dentro de la empresa, además de identificar cuántas están disponibles y cuantas fuera de servicio, para después revisar las fallas que tienen, cuales son las más graves y cuales pueden solucionarse en un menor lapso de tiempo. Luego se indagará acerca de los parámetros adecuados para la máquina que se utiliza según sea el caso. Obteniendo estos datos y con un poco más de información, podemos desarrollar el plan de mantenimiento disminuyendo el paro en máquinas de soldar y de esta manera hacer cada vez más eficiente la producción dentro de la empresa.

Crear, conocer y ejecutar un plan de mantenimiento preventivo y calibración en las máquinas de soldar beneficiara al personal en general, pues con ello es posible llevar un control de su estado actual de cada de ellas, así como mantener constante la fabricación de recipientes a presión, disminuir posibles defectos o fallas que pudieran presentarse al momento de soldar, así como la eficiencia de ejecución del operador, la preservación en la planta y sobre todo tener la disponibilidad de los equipos para una fabricación confiable.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA DE LA SOLDADURA.

La historia de la soldadura se remonta a varios milenios atrás, con los primeros ejemplos de soldadura desde la edad de bronce y la edad de hierro en Europa y en Oriente Medio. La soldadura fue usada en la construcción del Pilar de hierro de Delhi, en la India, erigido cerca del año 310 y pesando 5.4 toneladas métricas. La Edad Media trajo avances en la soldadura de fragua, con la que los herreros golpeaban repetidamente y calentaban el metal hasta que se producía la unión. En 1540, Vannoccio Biringuccio publicó *De la pirotechnia*, que incluye descripciones de la operación de forjado. Los artesanos del Renacimiento eran habilidosos en el proceso, y dicha industria continuó desarrollándose durante los siglos siguientes. Sin embargo, la soldadura fue transformada durante el siglo XIX. En 1800, Sir Humphrey Davy descubrió el arco eléctrico, y los avances en la soldadura por arco continuaron con las invenciones de los electrodos de metal por el ruso Nikolai Slavyanov y el norteamericano, C. L. Coffin a finales de los años 1800. Incluso la soldadura por arco de carbón, que usaba un electrodo de carbón, ganó popularidad. Alrededor de 1900, A. P. Strohmenger lanzó un electrodo de metal recubierto en Gran Bretaña, que dio un arco más estable, y en 1919, la soldadura de corriente alterna fue inventada por C. J. Holslag, pero no llegó a ser popular por otra década. [7]

La soldadura por resistencia también fue desarrollada durante las décadas finales del siglo XIX, con las primeras patentes del sector en manos de Elihu Thomson en 1885, quien produjo otros avances durante los siguientes 15 años. La soldadura de termita fue inventada en 1893, y alrededor de ese tiempo, se estableció otro proceso, la soldadura a gas. El acetileno fue descubierto en 1836 por Edmund Davy, pero su uso en la soldadura no fue práctico hasta cerca de 1900, cuando fue desarrollado un soplete conveniente. Al principio, la soldadura de gas fue uno de los más populares métodos de soldadura debido a su portabilidad y costo relativamente bajo. Sin embargo, a medida que progresaba el siglo 20, bajó en las preferencias para las aplicaciones industriales. Fue sustituida, en gran medida, por la soldadura de arco, en la medida que continuaron siendo desarrolladas las cubiertas de metal para el electrodo (conocidas como fundente), que estabilizan el arco y blindaban el material base de las impurezas. [7]

La Primera Guerra Mundial causó un repunte importante en el uso de los procesos de soldadura, con las diferentes fuerzas militares procurando determinar cuáles de los variados nuevos procesos de soldadura serían los mejores. Los británicos usaron primariamente la soldadura por arco, incluso construyendo, mediante este procedimiento, una nave, el *Fulagar*, con un casco enteramente soldado. Los estadounidenses eran más vacilantes, pero comenzaron a reconocer los beneficios de la soldadura de arco cuando dicho proceso les permitió reparar rápidamente sus naves después de los ataques alemanes en el puerto de Nueva York al principio de la guerra. También la soldadura de arco fue aplicada por primera vez a los aviones

durante la guerra, pues algunos fuselajes de aeroplanos alemanes fueron contruidos usando dicho proceso.

A mediados del siglo XX, fueron inventados muchos métodos nuevos de soldadura. 1930 vio el lanzamiento de la soldadura de perno, que pronto llegó a ser popular en la fabricación de naves y la construcción. La soldadura de arco sumergido fue inventada el mismo año, y continúa siendo popular hoy en día. En 1941, después de décadas de desarrollo, la soldadura de arco de gas con electrodo de tungsteno fue finalmente perfeccionada, seguida en 1948 por la soldadura por arco metálico con gas, permitiendo la soldadura rápida de materiales no ferrosos pero requiriendo costosos gases de blindaje. La soldadura de arco metálico blindado fue desarrollada durante los años 1950, usando un fundente de electrodo consumible cubierto, y se convirtió rápidamente en el más popular proceso de soldadura de arco metálico. En 1957, debutó el proceso de soldadura por arco con núcleo fundente, en el que el electrodo de alambre auto blindado podía ser usado con un equipo automático, resultando en velocidades de soldadura altamente incrementadas, y ése mismo año fue inventada la soldadura de arco de plasma. La soldadura por electroescoria fue introducida en 1958, y fue seguida en 1961 por su prima, la soldadura por electrogas. [7]

Otros desarrollos recientes en la soldadura incluyen en 1958 el importante logro de la soldadura con rayo de electrones, haciendo posible la soldadura profunda y estrecha por medio de la fuente de calor concentrada. Siguiendo la invención del láser en 1960, la soldadura por rayo láser debutó varias décadas más tarde, y ha demostrado ser especialmente útil en la soldadura automatizada de alta velocidad. Sin embargo, ambos procesos continúan siendo altamente costosos debido al alto costo del equipo necesario, y esto ha limitado sus aplicaciones.

2.2. ¿QUE ES Y PARA QUE SIRVE UNA MAQUINA DE SOLDAR?

La máquina de soldar es una máquina que se utiliza para la fijación de materiales. La unión de estos se logra gracias a la fundición de ambos materiales o con un material de aporte que, mientras se funde, se coloca entre las piezas que se quieren soldar y cuándo se enfría se convierte en una unión fija y resistente. Se pueden soldar una gran cantidad de materiales diferentes, aunque generalmente la máquina de soldar une metales.

Actualmente, lo más común es encontrar estas máquinas de soldadura en ambientes industriales, donde se producen materiales, piezas o herramientas de metal. Su objetivo o aplicación principal es calentar las piezas para luego provocar una unión entre ellas proporcionándoles mayor más resistencia al ejercer alguna fuerza sobre estas

2.2.1. PARTES DE UNA MAQUINA DE SOLDAR

Es importante para realizar cualquier soldadura conocer bien tu equipo. Para ello es relevante saber qué elementos forman tu máquina de soldar para poder usarlos de la manera correcta. Enseguida se explican brevemente las partes principales y en la ilustración 2.1 se muestran la ubicación de cada una de ellas.

La máquina de soldar: Es decir, la parte más importante de cualquier soldador.

El cable porta electrodo. Es el cable que sale del bobinado para ir hacia la pieza.

La manija de regulación. Se utiliza para controlar y regular el amperaje que se requiera para cada trabajo que se quiera realizar.

El cable de masa. Es el cable que conecta con la pieza donde se encuentra el electrodo.

El botón de encendido y apagado. Para poder dejar o no pasar la corriente.

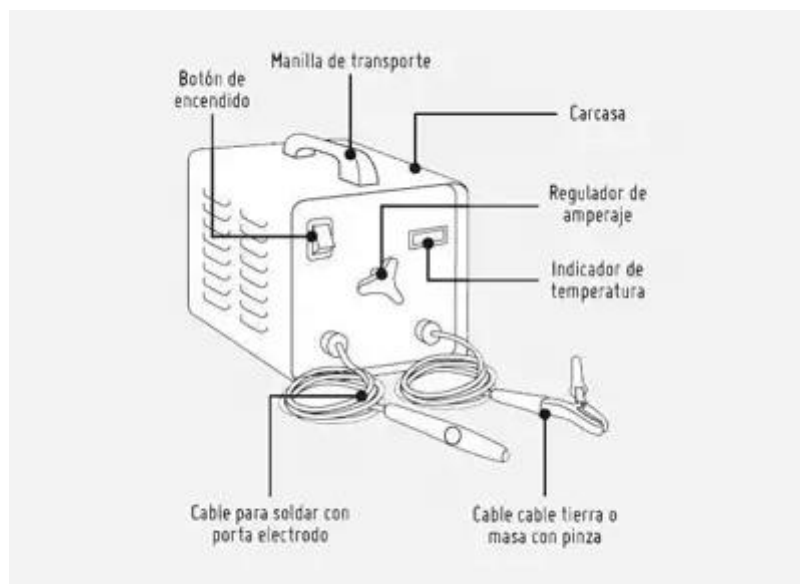


Ilustración 2.1 Partes de una máquina de soldar

2.3. CALIBRACIÓN

La calibración significa utilizar un estándar de medición, para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero. La confiabilidad de un instrumento de medición se puede garantizar al calibrarlo de acuerdo con un estándar de medición.

Importancia de la calibración

Para asegurar el estándar de calidad del sistema de soldadura a largo plazo, es necesario realizar calibraciones periódicas. Es muy importante, sobre todo para las empresas de soldadura, que el equipo ofrezca resultados de soldadura uniformes durante toda su vida útil.

2.4. ¿QUE ES LA SOLDADURA?

La soldadura es un proceso de fijación de dos o más piezas (normalmente de metal) que mediante calor y/o presión se funde parte de dichas piezas o se añade un material

de aporte, se juntan y al enfriarse se produce la unión de ellas. Aunque el proceso general es el explicado anteriormente, existen distintos tipos de soldadura dependiendo del resultado que se quiera obtener. A continuación, se mencionan algunos de estos

Tipos de soldadura.

- GTAW (gas tungsten arc welding) – Soldadura de arco de tungsteno y gas.
- SAW (Submerged Arc Welding)- Soldadura por arco sumergido
- FCAW (Flux cored arc welding) – Soldadura de arco con núcleo de fundente

Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V cuenta con procesos de soldadura convencionales:

soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW), soldadura por arco sumergido (SAW), y soldadura por arco metálico con electrodo de tungsteno protegido con gas (GTAW) para aceros al carbón de baja aleación, grado herramienta, cobres aluminios, inoxidable (tipo 304,310,316,410 etc.). Dichos procesos y soldadores se encuentran

2.4.1. Soldadura por arco con núcleo de fundente FCAW (Flux Cored Arc Welding).

Este proceso permite la unión de las piezas metálicas mediante contacto directo, lo que genera el charco de soldadura, sin embargo, el proceso FCAW (esquemático en la ilustración 2.2) es crucial para chapas con gran espesor debido a la excelente capacidad de penetración del arco, además requiere una velocidad uniforme para mantener el arco frente al charco y proporciona resultados más estrechos. [8]



Ilustración 2.2 Esquema del proceso de soldadura por FCAW

CALIDAD Y CONSISTENCIA

El proceso FCAW destaca por penetrar profundamente, además, se adapta a las exigencias de una gran variedad de metales y su rendimiento no resulta impedido o afectado si los metales poseen óxido, escamas u otros contaminantes.

PRODUCTIVIDAD

Destaca por su alta eficiencia en cualquier trabajo, ya que se utiliza la disposición de alambre continuo. El método necesita velocidades constantes, por lo que es más ágil en comparación con otros tipos de soldadura.

ESCORIA

Si bien el exceso de escoria es considerado como un defecto, en el procedimiento FCAW tiene la función de moldear y sustentar la franja de soldadura. La unión se afianza mejor por la escoria generada, además, son mínimos los defectos que genera la soldadura.

USO

Al igual que la soldadora inversora, puede utilizarse para soldar diversos metales, por ejemplo, aceros inoxidable, aceros de baja aleación y hierros colados. También es útil para la deposición de superficies duras, revestimientos y en soldaduras de uniones traslapadas en placas y láminas. Cabe mencionar que es el tipo más conveniente para usarse en exteriores, debido a que las condiciones de viento no impactan en los blindajes del alambre y electrodos utilizados, aunque también es efectivo en interiores. [8]

Se recomienda para metales con gran grosor, debido a su capacidad de penetración y la producción de escoria, que lo vuelven menos propenso al lapeado en frío. Sin embargo, es importante que no se utilice en materiales muy finos.

ELEMENTOS IMPORTANTES DEL PROCESO

Es importante conocer algunas especificaciones de la soldadora de arco para garantizar un óptimo proceso de FCAW, además, entender la relevancia de disponer de una unidad adecuada y ejecutar el proceso de forma precisa. Hay algunos elementos que no puede pasar por alto

ELECTRODO

Se trata del elemento más importante e implica el uso de elementos específicos debido a sus características. La polaridad directa es la conveniente para ciertos tipos de electrodos para núcleo fundente, ya que reduce la capacidad de penetración y permite el uso de electrodos pequeños (desde 0.8 hasta 1.2 mm). Actualmente hay electrodos autoprotectidos y recomendados para aceros aluminados y recubiertos de zinc, que se usan comúnmente en la industria automotriz.

CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

Es importante que la corriente de soldadura se incremente durante el procedimiento debido a la velocidad que conlleva el método FCAW. También debe alimentar una cantidad efectiva de alambre. Tienen que considerar la conexión, que varía con el tipo de alambre. Para el alambre auto protegido debe conectarse la conexión a tierra en el polo positivo y la conexión de la antorcha en el polo negativo.

RODILLOS DE ACCIONAMIENTO

Pueden generarse enredos en el alambre, que obstruyen la fluidez del proceso. Tal problema ocurre por la velocidad misma del procedimiento. La manera de evitarlos es conectar rodillos de accionamientos estriados, ya sean en U o V, en el alimentador automático del alambre. [8]

2.4.2. Soldadura por arco sumergido (SAW - Submerged Arc Welding),

El proceso de soldadura por arco sumergido, también llamado proceso SAW (Submerged Arc Welding), tiene como detalle más característico el empleo de un flujo continuo de material protector en polvo o granulado, llamado flux. Esta sustancia protege el arco y el baño de fusión de la atmósfera, de tal forma que ambos permanecen invisibles durante la soldadura. Parte del flux funde, y con ello protege y estabiliza el arco, genera escoria que aísla el cordón, e incluso puede contribuir a la aleación. El resto del flux, no fundido, se recoge tras el paso del arco para su reutilización. Este proceso está totalmente automatizado y permite obtener grandes rendimientos. [8]

El electrodo de soldadura SAW es consumible, con lo que no es necesaria aportación externa de fundente. Se comercializa en forma de hilo, macizo o hueco con el flux dentro (de forma que no se requiere un conducto de aporte sino sólo uno de recogida), de alrededor de 0,5 mm de espesor.

El flux, o mejor dicho, los fluxes, son mezclas de compuestos minerales varios (SiO_2 , CaO , MnO , etc...) con determinadas características de escorificación, viscosidad, etc. Obviamente, cada fabricante mantiene la composición y el proceso de obtención del flux en secreto, pero, en general, se clasifican en fundidos (se obtienen por fusión de los elementos), aglomerados (se cohesionan con aglomerantes; cerámicos, silicato potásico, etc.) y mezclados mecánicamente (simples mezclas de otros fluxes). Ya que el flux puede actuar como elemento fundente, la adición en él de polvo metálico optimiza bastante el proceso, mejora la tenacidad de la unión y evita un indeseable aumento del tamaño de grano en el metal base.

Dependiendo del equipo y del diámetro del hilo de electrodo, este proceso se trabaja con intensidades de hasta 1600 amperios, con corrientes continuas (electrodo positivo y base negativa) o alternas.

Este proceso es bastante versátil; se usa en general para unir metales férreos y aleaciones, y para recubrir materiales contra la corrosión. Además, permite la soldadura de piezas con poca separación entre ellas. El arco actúa bajo el flux, evitando salpicaduras y contaminación del cordón, y alimentándose, si es necesario, del propio flux, que además evita que el arco se desestabilice por corrientes de aire. La soldadura SAW puede aplicarse a gran velocidad en posiciones de sobremesa, para casi cualquier tipo de material y es altamente automatizable. El cordón obtenido en estos soldeos es sano y de buen aspecto visual.

En cambio, la mayor limitación de este proceso es que solo puede aplicarse en posiciones de sobremesa, ya que de otra manera el flux se derramaría. Flux que ha de ser continuamente aportado, lo cual encarece el procedimiento y aumenta sus probabilidades de fallo (hay que alimentar tanto el rollo de electrodo como el flux); además, si se contamina por agentes externos, la calidad del cordón disminuye bastante. A pesar de que puede unir materiales poco separados, no es recomendable para unir espesores menores de 5mm.

Este proceso tiene su mayor campo de aplicación en la fabricación de tuberías de acero en espiral y, en general, en la soldadura de casi cualquier tipo de aceros (especialmente los inoxidables).

En el diagrama de la ilustración 2.3 se aprecian los componentes de un SAW.

- 1- Fuente de poder de CC o CA (100% ciclo de trabajo).
- 2- Sistema de control.
- 3- Porta carrete de alambre.
- 4- Alambre-electrodo.
- 5- Tobera para boquilla.
- 6- Recipiente porta-fundente.
- 7- Metal base.
- 8- Fundente.
- 9- Alimentador de alambre

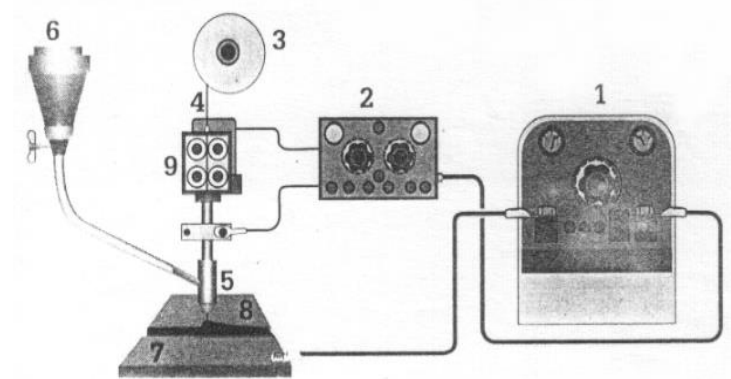


Ilustración 2.3 Componente que integran una máquina de soldar para SAW

2.4.3. Soldadura por arco de tungsteno y GAS (GTAW -GAS TUNGSTEN ARC WELDING)

El proceso de soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), mejor conocido como TIG (Tungsten Inert Gas), se vale de un electrodo de tungsteno no consumible para soldar, el cual genera calor cuando establece un arco eléctrico entre el electrodo y la superficie del metal a soldar. Asimismo, el electrodo, el arco y el área que rodea el baño de fusión son protegidos por una atmósfera de gas inerte, lo que evita la formación de escoria. [8]

En este proceso el electrodo no aporta material, por lo que se deben utilizar varillas o alambres con una composición química igual o semejante a la del metal base para evitar la formación de escoria. Generalmente no se utiliza material de aporte cuando se sueldan piezas de menos de 3 mm de espesor, pero en caso de ser necesario, el material de aporte debe conservarse libre de contaminantes (humedad, polvo, suciedad), por ello se mantiene dentro de su empaque hasta el momento en que se empleé. Durante el soldeo la parte caliente de la varilla debe mantenerse lo suficientemente cerca del baño de fusión para que sea protegida por el gas inerte.

La soldadura TIG se puede emplear para soldar metales o materiales sensibles (ilustración 2.4) a la oxidación como el titanio, el circonio y sus aleaciones; sin embargo se utiliza más para soldar aluminio y acero inoxidable, en donde lo importante es obtener excelente calidad en la soldadura. El proceso TIG proporciona una soldadura limpia, exenta de defectos y con un buen acabado superficial, pues no produce escoria y disminuye la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no es necesario hacer limpieza final. Por este motivo es muy utilizada en la unión de juntas de alta calidad de centrales nucleares, químicas, así como en la industria aeronáutica, petroquímica, alimenticia y de generación de energía. [8]

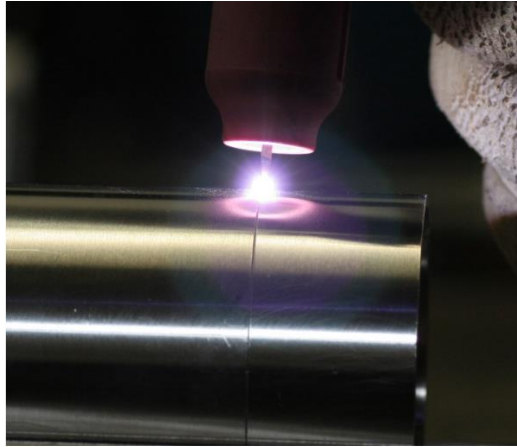


Ilustración 2.4 Soldadura TG

Descripción física del proceso.

A pesar de ser un proceso de arco eléctrico se diferencia de los demás procesos de soldadura por arco en 2 aspectos fundamentales, el primero es que el electrodo empleado no se consume y el segundo es que la soldadura de las partes entre sí puede realizarse con o sin agregado de metal de aporte, por su modo de operación (ver ilustración 2.5), puede compararse a la soldadura OFW, con la diferencia que en este último el calor desarrollado en éste proceso es producido por una llama originada en una reacción química de oxígeno y gas.

El arco eléctrico está dividido en 3 zonas, la catódica que corresponde al polo negativo del arco, la anódica que corresponde al polo positivo del arco y el plasma que corresponde al gas en estado ionizado; El arco eléctrico se establece como consecuencia de la circulación de corriente eléctrica entre el cátodo y el ánodo pasando esta corriente por una columna de gas en estado ionizado llamado plasma.

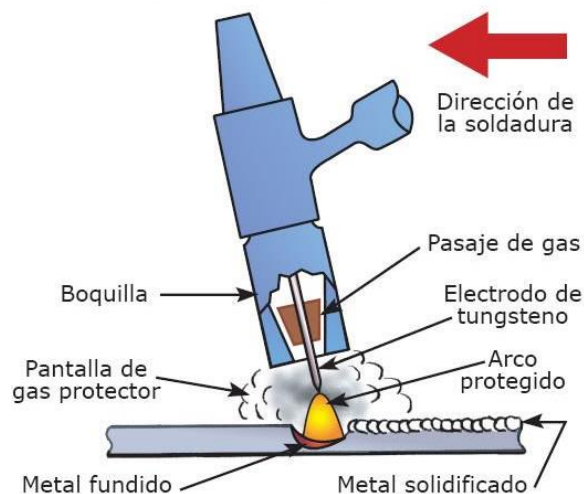


Ilustración 2.5 Proceso GTAW

La soldadura de tungsteno con arco eléctrico y gas necesita de 5 herramientas:

1. Fuente poder. Origen de la corriente que provee la energía necesaria para la soldadura. Primero, genera el arco entre el material y el electrodo de tungsteno y después se encarga de la liberación de un gas que forma una capa protectora sobre el cordón de soldadura.
2. Pistola o maneral. Herramienta que permite el control de la soldadura y que se compone de dos partes: el electrodo de tungsteno y los conductos por los que se extiende el gas inerte.
3. Depósito de gas. Tanque que almacena gases, ya sean una mezcla de argón y dióxido de carbono o de argón y nitrógeno. El diseño del depósito está condicionado por la combinación de gases que se va a emplear. Es importante que se preste atención a la válvula de conexión para evitar cualquier fuga.
4. Válvulas y mangueras. Dispositivos que intervienen en el control, regulación y transporte del gas o la combinación de éstos al momento de soldar. También reciben el nombre de reguladores.
5. Material de aporte. Elemento con el cual se lleva a cabo la unión. Por lo general, es del mismo material que se va a soldar para evitar cualquier tipo de disimilitud.

2.5.MANTENIMIENTO

El mantenimiento consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa.

2.5.1. Objetivos del mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es conservar los componentes del sistema productivo en condiciones deseadas con el menor costo posible y de manera reditua para lograr un desempeño optimo por un lapso de tiempo.

Para el departamento de mantenimiento, el propósito primordial y último es impulsar y cooperar a la generación de utilidades por la empresa. Esta meta, está sumamente ligada con la función de producción como medio para generar utilidades.

Los objetivos de la función de mantenimiento son los siguientes:

Costos Mínimos

- Asegurar la máxima productividad de la nómina de mantenimiento.
- Reducir al mínimo el mantenimiento correctivo.
- Minimizar el stock inactivo en almacén.

- Extender la vida útil y productiva de las máquinas.

Ahorro energético

- Controlar el rendimiento energético de las máquinas.
- Evitar y controlar fugas de vapor, aire presurizado y demás formas energía.

Máxima producción

- Asegurar máxima disponibilidad de las máquinas.
- Reparar fallas en el menor tiempo posible con el menor costo.

Calidad

- Eliminar desperfectos de las máquinas que afectan la calidad de los productos.
- Asegurar que los equipos que controlan la calidad de producto funcionen perfectamente.

Higiene y seguridad laboral

- Mantener las protecciones de seguridad de los equipos.
- Capacitar al personal en la prevención de accidentes.

Conservación del medio ambiente

- Controlar fugas y derrames de materiales peligrosos al momento de realizar trabajos.
- Evitar fugas de agua y desperdicios de energía eléctrica.

Métodos de prevención de fallas

En toda empresa, especialmente en el sector industrial, hay muchas áreas que atender, pero la producción es una de las más importantes. Los negocios se enfrentan a reto diario de la fabricación de productos según unos plazos, características y estándares de calidad.

Desafortunadamente, muchas empresas de este sector suelen tener problemas relacionados con la productividad y eficiencia de sus procesos de producción. De este modo, comprendiendo la singularidad de cada empresa, existen una serie de problemas comunes que afectan a gran parte de los negocios industriales.

2.5.2. Técnicas y sistemas para reducir las fallas de producción

Existen varios caminos para disminuir los fallos y/o defectos en el proceso de producción industrial. Estas son algunas de las técnicas tradicionales para evitar incidencias e imprevistos en la cadena de producción:

- **Medidas preventivas.** Reemplazar equipos obsoletos o renovar máquinas que comienzan a dar permanentes fallos son algunas de las medidas más básicas

que adoptan las empresas para prevenir futuros problemas. Sin embargo, este tipo de técnica puede resultar muy costosa para el equipo de mantenimiento, que estará realizando constantemente revisiones y posibles reemplazos de maquinaria que interrumpirán frecuentemente el proceso de producción.

- **Inspecciones regulares.** Las inspecciones regulares forman parte del punto anterior. Toda empresa debe contar con un equipo de mantenimiento que se dedique, al menos, de forma regular a supervisar la maquinaria para que esta funcione correctamente en todo momento. Sin embargo, es interesante plantearse si este tipo de medidas son suficientes y, sobre todo, eficientes al 100%.
- **Atender los flujos de comunicación.** La comunicación es esencial en cualquier empresa para garantizar una buena gestión de la misma. Mantener un contacto positivo y constante entre los empleados de producción y el resto de departamentos es un punto básico para evitar futuros errores.
- **Mantenimiento de los controles de calidad.** La innovación en el diseño de producto y otros aspectos son inútiles si la línea de producción no se controla regularmente. [5]

2.6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es el acto de realizar actividades de mantenimiento programadas regularmente para ayudar a prevenir posibles fallos en el futuro. En pocas palabras, se trata de arreglar las cosas antes de que se rompan.

A través del machine learning, la analítica de datos operativos y el monitoreo predictivo del estado de los activos, los ingenieros pueden optimizar el mantenimiento, técnicas de mantenimiento predictivo y reducir los riesgos de confiabilidad para las operaciones comerciales o de la planta. El software diseñado para respaldar el mantenimiento preventivo ayuda a producir operaciones estables, garantizar el cumplimiento de las garantías y solucionar los problemas que afectan la producción, antes de que sucedan.

El mantenimiento preventivo implica planificar tareas de mantenimiento y asegurar la permanencia operacional de los equipos y las capacidades funcionales de la organización, realizando inspecciones, detecciones y prevención sistemática de fallas; está enfocado en mantener la vida útil de los equipos, evitando fallas tempranas, minimizando impactos y costos.

2.7. VINCULO DEL MANTENIMIENTO CON LA CALIDAD

El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad de los productos. El equipo con un buen mantenimiento produce menos desperdicios que el equipo con un mantenimiento deficiente.

El mantenimiento puede contribuir de manera significativa a mejorar y mantener productos de calidad; por ejemplo, la capacidad de una máquina herramienta en su mejor condición producirá más del 99% de piezas dentro de las tolerancias aceptadas

Después de que la máquina ha estado en servicio durante algún tiempo y se ha presentado desgaste en algunos de los componentes de la máquina, habrá mayor traqueteo y vibración. La distribución de las características de calidad tendrá mayor variación y se producirán más piezas fuera de las especificaciones. Además, más piezas tendrán algunas características de calidad particulares alejadas del valor meta de dichas características. En términos generales, un proceso fuera de control genera productos defectuosos y, en consecuencia, aumenta los costos de producción, lo cual se refleja en una menor rentabilidad, que pone en peligro la supervivencia de la organización.

El mantenimiento es un sistema que opera en paralelo con la función de producción. La principal salida de la producción es el producto deseado con un cierto nivel de calidad, que es definida por el cliente. Conforme continúa el proceso de producción, se genera una salida secundaria, a saber, la demanda de mantenimiento, que es una entrada al proceso de mantenimiento.

La salida del mantenimiento es un equipo en condiciones de dar servicio. Un equipo con un buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una entrada secundaria a producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad de producción y controlar la calidad y la cantidad de la salida. La figura 2.6 ilustra las relaciones entre producción, calidad y mantenimiento.

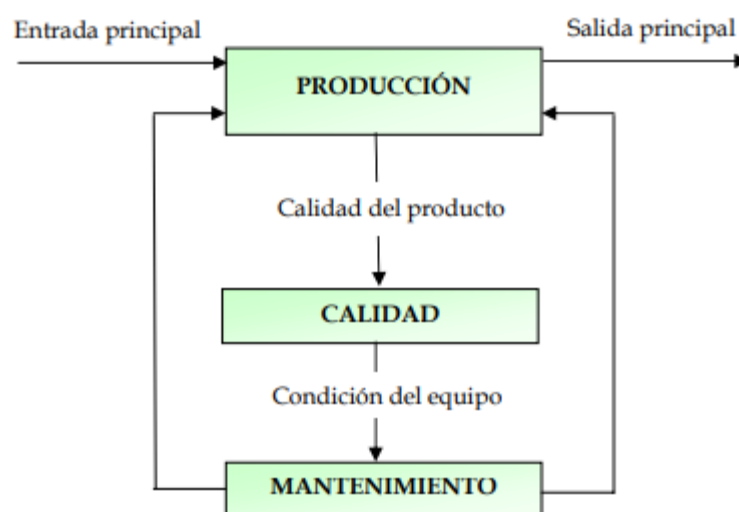


Ilustración 2.6 Relación entre producción, calidad y mantenimiento

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA LA ELABORACION DEL PLAN DE MATENIMIENTO Y CALIBRACION DE LOS EQUIPOS

3.1. INVENTARIO DE EQUIPOS

Un inventario es un documento donde se registran todos los bienes tangibles y en existencia de una empresa, que pueden utilizarse para su alquiler, uso, transformación, consumo o venta.

De acuerdo a lo antes indagado y visualizando las necesidades dentro de la planta podemos determinar que:

El tener el control de los equipos, nos ayudaría a tomar las mejores decisiones para lograr el objetivo necesario, en cuanto a cómo combatir la falla de cada máquina, si está a nuestro alcance y que tan favorable es su reparación.

El inventario de dichos equipos nos facilita la intervención hacia ellos. La idealización de crear un inventario es con el objetivo de tener en dicho formato la maquinaria existente, con algunas de sus características, para poder identificarlas de manera eficaz, como puede ser: su marca, su codificación, así como también llevar un control de su fecha de calibración y de mantenimiento, su modelo, su capacidad, su número de serie y la ubicación de dicho equipo dentro de la planta.

En cuanto a sus constantes reparaciones, dentro de este formato seria enriquecedor poner las piezas sobre las que se ha reparado, esto favorece al momento de realizar las compras de las reparaciones necesarias.

Dentro de la industria, consideramos que este formato realizado es una mejora continua para el mantenimiento y la calibración de las máquinas de soldar, que benefician a la misma, debido a que el control de los equipos es favorable y se obtiene una producción eficaz, sin tantos paros.

En la tabla 1 podemos ver el inventario que realizamos a las 30 máquinas de soldar con las que se estaban trabajando en ese momento dentro de la empresa, asignándoles un ITEM, codificación (la cual se explicara explícitamente en el siguiente subtema), marca y ubicación del equipo,

Tabla 1. Inventario General de Equipos de Soldadura

ITEM	CODIFICACIÓN (MANUAL)	MARCA	UBICACIÓN
1.	ER - 7	EUTECTIC	TALLER
2.	ER - 9	MILLER	TALLER
3.	ER - 13	ISSA	TALLER
4.	ER - 12		
5.	ER - 16	LINCOLN ELECTRIC	TALLER
6.	ER - 18	MESSER	TALLER
7.	ER - 19	ULTRASOLD	CONTENEDOR CECAP
8.	ER - 20	MILLER	TALLER
9.	ER-21	MAC´S	TALLER
10.	ER - 23	MILLER	TALLER
11.	ER - 30	LINCOLN ELECTRIC	CONTENEDOR CECAP
12.	ER - 32	LINCOLN ELECTRIC	CONTENEDOR CECAP
13.	ER - 33	LINCOLN ELECTRIC	TALLER
14.	ER-35	LINCOLN ELECTRIC	CONTENEDOR CECAP
15.	ER-46	ESAB	CONTENEDOR CECAP
16.	ER-47	ESAB	CONTENEDOR CECAP
17.	ER-49		
	CODIFICACIÓN (TIG)		
18.	TG - 1	MILLER	TALLER
	CODIFICACIÓN (MULTIPROCESO)		
19.	MP - 3	FRONIUS	CONTENEDOR CECAP
20.	MP - 4	FRONIUS	TALLER
21.	MP - 6	FRONIUS	TALLER
	CODIFICACIÓN (SEMIAUTOMATICA)		
22.	SS - 2	MILLER	TALLER
23.	SS - 3	LINCOLN ELECTRIC	TALLER
24.	SS - 4	MILLER	CONTENEDOR CECAP
25.	SS - 5	LINCOLN ELECTRIC	TALLER
26.	SS - 7	LINCOLN ELECTRIC	TALLER
27.	SS - 8	LINCOLN ELECTRIC	TALLER

Continuación de **Tabla 1.**

28.	SS - 9	MILLER	CONTENEDOR CECAP
29.	SS - 11	CHAMPION HOBART	TALLER
	CODIFICACIÓN (AUTOMÁTICAS)		
30.	SA - 1	LINCOLN ELECTRIC	TALLER

3.2. CODIFICACION DE EQUIPOS

La codificación en la industria es un proceso mediante el cual se asigna un identificador único a cada equipo, producto, ítem o sistema dentro de una empresa

De acuerdo a lo anterior y para tener un mejor control de las máquinas, es necesario tener una codificación que identifique a cada una de ellas

3.2.1. Primeros 2 dígitos:

Se refiere al tipo de proceso para el que se utiliza dicha máquina.(ver tabla 2)

Tabla 2. Codificación de primeros 2 dígitos

DIGITOS INICIALES	PROCESO
ER	Maquina Manual
SS	Semiautomática
TG	Tungsten Inert Gas (TIG)
MP	Semiautomáticas multiproceso
SA	Automáticas (Arco Sumergido)

3.2.2. Tercer dígito:

Llevar un numero consecutivo de las maquinas en existencia en el taller, de acuerdo al tipo de proceso de la misma es de mucha importancia, pues tendremos contabilizados dichos equipos, para un mayor control y sobre todo disponibilidad de los mismos.

3.2.3. Codificación completa.

El número después del guion, será, según la cantidad de máquinas que existan del mismo proceso. (ver tabla 3)

Tabla 3. Codificación completa de equipos

CODIFICACION	PROCESO
ER-1,2,3....n	Maquina Manual
SS-1,2,3....n	Semiautomática
TG-1,2,3....n	Tungsten Inert Gas (TIG)
MP-1,2,3....n	Semiautomáticas multiproceso
SA-1,2,3....n	Automáticas (Arco Sumergido)

En las ilustraciones 3.1 y 3.2 podemos observar dos ejemplos diferentes de codificación en máquinas manuales y TG.



Ilustración 3.1 Máquina con la codificación ER-32



Ilustración 3.2 Máquina con la codificación TG-1

3.3. PARTES DE UNA MAQUINAS DE SOLDAR

Para conocer las principales fallas en las máquinas de soldar, primero debemos conocer algunas de las partes que componen a este equipo para tener un amplio conocimiento sobre las mismas; por lo tanto, podemos decir que las máquinas de soldar estar construidas por diferentes partes que deben ser consideradas al momento de darles mantenimiento. Estas podemos clasificarlas en: partes fijas, partes electrónicas, partes mecánicas y partes eléctricas.

Partes fijas

Éstas se componen por diferentes elementos, los cuales cumplen funciones de protección para los diferentes mecanismos de funcionamiento de la máquina. De este grupo se pueden destacar: el chasis armado, el ducto armado; las diferentes tapas: frontal, posterior, laterales; los bafles laterales, la abrazadera para capacitor y la cubierta.

Partes electrónicas

Dentro de este grupo los componentes realizan diferentes funciones, sin embargo todas van enfocadas a la retención y conducción de energía de la herramienta. Las partes electrónicas se componen por placas rectificadoras, diodos, capacitor y el filtro del rectificador.

Partes mecánicas

Las diferentes cintas, el soporte de flecha, perilla para manivela, el interruptor de línea, tablero porta bornes, así como el empaque para base de gancho son los componentes mecánicos de la soldadora.

Partes eléctricas

El componente principal de este grupo es el motor ventilador, pues el buen funcionamiento de la soldadora depende de él. Éste se encuentra equipado por baleros sellados, un transformador principal y un selector para cada tipo de corriente.

3.4. FALLAS CON MAYOR FRECUENCIA

De acuerdo a los antecedentes de las máquinas en cuanto a sus fallas y conociendo algunas de las partes que componen a estas mismas podemos determinar cuáles son las fallas más concurrentes entre las cuales se encuentran las siguientes.

La máquina no arranca: esto suele ser por un fusible fundido de la línea de alimentación, dicho circuito de potencia muertos, a sobrecarga o la entrada de voltaje incorrecto. Si el problema es con el circuito, entonces el voltaje de entrada debe ser revisado y corregido. Si existen sobrecargas, entonces se debe dejar que el dispositivo de soldadura se enfríe durante algún tiempo, revisar la entrada de tensión y dejarla siempre como indique el manual.

Máquina de soldadura se detiene de repente: Este problema puede deberse a la obstrucción en la ventilación, fallas de ventilador de refrigeración interno, o sobrecarga. Para esto, tenemos que comprobar si todos los elementos de ventilación están libres y limpios. Si el ventilador de refrigeración interno no funciona, entonces las conexiones deben ser reparadas o reemplazadas.

Problema con el interruptor de polaridad: No funciona debido al desgaste de la conexión o a un uso rudo e inadecuado del interruptor cuando la máquina está aún bajo carga, lo que puede dañar la función del interruptor de polaridad.

El soporte del electrodo se calienta: La razón detrás de esto podría ser, conexión floja o tamaño incorrecto del soporte del electrodo.

Choques eléctricos al operador: El problema se produce si el bastidor de la máquina de soldadura no está correctamente conectado a tierra.

Cables de soldar se calientan: Esto ocurre cuando el cable utilizado en la máquina de soldadura no es de tamaño apropiado.

Abrazaderas en mal estado: Situación recurrente por óxidos que pueden dañar la pinza, ocasionando que los electrodos no pueden transferir fácilmente y ocasionen una alta resistencia en la máquina, lo que altera el flujo de la corriente. Es conveniente que la pinza sea revisada y limpiada periódicamente.

El cable dañado: Se debe reemplazar el cable de la máquina de soldar tan pronto como sea posible, porque puede causar muchos problemas a la máquina y también puede afectar mucho el trabajo de soldadura.

La máquina de soldar no se apaga: Esto ocurre cuando el interruptor de la línea está desgastado o tiene una falla mecánica, por lo que deberá ser sustituido.

3.5. RECOLECCION DE INFORMACIÓN TECNICA

Para poder realizar un buen programa de mantenimiento es necesaria una buena documentación, como la información técnica de los equipos, recomendaciones del fabricante, catálogos, equipos similares, estrategia de estadísticas de falla y lo más importante la información suministrada por el operador. Aunado a esto, una buena administración y control de los catálogos y planos es reflejo de una adecuada integración entre los recursos técnicos y administrativos de mantenimiento y organización a los mayores recursos de la empresa.

En nuestro caso, menos del 50% de las maquinas poseen catálogos haciendo que esto se vuelva una dificultad al tener que planear actividades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes. Así, la información suministrada por el Ing. Juan Carmona fue muy valiosa ya que tiene una gran experiencia en el manejo de estos equipos, el ingeniero se encarga de los mantenimientos externos dentro de la empresa. MIF al ser una empresa que no cuenta con trabajo asegurado al menos por 2 años, se retiene para contratar un ingeniero de planta en el área de mantenimiento, es así que se tiene a un técnico en el área de mantenimiento y se requiere de su trabajo solo en casos mayores.

Con la ayuda del Ing. Juan Carmona se identificaron los modos usuales de fallas de los equipos y las acciones para evitarlas y obtener la mayor eficiencia de estos.

3.6. ALMACEN Y MANEJO DE REPUESTOS

Al no haber un seguimiento con inventarios y compras, el mantenimiento tiende al fracaso por la calidad y falta de oportunidad en su servicio.

En Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V. se maneja un almacén que integra todos los insumos y medios para la elaboración de los tanques a presión. En esta área se manejan materia prima, herramientas, instrumentos de medición, materiales para los equipos a fabricar (diferentes tipos de bridas, tapón cap., tornillos, tuercas, etc.) y stock de repuestos para los diferentes máquinas.

Con respecto al mantenimiento, en el almacén se cuenta con los repuestos con los cuales abastece una cierta parte del mantenimiento y otra parte de los repuestos esta resguardado en el área de calidad por cuestiones de falta de profesionalismo en el almacén; sin embargo se cuentan con los suficientes suministros de las partes que más pueden necesitar un repuesto y en caso de ser alguna parte no prevista o de la que no se tienen repuestos, entonces se realiza la requisición necesario y el departamento de compras realiza la respectiva gestión para su adquisición

A continuación se muestran imágenes de algunos de los repuestos que están en stock, libres para ser ocupados en cuanto se requiera.



Ilustración 3.3 Repuestos para máquinas de soldar (manuales y semiautomáticas)



Ilustración 3.4 Repuestos para TIG



Ilustración 3.5 Cuello de ganso y piezas



Ilustración 3.6 Cable porta electrodo



Ilustración 3.7 Pinza para tierra

Cada persona que requiera de un cambio o reposición de algún insumo, deberá llenar un vale como el de la ilustración de abajo para tener un control de estos y a su vez el inspector de soldadura verifique que efectivamente la maquina lo requiere.

CANTIDAD	UNIDAD	FECHA	DESCRIPCIÓN
4	PZAS	12-06-23	PINZA P/TIERRA DE 300 AMP
4	PZAS		TERMINAL DE BLOQUE DE 300 AMP

AUTORIZO: _____
NOMBRE Y FIRMA: Humberto S.T.

RECIBIO: _____
NOMBRE Y FIRMA: Humberto S.T.

Ilustración 3.8 Ejemplo de vale de equipo, insumos y herramienta

3.7. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Con el objetivo de garantizar la fiabilidad y el rendimiento óptimo de los equipos, nos informamos acerca de las estrategias de mantenimiento las cuales implican inspecciones periódicas, supervisión y medidas proactivas para minimizar el tiempo de inactividad de los equipos y prolongar su vida útil.

Para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo realizamos un formato de manera general el cual lleva registros y código del equipo (ver tabla 13). Las columnas estas descritas de la siguiente manera:

Componentes: Hace referencia al accesorio o componente que es parte del equipo o máquina.

Modo de falla: Las fallas usuales que presenta el equipo o componente durante su operación.

Acciones para evitar la falla: Ejecución de actividades necesarias que requiere el equipo para evitar la falla.

Frecuencia: Periodo o intervalo en que se debe hacer la actividad para evitar la falla.

Materiales y herramientas: Son los elementos de consumo y las herramientas que requiere dicha actividad.

Equipos que se usan para el mantenimiento: Herramientas que requiere el mantenimiento a ejecutar

Mano de obra: Persona idónea para ejecutar y garantizar dicha actividad.

3.7.1. Acciones preventivas diarias para el equipo de soldadura

Inspección:

- Verificar que todas las conexiones eléctricas estén firmes y bien aisladas.
- Inspeccionar el cable de antorcha, el cable de masa y la antorcha misma.
- Verificar diferentes conexiones de la botella y reductores de presión.
- Durante el funcionamiento del equipo verifique el correcto funcionamiento del ventilador. Este no debe presentar ruidos y vibraciones anormales.
- Mantener limpia la boquilla de escorias de metal. En la limpieza no utilizar cuerpos puntiagudos para no deteriorar el orificio de la boquilla.
- Cuando cambie el calibre del alambre o tipo revise los rodillos y calibre de la guía de alambre.

En la ilustración 3.10 se muestra evidencia del trabajo que se realizó en cuanto a inspecciones preventivas diarias para evitar la falla en el equipo de soldadura, estas realizadas por nosotras autoras del presente proyecto.

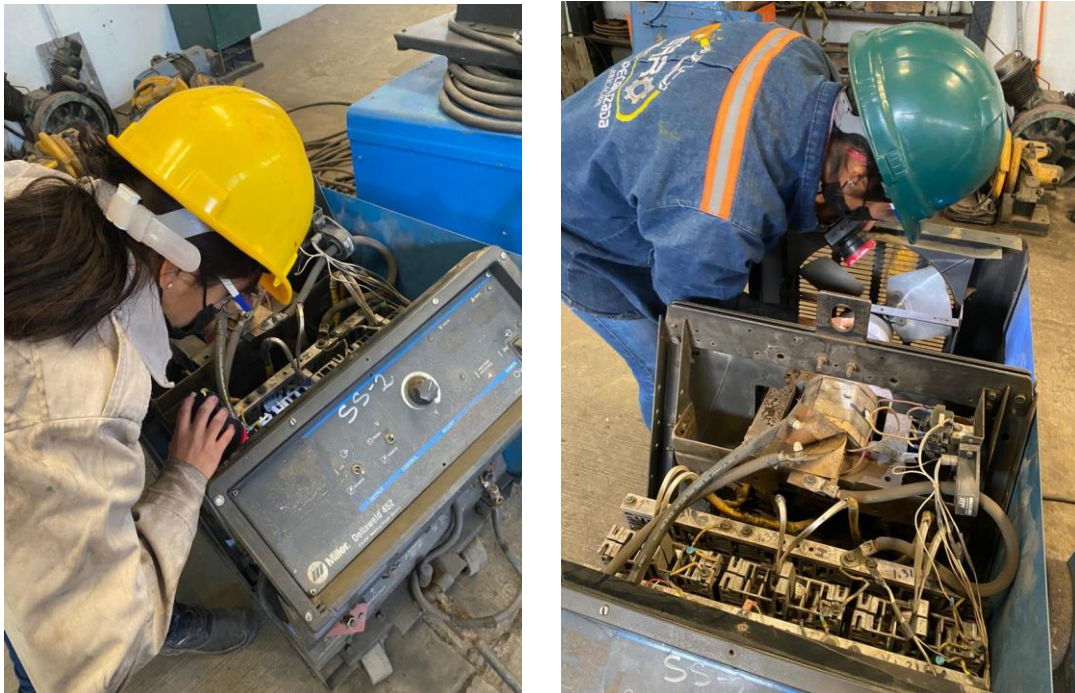


Ilustración 3.9 Inspección visual de conexiones y sistema de ventilación

Limpieza:

- Al finalizar la jornada de trabajo limpiar exteriormente el equipo

Almacenamiento correcto de los electrodos revestidos

Los electrodos deben almacenarse de forma segura y mantenerse siempre secos, lejos de la humedad. Esto se debe a que la humedad destruye las características del revestimiento del electrodo. Esto puede causar salpicaduras excesivas durante la soldadura. También puede causar debilidad y agrietamiento en el área soldada. Cualquier electrodo expuesto al aire húmedo durante más de unas horas debe precalentarse antes de su uso. Si no se sabe con seguridad cuánto tiempo han estado expuestos a la humedad, los electrodos deben volver a secarse calentándolos en un horno adecuado. Cuando se secan, los electrodos deben almacenarse en algún tipo de recipiente a prueba de humedad o en un horno de mantenimiento.

En las ilustraciones 3.11 y 3.12 se muestra el horno de secado que se encuentra en MIF; horno que es utilizado para la protección y aseguramiento de los distintos tipos de electrodo para mantenerlos en buen estado y con ello obtener buenos resultados a la hora de soldar con este material.



Ilustración 3.10 Horno de secado (soldadura de código)



Ilustración 3.11 Interior de horno de secado

Se tiene una temperatura recomendada de acuerdo al código ASME sección II parte “C”. Para electrodos de bajo hidrogeno en área de sostenimiento se recomienda una temperatura de 75 a 150°C y para el área de fundente son 50°C. En la ilustración de abajo se muestra la temperatura de sostenimiento y la de fundente en el horno mostrado anteriormente.



Ilustración 3.12 Temperaturas de sostenimiento y fundente



Ilustración 3.13 Recipientes de almacenamiento a prueba de humedad.

Este punto es de gran importancia; pues es una acción preventiva a tomar en cuenta por el inspector autorizado por ASME. El inspector al realizar su trabajo revisando el equipo soldado para la aprobación y liberación del estampado de dicho equipo, al visualizar electrodos en el área y no almacenados correctamente, él tiene la autorización para rechazar todo el equipo a causa de este hecho y de esta manera causando un grave problema para la empresa al retrasar las actividades previstas para la liberación total del equipo.

3.8. ANALISIS DE CRITICIDAD PARA MAQUINAS MANUALES Y SEMIAUTOMATICAS

Se decidió realizar el análisis de criticidad a las máquinas más utilizadas en el taller de soldadura (manual y semiautomática), se tomaron en cuenta algunos criterios necesarios para llevar a cabo una ponderación que permitió saber el nivel de criticidad de cada sistema que conforma la máquina.

La valoración con la que se evaluó fue adaptada a la realidad de nuestro estudio, por lo tanto lo que se encuentra en teoría esta direccionado directamente a empresas de producción dentro de esta rama.

Los siguientes son los criterios en los que nos basamos para la evaluación:

Tabla 4 *Criterios de valoración para las siguientes evaluaciones*

Tabla de valoración	
Imposible	(1-2)
Remoto	(3-4)
Ocasional	(5-6)
Frecuente	(7-8)
Muy frecuente	(9-10)

Tabla 5. Criterios para Evaluar Frecuencia de Fallas.

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR FF
Mayor a 4 fallas/semestre	4
2-4 fallas/semestre	3
1-2 fallas/semestre	2
Mínimo una falla/semestre	1

Tabla 6. Criterios para Evaluar Impacto Operacional

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR IP
Parada total inmediata de Máquina	10
Parada Parcial de la Máquina	8
Impacto a Niveles de Operación (Indisponibilidad)	5
No genera ningún efecto significativo sobre las demás actividades	1

Tabla 7. Criterios para Evaluar Flexibilidad Operacional

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR FO
No existe otra Máquina o Equipo que lo reemplace	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1

Tabla 8. Criterio para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental y Humana.

IMPACTO SAH	VALOR SAH
Afecta a la Seguridad Humana	10
Afecta al Ambiente produciendo daños Irreversibles	7
Afecta las Instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no afecta considerablemente	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	0

Criticidad

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

Seguridad

Ambiente

Producción

Costos (operacionales y de mantenimiento)

Tiempo promedio para reparar

Frecuencia de falla

De acuerdo con lo anterior, ya establecidos estos criterios para evaluación de Criticidad se estableció la Matriz de Criticidad con sus respectivos colores y leyendas.

MATRIZ DE CRITICIDAD

 NO CRÍTICO (NC)

 CRÍTICO (C)

 SEMI CRÍTICO (SC)

 MUY CRÍTICO (MC)

FRECUENCIA DE FALLAS	4	SC	C	C	MC	MC
	3	SC	SC	C	MC	MC
	2	NC	NC	SC	C	C
	1	NC	NC	SC	SC	C
		1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41-50
		CONSECUENCIA				

3.8.1. Criticidad de máquina de soldadura manual

Tabla 9. Cálculo de Criticidad de la Soldadora Manual

SISTEMA	ELEMENTOS	IP	FO	SAH	FF	CRITICIDAD	ESTADO DE CRITICIDAD
Manual	Carcasa	5	2	2	1	10	
Control	Regulador de corriente	8	2	5	1	16	
Eléctrico	Pinza de maza	8	2	5	1	16	
	Pinza porta electrodo	8	2	5	2	17	
	Generador	10	2	10	1	23	
	Cable porta electrodo	5	2	5	1	13	
	Cable de maza	5	2	5	1	13	

Matriz de Criticidad de la Soldadora Manual

FRECUENCIA DE FALLAS	4					
	3					
	2		Pinza porta electrodo			
	1	Carcasa	Regulador de corriente - pinza de maza - cable porta electrodo - cable de maza	Generador		
		1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41-50
		CONSECUENCIA				

3.8.2. Criticidad de máquina de soldadura Semiautomática

Tabla 10. Cálculo de Criticidad de la Soldadora Semiautomática

SISTEMA	ELEMENTOS	IP	FO	SAH	FF	CRITICIDAD	ESTADO DE CRITICIDAD
Manual	Carcasa	5	2	2	1	10	
	Cilindro de gas	5	2	10	1	18	
Alimentación	Pistola	10	2	10	2	24	
Control	Válvulas reguladoras de gas	5	4	10	1	20	
	Regulador de velocidad de alambre	5	4	2	3	14	
	Regulador de corriente	5	4	10	1	20	
Eléctrico	Generador	10	4	10	3	27	
	Cable de la pistola	10	2	2	1	15	
	Cable de maza	10	2	2	1	15	
	Interruptor	10	2	2	2	16	

Matriz de Criticidad de la Soldadora Manual

FRECUENCIA DE FALLAS	4					
	3		Regulador de velocidad de alambre	Generador		
	2		Interruptor	Pistola		
	1	Carcasa	Cilindro de gas- válvulas reguladoras de gas-regulador de corriente-cable de pistola y maza			
		1 – 10	11 - 20	21 – 30	31 – 40	41-50
CONSECUENCIA						

3.9. CALIBRACIÓN

Para la calibración de las maquinas nos basamos en el “**Programa Anual de Calibración de Máquinas de Soldar**” realizado por la empresa, el cual no es llevado a cabo como debería ser. En la tabla 11 se muestra el programa que emplearemos para el presente proyecto durante nuestra estancia.

Tabla 11. Programa anual de calibración de máquinas de soldar



MECATRÓNICA INGENIERÍA Y FABRICACIÓN, S.A. de C.V.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINAS DE SOLDAR "2013"

No	MECATRONICA INGENIERIA Y FABRICACION MAQUINA	CODIGO	RESPONSABLE	AVANCE	STATUS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
						1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
1	Máquinas de Soldar	ER, SS, MP, TG			P	■	■	■	■									
					R													

■

 Mantenimiento preventivo

■

 Mantenimiento preventivo y calibracion

■

 Realizado

Para poder realizar el trabajo en tiempo y forma dentro de la empresa, los equipos de soldadura deben estar en condiciones optimas para ejecutar su funcion. Esto conlleva a utilizar una potencia eléctrica que, si no está en buenas condiciones, puede suponer un grave peligro para el soldador. Por ello, la legislación obliga a los dueños de los equipos a que estos pasen por un proceso de calibración cada seis meses; ya sea con un objetivo preventivo o para reparar algún fallo que haga que la máquina no funcione como debería, y esto con el fin de obtener un certificado de calibración de los equipos.

3.9.1. Estándar de calibración

Ahora, pasamos a elaborar el estándar de calibración que utilizaremos para las máquinas de soldar manuales y para las semiautomáticas. En general, cada máquina viene con su propio manual, sin embargo para este proyecto decidimos utilizar un estándar recomendado por “Grupo INFRA” quien actualmente participa en la producción, venta y distribución de una amplia variedad de gases, tales como gases industriales, de alta pureza, especiales y medicinales. Además, provee máquinas de soldadura y corte, equipos de protección personal (EPP) y una amplia gama de productos de soldadura.

En Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación la soldadura que se utiliza comúnmente en taller es acero al carbono E-7018, por tanto, en la tabla 11 se muestran los amperajes para este tipo de electrodo. A su vez en la tabla 12 se muestran los Voltajes y amperajes sugeridos para alambres tubulares con el que se realiza el proceso Flux Cored Arc Welding.

Tabla 12. Tabla de amperajes para electrodos revestidos

ACEROS AL CARBONO	2.4 mm (3/32")	3.2 mm (1/8")	4.0 mm (5/32")	4.8 mm (3/16")
INFRA 10 - S	60 - 80	80 - 120	110 - 160	140 - 190
INFRA 10 - P	N/A	75 - 115	110 - 155	140 - 185
INFRA 11	50 - 85	80 - 125	120 - 165	145 - 190
INFRA 13 VD	55 - 90	85 - 130	125 - 165	150 - 190
INFRA EXCEL ARC	55 - 90	90 - 130	N/A	N/A
INFRA PUNTA NARANJA	55 - 90	85 - 130	125 - 165	N/A
AW ECO WELD 6013	55 - 90	85 - 130	125 - 165	N/A
INFRA 724	N/A	100 - 150	140 - 190	190 - 230
INFRA 718	70 - 100	90 - 140	130 - 170	160 - 200
AW ECO WELD 7018	70 - 100	90 - 140	130 - 170	160 - 200

Tabla 13. Voltajes y amperajes sugeridos alambres tubulares (FCAW)

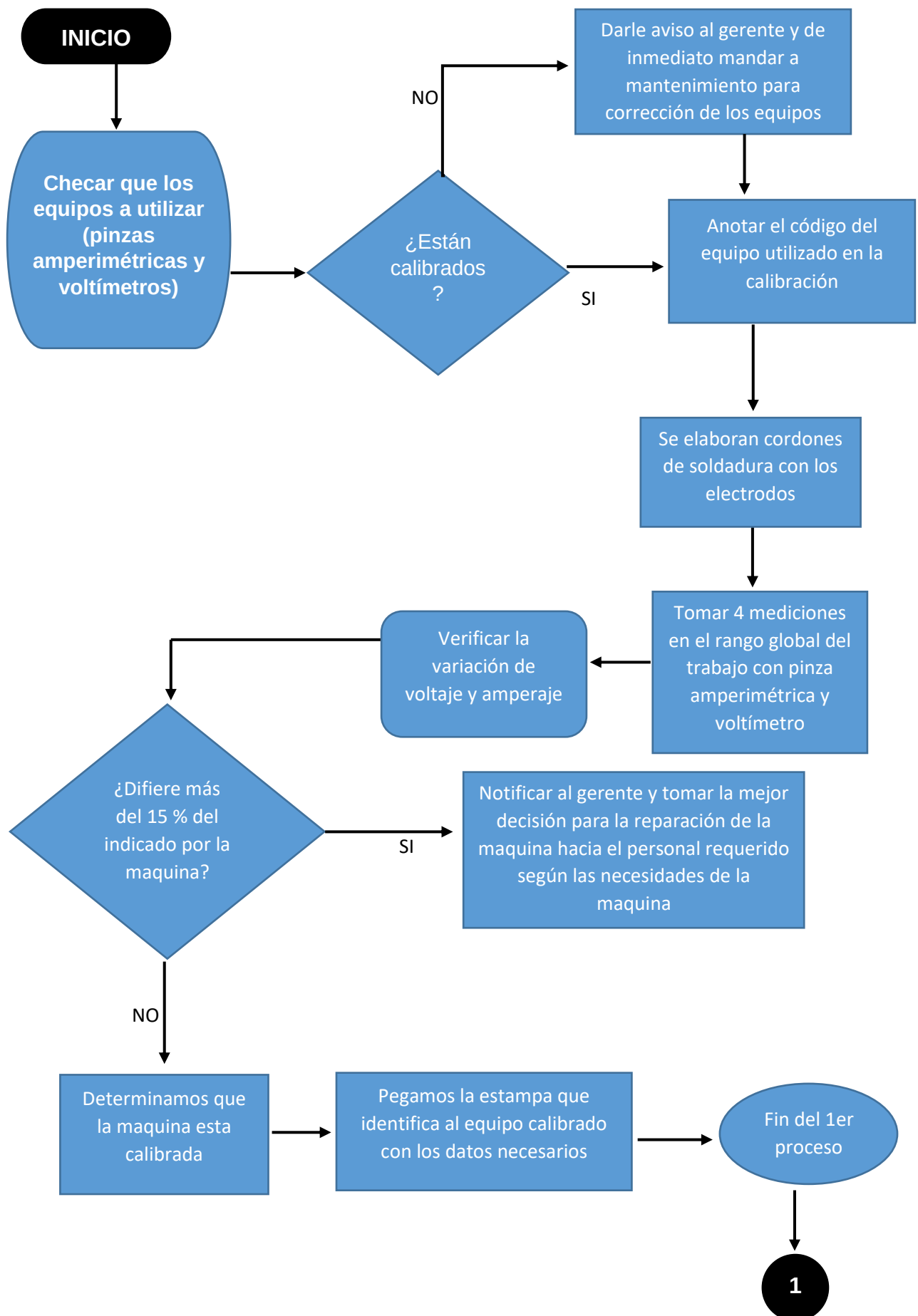
Diámetro alambre pulg.	Amperaje	Voltaje
0.045"	140 - 160	24 - 27
	160 - 180	25 - 28
	180 - 200	26 - 29
	200 - 220	27 - 30
	220 - 240	27 - 30
1/16"	200 - 240	25 - 28
	240 - 260	25 - 28
	260 - 280	26 - 29
3/32"	300 - 380	26 - 32

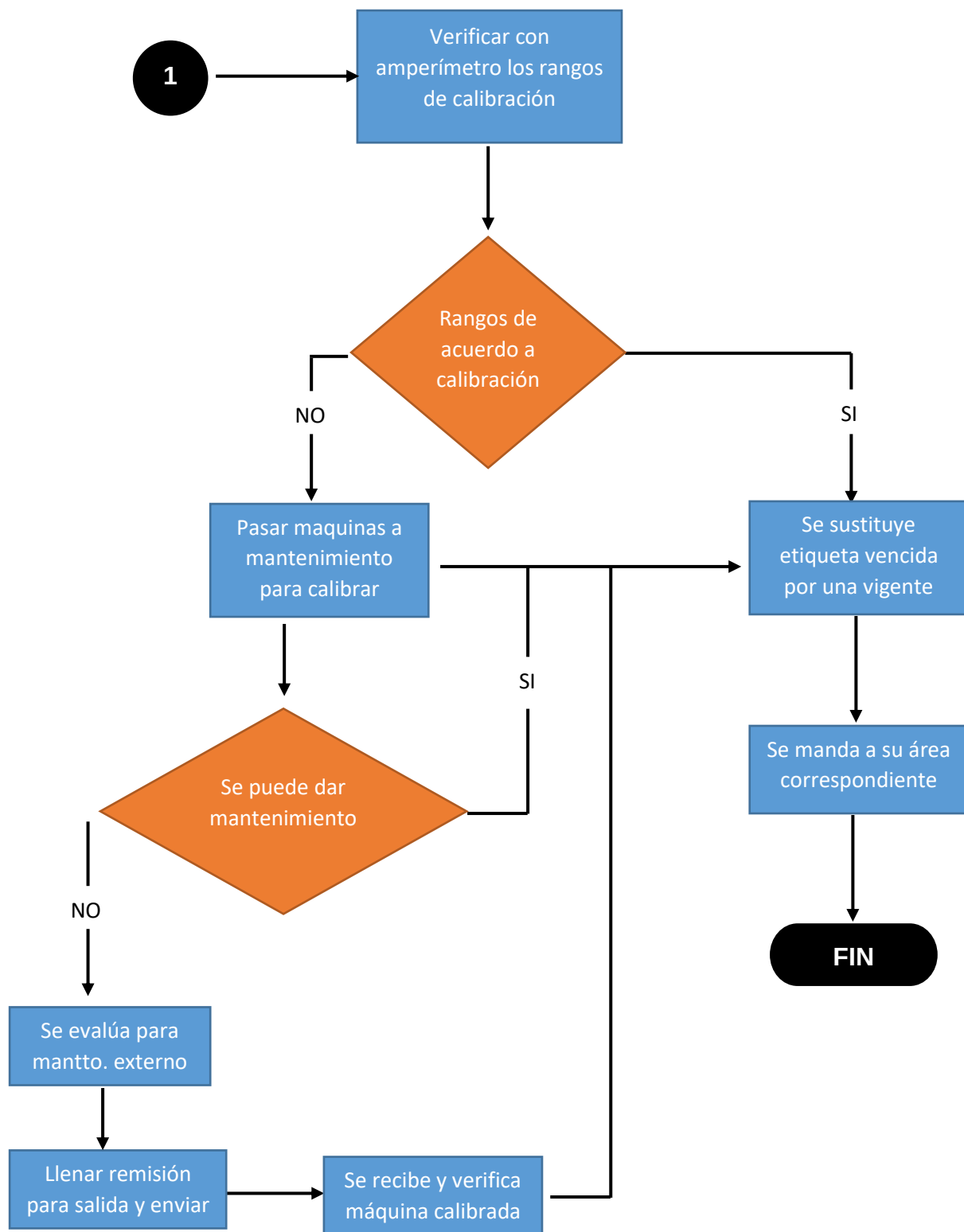
En el ANEXO VII podrás obtener la tabla general de amperajes para electrodos revestidos ya que en este apartado solo mostramos la información necesaria para el tipo de soldadura que se utiliza comúnmente en MIF.

3.9.2. Diagrama de flujo para calibración de máquinas de soldar

Posteriormente realizamos un diagrama de flujo para planificar el proceso de calibración y de esta manera sea fácil de comprender y ejecutar el plan descrito.

A continuación se muestra el diagrama de flujo.





CAPITULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

En este capítulo planteamos básicamente los resultados del proyecto, las actividades realizadas tanto por el tema de mantenimiento preventivo como el plan o procedimiento de calibración; cabe mencionar que ambas actividades se fueron haciendo a la par para no perder tiempo y a su vez ocuparnos de las tareas asignadas por nuestra asesora externa.

Dicho esto, comenzamos con un formato que se diseñó con el fin de tener documentado el mantenimiento de la máquina de soldar, dicho formato lo llamamos “Lista de verificación y mantenimiento preventivo de equipo de soldadura” (ANEXO II, además en el siguiente capítulo tenemos el mismo formato pero con resultados reales obtenidos); como encabezado tenemos lo que son datos generales de la maquina (marca, modelo, no. De máquina, fecha, entre otros.), enseguida tenemos un listado de las partes que se deben de revisar, limpiar y verificar para el correcto funcionamiento; hay unas celdas en donde se debe marcar si cumple o no con la condición requerida, se debe describir el estado en el que se encuentra y así finalmente escribir la acción correctiva para cada caso, todo esto dividido para las inspecciones visuales internas, externas y de funcionamiento. En la parte baja se encuentra un apartado de observaciones y una nota haciendo saber que si alguna inspección no cumple tendrá que retenerse y repararse, finalmente se tienen las firmas de las personas responsables de la inspección.

Por otra parte desarrollamos un procedimiento de calibración aplicable a todas las máquinas de soldar de Mecatrónica, Ingeniería y Fabricación S.A de C.V., ya sean para las maquinas manuales o para las semiautomáticas las cuales se deben operar con los cuidados adecuados tanto para el bien del soldador como para el buen uso y duración del equipo de soldadura.

4.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La lista de verificación ya mencionada se trata del mantenimiento general de la máquina de soldadura, pues con este formato se muestra un panorama amplio en cuanto a su estado; sin embargo en la tabla 13 (acciones para evitar la falla) se explican de manera breve las acciones preventivas de los componentes que fallan más a menudo, los cuales si se les atiende según el programa establecido en tiempo y forma, se tendrán resultados convenientes para el mantenimiento y por tanto para la producción eficiente dentro de la empresa.

Tabla 14. Acciones para evitar la falla

COMPONENTES	MODO DE FALLA	ACCIONES PARA EVITAR LA FALLA	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTA	EQUIPOS QUE SE USAN PARA MANTENIMIENTO	MANO DE OBRA
Transformador	Bajo amperaje y voltaje	Verificar medidas eléctricas en la bobina y evaluar su aislamiento	Cada 6 meses	Herramientas mecánicas y limpiador dieléctrico	Tester	Operador eléctrico-mecánico
Contactos eléctricos	Aislamiento	Limpiar platinas de cable. Verificar medidas eléctricas y calibrar amperaje	Semanal	Herramientas mecánicas y cinta aislante	Tester	Operador eléctrico-mecánico
Cableado	Aislamiento	Verificar su estado y medidas eléctricas	Diario	Cinta aislante eléctrica	Tester	Operador eléctrico-mecánico
Porta electrodos	Superficie de contacto sulfatado	Limpieza y ajustes de conectores	Cada 6 meses	Cepillo y pinza	NA	Operador eléctrico-mecánico

4.2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

En el siguiente procedimiento se muestra de manera detallada los pasos a seguir para una buena calibración del equipo, teniendo en cuenta la información recabada, así como estándares de amperajes y voltajes para las máquinas.

Equipo

- Se deberá contar con un amperímetro de gancho digital, calibrado de rango aceptable.
- Se deberá tener preparada una pieza de trabajo para poner en operación la máquina de soldar.
- La pieza puede ser de tubos o placas.

Verificación del equipo

- Teniendo las condiciones anteriores, se procede a realizar una inspección física y visible del estado que guarda el equipo. Este debe tener las cubiertas completas, botones, manijas completas, y en buen estado, además, el sistema de escape (si aplica) debe estar en buenas condiciones.
- Al encender el equipo, el motor debe de presentarse en buen estado, el equipo no deberá vibrar o presentar ruidos extraños.
- Al concluir la verificación física y visual del equipo se procederá a revisar los cables, los cuales deberán de tener su aislamiento en buen estado, además el maneral y las pinzas deberán estar en buen estado para realizar el trabajo. Los extremos de conexión a la máquina deberán tener terminales adecuadas.

Calibración

1. Se cuenta con un expediente de cada máquina de la organización, en la cual se presentan las características principales de cada máquina, programa de calibración, hoja de calibración y preventivo; y se tiene un expediente, con formato de calibración, y hoja de registro. (ANEXO III)
2. La calibración de la maquina debe ser efectuada por un operador de soldadura, por mantenimiento eléctrico y el Ingeniero de Soldadura que supervisará la calibración.
3. Debe realizarse de acuerdo a las fechas establecidas en el programa Anual de Mantenimiento y es de forma semestral.
4. Posteriormente se procede que el soldador calificado suelde la pieza de trabajo y con el amperímetro de gancho calibrado se verificará el rango de trabajo de la máquina de soldar.
5. El personal de mantenimiento realizará pruebas de soldadura con soldador calificado, soldando en posición plana con cualquier diámetro de electrodo. Con

los amperajes correspondientes para cada diámetro, utilizando la soldadura que se utiliza comúnmente en taller E-7018, son los siguientes:

Tabla 15. Rangos de amperaje según el diámetro de electrodo

<i>Diámetro</i>	<i>Amperaje</i>
3/32"	70-100
1/8"	90-140
5/32"	130-170
3/16"	200-280

6. El soldador aplicará un cordón con cualquier diámetro de electrodo y el personal de mantenimiento medirá con el amperímetro de gancho que se esté fundiendo el electrodo de acuerdo al amperaje y ajustará la perilla de la máquina de acuerdo a la lectura medida con el amperímetro y marcará en el "Formato de Calibración de Máquinas de Soldar" (ANEXO III).
7. Posteriormente el soldador aplicara varios cordones con diferentes electrodos y seguirá el mismo procedimiento que el punto anterior hasta que en la aplicación de los cordones, los amperajes tanto del amperímetro de gancho como de la caratula de la máquina no varíen +/- 10 amps, y se registrará en el "Formato de Calibración de Máquinas de Soldar" (ANEXO III).
8. Tratándose de máquinas semiautomáticas, el soldador aplicara unos cordones, el Ingeniero de Soldadura utilizando su amperímetro de gancho y sus puntas revisará el voltaje de la máquina y lo comparara con el voltaje del amperímetro, teniendo una tolerancia de +/- 2 volts.



Ilustración 4.1 Verificación de rango de trabajo

9. Una vez calibrada la máquina, el ingeniero de soldadura pegará una etiqueta de color verde, que indica que la máquina esta calibrada y en condiciones de uso, así como la fecha de su próxima calibración, “Máquina de soldar calibrada” (ANEXO IV). Esta etiqueta es otorgada por la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.
10. El Ingeniero de Soldadura anotará en su listado de máquinas la fecha de calibración y el mes de la próxima calibración.
11. En caso de que las máquinas de soldar se encuentren descalibradas, se les colocara una etiqueta roja “Máquina de soldar fuera de calibración” (ANEXO V) la cual indica que se encuentra descalibrada, se pasaran al área de mantenimiento tal como se muestra en la ilustración 4.2 en espera de calibración.



Ilustración 4.2 Máquinas listas para pegar pegatinas verdes o rojas según sea el caso

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS CON LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

Los resultados obtenidos durante el tiempo de desarrollo de este proyecto son satisfactorios, ya que llevando una serie de actividades se logra el objetivo de mantener en buen estado los equipos de soldadura.

Realizamos todas y cada una de las actividades previstas y establecidas en nuestro cronograma de actividades, entre las que más resaltamos son:

- Inventario de las máquinas de soldar
- Identificación de puntos críticos (cálculo de criticidad)
- Identificación de principales fallas
- Adquisición de repuestos
- Check list de mantenimiento
- Registro de calibración actualizado.

Dentro de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto, se logró mantener un control de todos los equipos que estaban operando, así como la verificación de que los repuestos se ocuparan adecuadamente y realizar el cambio de estos solo cuando sea necesario. En la ilustración 5.1 se muestra un formato lleno de “lista de verificación y mantenimiento preventivo de equipo de soldadura” (Anexo II), mostrando como ejemplo la maquina manual ER-33. Formato que se utilizó para el mantenimiento preventivo de cada una de las máquinas de soldar dentro del inventario realizado.

Item	Descripción Visual Externa	Serial	Capacidad	Condiciones	Proceso	No. De Maquina	Fecha	Autoservicio
1	Cuerpo y tornillo	✓						
2	Estado del cableado (falta, funcionamiento)	✓						
3	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
4	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
5	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
6	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
7	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
8	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
9	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
10	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
11	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
12	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
13	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
14	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
15	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
16	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
17	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
18	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
19	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
20	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
21	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
22	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
23	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
24	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
25	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
26	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
27	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
28	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
29	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
30	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
31	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
32	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
33	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
34	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
35	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
36	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
37	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
38	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
39	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
40	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
41	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
42	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
43	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
44	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
45	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
46	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
47	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
48	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
49	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
50	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
51	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
52	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
53	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
54	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
55	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
56	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
57	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
58	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						
59	Estado de la bobina (falta, funcionamiento)	✓						

67

Ahora, para garantizar la confiabilidad operacional de las máquinas de soldar utilizamos la fórmula de confiabilidad:

$$\text{CONFIABILIDAD (R)} = e^{-\lambda t}$$

Donde:

- R es la confiabilidad del sistema.
- λ (lambda) es la tasa de fallas del sistema, normalmente expresada como fallas por unidad de tiempo.
- t es el periodo de tiempo para el que se calcula la confiabilidad.
- e es la base del logaritmo natural (aproximadamente 2,718).

Sabiendo esto, calcularemos la confiabilidad de 3 equipos de soldadura para obtener un promedio de al menos el 10% del total de máquinas. Así que utilizaremos las maquinas ER-33, MP-4 y SS-8. En la siguiente tabla se tienen los datos necesarios para completar el cálculo.

Tabla 16. Maquinas utilizadas para obtener porcentaje de confiabilidad

Máquina	Tiempo de funcionamiento en el último cuatrimestre	No. De fallas en el último cuatrimestre	Periodo de tiempo en que trabajaran próximamente
ER-33	1116 horas	4	360 horas
MP-4	1100 horas	3	350 horas
SS-8	1800 horas	3	800 horas

Entonces:

Para la máquina ER-33

$$\lambda = \frac{\text{Nº de fallas}}{\text{tiempo total de funcionamiento}} = \frac{4}{1116} = 0.0035 \text{ fallas por hora}$$

Para la máquina MP-4

$$\lambda = \frac{\text{Nº de fallas}}{\text{tiempo total de funcionamiento}} = \frac{3}{1100} = 0.0027 \text{ fallas por hora}$$

Para la máquina SS-8

$$\lambda = \frac{\text{Nº de fallas}}{\text{tiempo total de funcionamiento}} = \frac{3}{1800} = 0.0016 \text{ fallas por hora}$$

Luego, procedemos a estimar la confiabilidad de las máquinas para el próximo mes que se encuentren trabajando, según el tiempo que se observa en la tabla 16. Entonces:

Para la máquina ER-33

$$\text{Confiabilidad (R)} = 2.718^{(-0.0035 * 360)} = 0.283 = 28.3\%$$

Para la máquina MP-4

$$\text{Confiabilidad (R)} = 2.718^{(-0.0027 * 350)} = 0.388 = 38.8\%$$

Para la máquina SS-8

$$\text{Confiabilidad (R)} = 2.718^{(-0.0016 * 800)} = 0.278 = 27.8\%$$

Obteniendo el promedio:

$$28.3 + 38.8 + 27.8 = \frac{94.9}{3} = 31.6\%$$

Este resultado indica para las horas de funcionamiento en el siguiente mes, existe una probabilidad de 31.6% de que haya una falla en el equipo. Lo cual es un buen porcentaje para que sea eficiente la producción, así como disminuir paros en las máquinas de soldadura.

5.1. REGISTRO DE CALIBRACIÓN

En la tabla 15 se muestra el registro de calibración donde podemos verificar la última fecha de calibración y la próxima, información que se requerirá para la próxima calibración de equipos. Además agregamos 2 ejemplos del anexo III “Formato de calibración de máquinas de soldar” (ilustración 5.2 y 5.3).

Tabla 17. Registro de calibración de máquinas de soldar.

CRONOGRAMA DE CALIBRACION EN MAQUINAS DE SOLDAR																																			
equipo	Codigo	Respon- sable	Esta - tus	Noviembre 2022				Diciembre 2022				Enero 2023				Febrero 2023				Marzo 2023				Abril 2023				Mayo 2023				Junio M2023			
				Semanas																															
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ER-7	231009	Jessica V,R	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																
ER-9	4803	Jessica V.R	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																
ER-12	-----	Sharon H. P	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																
ER-13	29108	Sharon H. P	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																
ER-16	M19904 00133	Jessica V.R	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																
ER-18	404501 6512	Sharon H. P	Calibr ada																																
			Prox. Cal.																																

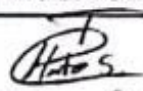
Departamento de Ingeniería en Soldadura

Formato de Calibración de Máquinas de Soldar

MÁQUINA <u>ER-33</u> PROCESO <u>SMW</u> CAPACIDAD <u>300 Amp.</u> TIPO DE CONEXIÓN <u>Tigposico</u>	MARCA <u>LINCOLN</u> MODELO <u>Ax-30</u> NO. SERIE <u>M 3111006101</u>
--	---

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones
1	100	110	dentro	28	30	dentro	
2	150	160	dentro	32	31	dentro	
3	180	185	dentro	32	31	dentro	
4	190	192	dentro	30	30		

FECHA DE CALIBRACIÓN	<u>20-12-22</u>
FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN	<u>20-06-23</u>

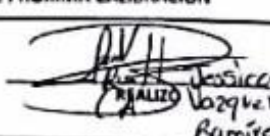

Humberto Sedeno T.
 REALIZO


Humberto G.C.
 SUPERVISO


Karim Mendieta
 INSPECTOR

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones
1	110	115	DENTRO	30	29	DENTRO	
2	140	145	DENTRO	31	29	DENTRO	
3	180	185	DENTRO	31	30	DENTRO	
4	185	185	DENTRO	32	31	DENTRO	

FECHA DE CALIBRACIÓN	<u>21-06-23</u>
FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN	<u>21-12-23</u>


Jessica Vazquez Ramirez
 REALIZO


Humberto Sedeno T.
 SUPERVISO

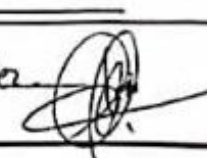

Karim Mendieta
 INSPECTOR

Ilustración 5.2 Ejemplo de formato de calibración de máquinas de soldar

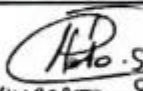
Departamento de Ingeniería en Soldadura

Formato de Calibración de Máquinas de Soldar

MÁQUINA	<u>M-24</u>	MARCA	<u>TROWUS</u>
PROCESO		MODELO	
CAPACIDAD	<u>500 Am.</u>	NO. SERIE	<u>22-685707</u>
TIPO DE CONEXIÓN	<u>TRIPASKA</u>		

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones
1	170	177	DENTRO	26	26	DENTRO	
2	180	185	DENTRO	26	27	DENTRO	
3	190	195	DENTRO	27	27	DENTRO	
4	192	198	DENTRO	26	27	DENTRO	

FECHA DE CALIBRACIÓN	<u>28-11-22</u>
FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN	<u>29-05-23</u>


HUMBERTO SEDERIO T.
 REALIZO

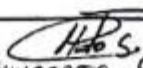

Supervisor
 SUPERVISO


Karina Méndez
 INSPECTOR

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones
1	175	175	DENTRO	27	27	DENTRO	
2	180	182	DENTRO	28	28	DENTRO	
3	190	198	DENTRO	29	30	DENTRO	
4	195	197	DENTRO	30	30	DENTRO	

FECHA DE CALIBRACIÓN	<u>8- Junio - 23</u>
FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN	<u>8- Diciembre - 23</u>


Supervisor
 REALIZO


HUMBERTO SEDERIO T.
 SUPERVISO


Karina Méndez
 INSPECTOR

Ilustración 5.3 Ejemplo de formato de calibración de máquinas de soldar

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

6.1. CONCLUSIONES

El mantenimiento dentro de toda industria, juega un papel muy importante, para la conservación en buen estado de las máquinas de soldar, esto permitiendo una máxima y eficaz producción. Con el mantenimiento realizado, las maquinas proporcionan confiabilidad, eficiencia y productividad a la industria, los resultados se evalúan en cantidad y calidad de producto.

La ausencia total del programa de mantenimiento en la industria trae como consecuencia que no se lleve en forma organizada una administración para un control desde sus costos para la eficacia de la producción, hasta un registro operacional, esto es una información valiosa para diseñar e implementar un programa de mantenimiento.

Con el diseño e implementación de un plan de mantenimiento basado en las máquinas de soldar se incrementa la disponibilidad, confiabilidad y la vida útil de los equipos, así como se obtiene un manejo adecuado de los recursos en cuanto a cantidad y en un momento oportuno efecto que contribuye positivamente a la industria principalmente a la producción.

Ante la ausencia de registros en cuanto a los costos de mantenimiento debidamente detallados como también operacionales el diseñar formatos con el objetivo de iniciar un registro histórico a los equipos lo que va a permitir a futuro optimizar el mantenimiento implementado.

El tener controlado cada equipo de acuerdo al diferente proceso, con su codificación, su ubicación, y sobre todo su estado actual en cuanto a la fecha de su última calibración y mantenimiento ha favorecido a los operadores y a los de producción, pues se tiene la disponibilidad de una manera mejorada. Etiquetar los equipos con su estado actual en calibración y mantenimiento, evita cualquier tipo de errores en la producción, así como se muestra la información a los operadores, ya que el etiquetado es una forma de conocimiento visual, para su elección de los equipos en la producción

Se ha determinado periódicamente la calibración y el mantenimiento en las máquinas de soldar, de manera eficaz, según sus necesidades, durante su vida útil.

6.2. RECOMENDACIONES

En general, sabemos que **Mecatrónica, Ingeniería y fabricación S.A de C.V** ha estado operando por casi 30 años de una manera activa; sin embargo en nuestro punto de vista y en el desarrollo de nuestro proyecto recomendamos totalmente la compra y utilización de un software de mantenimiento; pues en la actualidad esto se ha hecho parte fundamental de varias industrias, pues un software de mantenimiento te ayudará a disminuir el tiempo de inactividad, lo que, por supuesto, conduce a una mayor productividad, reducirá los residuos y aumentará la vida útil de los activos. Teniendo en cuenta que todo este tipo de acciones, a su vez, ahorra dinero a tu empresa.

Asimismo es importante que las empresas cuenten con personal capacitado para dar mantenimiento o en este caso calibración a los equipos, dependiendo del giro al que se dedica la empresa, pues los técnicos no siempre tienen la solución correcta para los equipos o maquinaria utilizada en el área de trabajo, sino que necesitan ampliar su panorama en cuanto a teoría y quizá práctica de los servicios que se tienen que realizar en la empresa.

Finalmente en relación con los protocolos de seguridad, se sugiere que para este tipo de procedimientos se tenga un área despejada, limpia y segura para realizar las pruebas necesarias, evitando condiciones de riesgo así como el equipo de protección personal (EPP) lo cual contribuirá a optimizar el proceso y garantizar resultados consistentes y confiables.

6.3. EXPERIENCIA PERSONAL PROFESIONAL ADQUIRIDA

Experiencia: Sharon Montserrat Hernández Piedras

La experiencia adquirida en el desarrollo del proyecto en un tiempo estimado de 6 meses, tuve aprendizajes bastante provechosos para mi formación como ingeniero.

En cuanto al mantenimiento pude desarrollar habilidades para los diferentes tipos de cuidados que podemos encontrar en la industria, no solo para el mantenimiento preventivo que fue en el que se basó nuestro proyecto, sino también correctivo, predictivo e incluso de mejora para una mayor productividad, así como minimizar fallas recurrentes en soldadura y los diferentes equipos dependiendo de su respectiva Especificación del procedimiento de soldadura (WPS - Welding Procedure Specification).

Además gracias a las inspecciones visuales que se daban hacia los distintos tipos de máquinas de soldar, logre identificar cada parte de la máquina para poder “construir” una máquina semiautomática para soldar con los distintos procesos, ya sea con Flux cored o TIG, pues para el proceso de GTAW ocupaban una máquina industrial un poco más compleja de manejar. Por su parte aprendí a regular la potencia de una máquina de soldar según la pieza y material con el que se estaba trabajando.

Durante el desarrollo de este proyecto se adquirió una valiosa experiencia en el trabajo en equipo e inspecciones requeridas. El trabajo en equipo fue fundamental para lograr los objetivos del proyecto, la colaboración y comunicación constante entre compañeros residentes así como con técnicos y miembros de la empresa que permitió la generación de ideas y a su vez obtención de soluciones para el proyecto.

Cabe mencionar que gracias a la certificación que tiene la empresa con "The National Board", hubo un acercamiento a un inspector autorizado de ASME Inspection Services quien se tomó el tiempo de darnos consejos de situaciones en las que nos podamos encontrar ahora que estemos egresados del tecnológico, además de proporcionarnos puntos importantes para tomar en cuenta en las máquinas de soldadura, así como acciones totalmente erróneas en la producción de equipos a presión como los que realizan en la empresa Mecatrónica, Ingeniería y fabricación S.A de C.V.

Experiencia: Jessica Vázquez Ramírez

Dentro de la industria mecatrónica ingeniería y fabricación SA de CV en la que me desarrollé como residente llevando a cabo el proyecto de un programa de calibración y mantenimiento preventivo en máquinas de soldar durante 6 meses me ha favorecido en experiencia que la cual ha abarcado a tener un amplio conocimiento en cuanto al mantenimiento preventivo adquirimos como conocimientos que parecen ser tan innecesarios pero que en el ámbito industrial es de suma importancia e indispensables pues bien el llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo en este caso en las máquinas de soldar nos hemos exigido a tener conocimiento de cada una de las partes que conforman la maquina así como sus principales fallas y el porqué de las mismas dentro de estas acciones el idealizar ejecutar y implementar este proyecto conlleva a desarrollar formatos fechas y periodos en los cuales consideramos aptos para llevar a cabo las actividades que contribuyen a un mantenimiento adecuado en conclusión en cuanto al tema de mantenimiento el principal conocimiento fue aprender a identificar las señales tempranas de un defecto para minimizar el riesgo de averías que por lo general no son programadas y sobre todo reducir la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo y sobre todo que el personal que ejecuta sus actividades con estas máquinas tengan conocimiento del estado de la misma asegurando que esta trabaje eficazmente

En cuanto a la calibración sabemos que dentro de la industria mecatrónica ingeniería y fabricación se utilizan diferentes procesos de soldadura que de acuerdo a estos se realiza una diferente calibración a a las máquinas de acuerdo al proceso de soldadura y la calibración en general principalmente es necesaria en todo tipo de maquinaria pues esta acción asegura el estándar de calidad del sistema a largo plazo es de suma importancia realizar una calibración periódicamente cómo se hizo en el desarrollo de este mismo proyecto en general cuando nos referimos a una calibración en una máquina de soldar esta consiste en ajustar los controles y mediadores del equipo hasta lograr que se apeguen cabalmente a las especificaciones establecidas por el fabricante.

En cuanto a la experiencia personal tomando en cuenta diversas habilidades adquiridas la toma de decisiones fue una habilidad que se tuvo que desarrollar al momento de desarrollar y ejecutar este proyecto así como el trabajo en equipo en cuanto a relacionarnos con proveedores y diferentes departamentos que interactuábamos para llevar a cabo el programa que establecimos el manejo y la selección de información fue algo necesario y de mucho valor pues al llevar a cabo este proyecto iniciamos con un análisis de información como lo comentaba en cuanto a lo que conlleva una máquina de soldar para eso conocimos herramientas que nos ayudarán a procesar la información más rápido y sobre todo elegir la necesaria para llevar a cabo esta exitoso programa de calibración y mantenimiento preventivo en las máquinas de soldar.

6.4.COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Comunicación: Es la base del proyecto, ya que, sin comunicación adecuada, ninguna de las mejoras hubiera podido ser realizada. Este proyecto nos ha ayudado mucho a buscar la mejor manera de expresar mis ideas ante los administrativos e incluso con las personas con cargos superiores dentro de la misma.

Trabajo en equipo: El tener relación con muchos departamentos y proveedores nos ha dado la oportunidad de reconocer la importancia del trabajo en equipo. Así mismo, gracias a ello, entendimos que lo más importante es involucrar a todos y hacerlos sentir parte de un proyecto tan importante. Esto genera confianza y la oportunidad de ser escuchado.

Liderazgo: El ser responsable de actividades que involucran a más personas nos ha dejado un gran aprendizaje de cómo hacer que las actividades se cumplan y sobre todo se logre el objetivo, sobre el cual todos trabajamos.

Toma de decisiones: En aspecto es de gran importancia para nosotros como ingenieros es la toma de decisiones, ya que estas influyen directamente al proyecto por lo que es necesario conocer el entorno de una decisión, así como sus posibles consecuencias para tomar la mejor posible. Estar en una planta industrial y compartir ideas y decisiones con los ingenieros de mayor experiencia, de todos los departamentos posibles, se logra una decisión favorable para todos, pero muy importante

Capacidad de análisis: Al estar dentro de procesos complejos, y tener a cargo el principal elemento para la producción, como lo son las máquinas de soldar, fue necesario desarrollar la habilidad de analizar la situación desde muchas perspectivas para una buena toma de decisión. Al momento de aceptar proyectos y entregarlos en tiempo y forma como lo maneja el acuerdo entre proveedor-cliente.

Manejo y selección de información: Al estar dentro de un proceso y de un análisis de datos, es necesario conocer la forma de procesar más rápido los datos para seleccionar aquellos que son necesarios. Con este proyecto, en cuanto al realizar el reporte

Compromiso: dentro del ámbito laboral, profesional esta cualidad es un elemento muy importante sin el cual, ninguna mejora es posible de realizarse si se carece de la misma.

Responsabilidad: Estar a cargo de actividades nos hizo desarrollar un fuerte sentido de responsabilidad para con la empresa, así como con los empleados y sin duda con los clientes para bienestar de la industria.

6.5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arango, Benjamin; Nuñez, Alfonso; Ferreira, Ascanio; Burbano, Julio (2016). Memorias Minor en Mantenimiento Industrial. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- [2] Mif Ingeniería (2010) Mecatrónica Ingeniería y Fabricación. Obtenido de: <http://mifingenieria.com/index.htm>
- [3] Demaquinasyherramientas. (2018) ¿Qué cuidados y mantenimiento básico deben tener las soldadoras? De Máquinas Y Herramientas. <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/cuidados-y-mantenimientos-soldadoras>
- [4] Torres, I. (2020, October 20). Mantenimiento preventivo y correctivo, ¿por qué es importante hacerlo? IVE
- [5] NexusAdmistraIntegra. (2022).Cómo reducir las fallas de producción? Nexus Integra.
- [6] Solyman_Admin. (2022, September 14). ¿Cómo realizar el mantenimiento de una máquina de soldar? Solyman.
- [7] Somisa. (2017, 12 junio). La historia de la soldadura. SOMISA. <https://somisa.mx/la-historia-de-la-soldadura/>
- [8] Tecnologías en soldadura. (2020, September 24). Cuidados preventivos de las soldadoras inversoras - T solda. T
- [9] Ávila Espinosa, Rubén. (1992). Fundamentos del mantenimiento - Guías Económicas, Técnicas y Administrativas. Primera reimpresión. Cd. de México: Limusa Grupo Noriega Editores primera reimpresión, 1992. ISBN 968-18-2528-4.
- [10] Caldentey, E., & Pizarro, C. (Sf). Administración de Administración de inventarios. Recuperado el 24 de julio de 2018, de <https://www.azc.uam.mx/alumnos/tradeoff/docu/adm.pdf>

[11] Zapata, J. (2014). Fundamentos de la gestión de inventarios. Medellín, Colombia: Ed. Centro Editorial Esumer

[12] Grupo INFRA (2023) Aporte para soldadura Obtenido de: <https://grupoinfra.com/landings/html/img/tabla-general-amperajes.pdf>

[13] Orrego, Juan (2013). Análisis de criticidad. [En línea] 22 diciembre de 2013. [Citado el: 2 junio de 2017]. <https://es.slideshare.net/mantonline/anlisis-decriticidad-presentation>

ANEXOS

ANEXO I. INVENTARIO Y STATUS DE MAQUINAS DE SOLDAR EN EL TALLER

MÁQUINAS DE SOLDAR EN TALLER

ITEM	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	# DE SERIE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES	PIEZA (S) DAÑADA (S)	ESTATUS ACTUAL
1	ER - 7	EUTECTIC		300 A	231009	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
2	ER - 9	MILLER	SRH-444	400 A	4803	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
3	ER - 13	ISSA	BMS 3-300	300 A	29108	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
4	ER - 12						OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
5	ER - 16	LINCOLN ELECTRIC	RX-520	500 A	M1990400133	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
6	ER - 18	MESSER		450 A	4045016512	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
7	ER - 19	ULTRASOLD	RH-308	300 A	483	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA
8	ER - 20	MILLER	SRH-503	500 A	LC594769	TALLER	OPERANDO		OPERANDO EN TALLER
9	ER-21	MAC'S	MA 3.500	500 A	190510	TALLER	CONDICION DE OPERACION	LE HACE FALTA CABLE DE ALIMENTACION	
10	ER - 23	MILLER	SRH-503	500 A	LC594766	TALLER	DESCOMPUESTA	CONTACTOR Y TRANSFORMACIÓN DE CONTROL	DESCOMPUESTA
11	ER - 30	LINCOLN ELECTRIC	RX-330	300 A	M3101202623	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA	QUEMADA	DESCOMPUESTA
12	ER - 32	LINCOLN ELECTRIC	RX-330	300 A	M3120409199	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA	DESCOMPUESTA BANCO DE IODOS Y VENTILADOR	DESCOMPUESTA
13	ER - 33	LINCOLN ELECTRIC	RX-330	300 A	M3111006101	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
14	ER-35	LINCOLN ELECTRIC	RX-330	300 A	M3101202621	CONTENEDOR CECAP	OPERANDO		DESCALIBRADA
15	ER-46	ESAB	ORIGO ARC406	400 A	OR12020139	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA	HACE CORTO	DESCOMPUESTA
16	ER-47	ESAB	ORIGO ARC406	400 A	OR12020104	CONTENEDOR CECAP	CONDICION DE OPERACION		DESCALIBRADA
17	ER-49						CONDICION DE OPERACION		DESCALIBRADA
	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	# DE SERIE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES	PIEZA (S) DAÑADA (S)	ESTATUS ACTUAL
18	TG - 1	MILLER	DIALARC 250	250 A	3041032	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	# DE SERIE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES	PIEZA (S) DAÑADA (S)	ESTATUS ACTUAL
19	MP - 3	FRONIUS	TRANSSTEEL 5000	500 A	22056359	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA	TARJETA ELECTRONICA	DESCOMPUESTA
20	MP - 4	FRONIUS	TRANSSTEEL 5000	500 A	22462689	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
21	MP - 6	FRONIUS	TRANSSTEEL 5000	500 A	22462691	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	# DE SERIE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES	PIEZA (S) DAÑADA (S)	ESTATUS ACTUAL
22	SS - 2	MILLER	DELTAWELD 452	450 A	LA033639	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
23	SS - 3	LINCOLN ELECTRIC	CV-655	650 A	U1011005584	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
24	SS - 4	MILLER	MILLEROMATIC-35	150 A	222-0519-A3	CONTENEDOR CECAP	CONDICION PARA OPERACIÓN		DESCALIBRADA
25	SS - 5	LINCOLN ELECTRIC	POWER WAVE 455	450 A	U1990416674	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
26	SS - 7	LINCOLN ELECTRIC	CV-400	500 A	U1960814785	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
27	SS - 8	LINCOLN ELECTRIC	CV-400	500 A	U1960610277	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
28	SS - 9	MILLER	DELTAWELD 651	600 A	JJ459698	CONTENEDOR CECAP	DESCOMPUESTA		DESCOMPUESTA
29	SS - 11	CHAMPION HOBART	ARCO MIG 500	500 A	88033	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA
	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	# DE SERIE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES	PIEZA (S) DAÑADA (S)	ESTATUS ACTUAL
30	SA - 1	LINCOLN ELECTRIC	IDEALARC DC-1000	1000 A	AC602767	TALLER	OPERANDO		DESCALIBRADA

**ANEXO II. LISTA DE VERIFICACION DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE MÁQUINAS DE SOLDAR**

Departamento de Mantenimiento

Lista de Verificación y Mantenimiento Preventivo de Equipo de Soldadura

OBSERVACIONES:			
NOTA: Si uno de los puntos de inspección no cumple, la inspección no pasa y será reparado.			
Responsible de Lista de Verificación	Jefe de Mantenimiento	Jefe de Soldadura	Recepción de equipo

ANEXO III FORMATO DE CALIBRACION DE MAQUINAS DE SOLDAR

Departamento de Ingeniería en Soldadura

Formato de Calibración de Máquinas de Soldar

MÁQUINA

PROCESO

CAPACIDAD

TIPO DE CONEXIÓN

MARCA

MODELO

NO. SERÍE

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones

FECHA DE CALIBRACIÓN

FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN

REALIZO

SUPERVISO

INSPECTOR

No. Lectura	Amp. Sugerido	Amp. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Volt. Sugerido	Volt. Real	Dentro ó Fuera de Rango	Observaciones

FECHA DE CALIBRACIÓN

FECHA DE PROXIMA CALIBRACIÓN

REALIZO

SUPERVISO

INSPECTOR

ANEXO IV. MAQUINA DE SOLDAR CALIBRADA

ETIQUETA COLOR VERDE

 MIF, S.A. DEC.V.	Mecatrónica Ingeniería y Fabricación Gerencia de aseguramiento de calidad	
<u>Máquina de Soldar Calibrada</u>		
Máquina: _____	Marca: _____	No. de serie: _____
Fecha de calibración: _____		
Próxima calibración: _____		calibró: _____

ANEXO V. MÁQUINA DE SOLDAR FUERA DE CALIBRACIÓN

ETIQUETA ROJA

 MIF, S.A. DEC.V.	Mecatrónica Ingeniería y Fabricación Gerencia de Aseguramiento de Calidad
<u>Máquina de Soldar Fuera de Calibración</u>	
Máquina: _____	Marca: _____ No. de serie: _____

**ANEXO VI PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA MAQUINAS DE SOLDAR**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS DE SOLDAR

NÚMERO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	CÓDIGO	SEMANA 17						SEMANA 18						SEMANA 19						SEMANA 20								
			LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
			29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	MAQUINA DE SOLDAR	ER-7																											
2	MAQUINA DE SOLDAR	ER-9																											
3	MAQUINA DE SOLDAR	ER-12																											
4	MAQUINA DE SOLDAR	ER-13																											
5	MAQUINA DE SOLDAR	ER-16																											
6	MAQUINA DE SOLDAR	ER-18																											
7	MAQUINA DE SOLDAR	ER-19																											
8	MAQUINA DE SOLDAR	ER-20																											
9	MAQUINA DE SOLDAR	ER-21																											
10	MAQUINA DE SOLDAR	ER-23																											
11	MAQUINA DE SOLDAR	ER-30																											
12	MAQUINA DE SOLDAR	ER-32																											
13	MAQUINA DE SOLDAR	ER-33																											
14	MAQUINA DE SOLDAR	ER-35																											
15	MAQUINA DE SOLDAR	ER-46																											
16	MAQUINA DE SOLDAR	ER-47																											
17	MAQUINA DE SOLDAR	ER-49																											
18	MAQUINA DE SOLDAR	TG-1																											
19	MAQUINA DE SOLDAR	MP-3																											
20	MAQUINA DE SOLDAR	MP-4																											
21	MAQUINA DE SOLDAR	MP-6																											
22	MAQUINA DE SOLDAR	SS-2																											
23	MAQUINA DE SOLDAR	SS-3																											
24	MAQUINA DE SOLDAR	SS-5																											
25	MAQUINA DE SOLDAR	SS-7																											
26	MAQUINA DE SOLDAR	SS-8																											
27	MAQUINA DE SOLDAR	SS-11																											

INSTRUCCIONES PARA APLICAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO:

- 1.- EL ORDEN DE INTERVENCIÓN PUEDE CAMBIAR DE SEMANA, DE ACUERDO A LA DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA POR EL ÁREA DE PRODUCCIÓN
- 2.- EN CASO DE NO TENER LAS REFACCIONES REQUERIDAS EN LA SEMANA, SE REPROGRAMARÁ A SU LLEGADA



Días hábiles



Días inhábiles