



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de plan de mejora en la prestación de servicios técnicos de soldadura en el Instituto tecnológico de soldadura (ITS) Casa McGregor, ubicada en Managua.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Tutor:

Br. Flor de
Betania Gonzalez
Matamoros
Carnet: 2007-21517

Br. Nora
Stephany Páez
Román
Carnet: 2017-
0083U

Br. Karen
Patricia Zapata
Téllez
Carnet: 2014-
0005E

Ing. Noel
Antonio Brenes
Gonzalez

08 de marzo de 2023
Managua, Nicaragua

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General:	2
2.2 Objetivo específico:.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Plan de Mejora	3
3.2. Mejora Continua a los Procesos.....	3
3.2.1. Beneficios de un plan de mejora continua	4
3.2.2. Paso para elaborar un plan de mejora continua:.....	5
3.2.3. Generalidades de los Procesos:	5
3.3. Herramientas del Análisis.....	6
3.4. Definición de soldadura.....	7
3.5. Clasificación de la soldadura.....	8
3.6.1. Descripción del proceso de soldadura por arco eléctrico.....	9
3.6.2. Esquema del circuito de soldadura.....	10
3.7. Electrodos revestidos.....	10
3.7.1. Definición de electrodos revertidos	10
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	11
4.4.1 Tipo de Estudio	11
4.4.2 Población	11
4.4.3 Muestra	11
4.4.4 Fuentes de Información	12
4.4.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	12
4.4.6 Análisis de Datos.....	12
V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO	13

5.1. Generalidades de la empresa.	13
5.1.1 Funciones de la empresa	13
5.1.2 Misión.....	13
5.1.3 Visión	13
5.1.4 Niveles de Organización	14
5.1.5 Descripción de responsabilidades por área.	15
VI. DIAGNOSTICO DE SITUACION ACTUAL.....	16
6.1. Procedimientos del Instituto Tecnológico de Soldadura	16
6.2. Proceso actual de Soldadura. SMAW	16
6.2.1. Ventajas y limitaciones del proceso soldadura por arco eléctrico.	18
6.2.2. Partes del electrodo revestidos.	19
6.2.3. Requisitos técnicos que deben garantizar los electrodos revestidos. 19	
6.2.4. Función de los componentes del revestimiento.	20
6.3. Clasificación de los electrodos según tipo de revestimiento.....	21
6.4. Análisis y presentación de resultado de entrevistas.....	22
6.5. Plan de acción para los procesos del ITS – casa McGregor.....	24
6.6. Mapa de proceso actual.	25
VII. PROPUESTA DE PLANES DE MEJORA.....	28
7.1. Propuesta de nueva distribución de organigrama en el ITS McGregor 28	
7.2. Mapa de Propuesta de mejora	29
7.3. Proceso propuesto para soldadura. GMAW/MIG	32
7.3.1. Definición de soldadura GMAW/MIG:	32
7.3.2. Modos de transferencia del metal en el proceso GMAW:	35
GASES DE PROTECCIÓN, ELECTRODOS CONSUMIBLES	44
VIII. CONCLUSIONES.	48
IX. RECOMENDACIONES.	49

X. BIBLIOGRAFIA.....	50
XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	51
XII. ANEXOS	52

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto tecnológico de soldadura (ITS), se dedica a capacitar, preparar, calificar y certificar a diferentes tipos de soldadores, además de brindar el servicio de recuperación de piezas industriales, fomentando las buenas prácticas de soldadura para crear profesionales necesarios en el desarrollo productivo del país. El ITS está ubicado en la casa Matriz de McGregor en km 4 carretera Sur, Managua. Cuenta con 4 trabajadores que se encargan del recibimiento, planeación y entrega de las órdenes de servicio.

Un plan de mejora es el conjunto de acciones programadas para conseguir un incremento en la calidad y el rendimiento de los resultados de una organización, su planificación y desarrollo requiere de acciones determinadas, de forma que aseguren el éxito, mejoren la calidad y excelencia de la empresa junto a la mejora continua que a su vez representa un papel muy importante en el desarrollo y ejecución de toda la planificación de las actividades a realizarse dentro de las empresas centrándose en implementar pequeños cambios de manera prolongada en el tiempo con el objetivo de obtener buenos resultados a largo plazo.

Este proyecto se basa en analizar los procesos de reparación y mantenimiento de piezas para la línea de tanques industriales, como primera fase se definió la situación actual del taller con la aplicación de herramientas de la metodología de mejora continua, luego se analizaron las variables y se determinó la causa raíz del problema para establecer las alternativas a utilizar en la creación de plan de mejora y como tercera fase se propuso las condiciones de operación del proceso acorde a las variables significativas resultantes de las etapas previas, así como otras mejoras implementadas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Proponer un plan de mejora continua del actual proceso de prestación de servicios técnicos de soldadura en el Instituto tecnológico de soldadura (ITS).

2.2 Objetivo específico:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller de soldadura.
- Determinar las alternativas de acción para la concepción del plan de mejora continua.
- Ofrecer una propuesta que ayude a minimizar los tiempos de entrega basados en el actual cumplimiento para así elevar el nivel de satisfacción al cliente.

III. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que fundamenta esta investigación proporcionará al lector una idea más clara acerca de este tema. Se encontrarán los conceptos muy básicos, los complementarios y específicos.

Las empresas hoy en día buscan algo que les ayude a mejorar el desempeño, la productividad e innovación. La mejora continua de los procesos es una búsqueda constante e interminable para identificar oportunidades de corrección, ajustes y mejoras en los procesos de negocio, los productos y los servicios y así ser más eficiente y tener un mejor rendimiento

3.1. Plan de Mejora

Las empresas están sujetas a competencias en el mercado, y a medida que su crecimiento es superior deben enfrentar nuevos retos por lo que deben ir mejorando en el transcurso del tiempo, a través de la aplicación de métodos de mejora continua, para poder superar sus debilidades y devengar una mejor satisfacción al cliente.

El plan de mejora es un proceso que se utiliza para alcanzar la calidad total y la excelencia de las organizaciones de manera progresiva, para así obtener resultados eficientes y eficaces. El punto clave del plan de mejora es conseguir una relación entre los procesos y el personal generando una sinergia que contribuya al progreso constante. (Diana Ximena Proaño Villavicencio, 2017)

3.2. Mejora Continua a los Procesos

La mejora continua se define como “una técnica utilizada en la gestión de procesos de negocio que se centra en la continua necesidad de revisar los procesos en busca de posibles problemas, como obstáculos y retrasos, para resolverlos y lograr una mayor eficiencia y productividad de las operaciones” (ISO, 2015).

La mejora continua de los procesos al mejorar, poco a poco, el rendimiento de la empresa se vuelve siempre mejor y más centrado en la satisfacción del cliente.

3.2.1. Beneficios de un plan de mejora continua

Aplicar la mejora continua aporta varios beneficios a la empresa, con mejoras incrementales, como las siguientes:

- **Simplificación de los flujos de trabajo**

La optimización constante de los procesos tiene como objetivo reducir los pasos innecesarios y centrarse en lo que realmente importa para obtener un buen resultado.

Esto hace que los procesos de trabajo sean más sencillos y simples (el concepto Lean), con más agilidad, reducción de tiempo, esfuerzo y recursos.

- **Reducir los costos y los desechos**

También es importante eliminar las pérdidas de producción y los retrasos, que acaban haciendo perder productividad a la empresa. Al eliminar los desechos, la operación también resulta menos costosa, lo que mejora el flujo de caja y aumenta la rentabilidad.

- **Minimizar los errores**

Los errores son muy comunes en el trabajo, ya que las empresas están hechas por personas. Sin embargo, al tener claros todos los pasos del flujo de trabajo es posible identificar los errores más comunes, proporcionar formación y mejorar la curva de aprendizaje de los equipos.

Además, hay procesos que pueden automatizarse, lo que excluye el error humano. Reducir los errores significa evitar el retrabajo y ganar productividad.

- **Aumentar la capacidad de adaptación al mercado**

Los mercados dinámicos exigen que las empresas sean más flexibles y la mejora continua se encarga de ello. Al fin y al cabo, con operaciones ajustadas, equipos comprometidos y métricas bien definidas es posible analizar con rapidez y actuar exactamente sobre los puntos que necesitan mejorar en ese momento. Esto garantiza la competitividad del mercado, ya que quienes no se adaptan a las exigencias pierden lugar.

- **Mejora la experiencia del cliente**

El objetivo del proceso de mejora continua es crear más valor para el cliente en todo momento. De este modo, los niveles de satisfacción con su servicio o producto aumentan, los clientes se fidelizan y recomiendan la empresa a otras personas. (Sydle, s.f.)

3.2.2. Paso para elaborar un plan de mejora continua:

La mejora continua es una práctica cíclica. Es decir, desde el momento en que encuentras un fallo, lo mejoras y después empiezas a buscar nuevos huecos para hacer una nueva mejora.

Para poner en práctica la mejora continua hay que seguir un patrón de pasos. Esos son los siguientes:

- Identificar el proceso o problema a mejorar
- Identificar las causas que originan el problema
- Crear un plan de acción para aplicar la mejora
- Probar y supervisar el rendimiento.
- Verificar los resultados.
- Identificar nuevas oportunidades de mejora.
- Repetir el ciclo.

3.2.3. Generalidades de los Procesos:

Se establece que, un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. (ISO, 2015).

Un proceso es una secuencia de actividades que pretenden crear un cierto resultado, como un bien físico, un servicio o información. Se establece también que un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades que transforman los elementos de entrada, los insumos, en elementos de salida, los productos o servicios.

Los procesos están diseñados para reducir los costos operativos, evitar acciones innecesarias y aumentar la productividad y la calidad de los servicios prestados para lograr las metas de satisfacción del cliente, crecimiento y competitividad en el mercado.

Según la ISO (9001, 2015), para determinar un proceso se debe de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Identificar las entradas necesarias y salidas de cada uno de los procesos de tu organización.
- Determinar las secuencias e interacción de todas las actividades.
- Establecer y aplicar los criterios y métodos necesarios para asegurar la operación y el control.
- Reconocer cuáles son los recursos necesarios.
- Abordar los riesgos y oportunidades de cada proceso.
- Definir los indicadores correctos para determinar que el proceso logra los resultados esperados.
- Implementar los cambios necesarios para asegurar que los procesos se lleven a cabo con éxito.
- Mantener y conservar la información documentada para usarla de apoyo durante la realización de las operaciones en los procesos.

3.3. Herramientas del Análisis

Las herramientas de análisis de problema se utilizan para determinar, analizar y proponer soluciones a los problemas identificados que interfieren con el rendimiento de los procesos de la organización, ayudando a mejorar los indicadores de calidad.

- **Diagrama de Flujo**

Diagramas de flujo es una representación gráfica de los pasos que siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento. identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

El **diagrama de flujo estándar de la ANSI** es el desarrollo de una simbología para representar los flujos de información, de la cual se han adoptado ampliamente algunos símbolos para la elaboración de los diagramas de flujos.

(García Criollo)

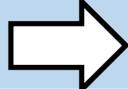
ACTIVIDAD	SIMBOLO	RESULTADOS PREDOMINANTES
Operación		Se produce o efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o protege.

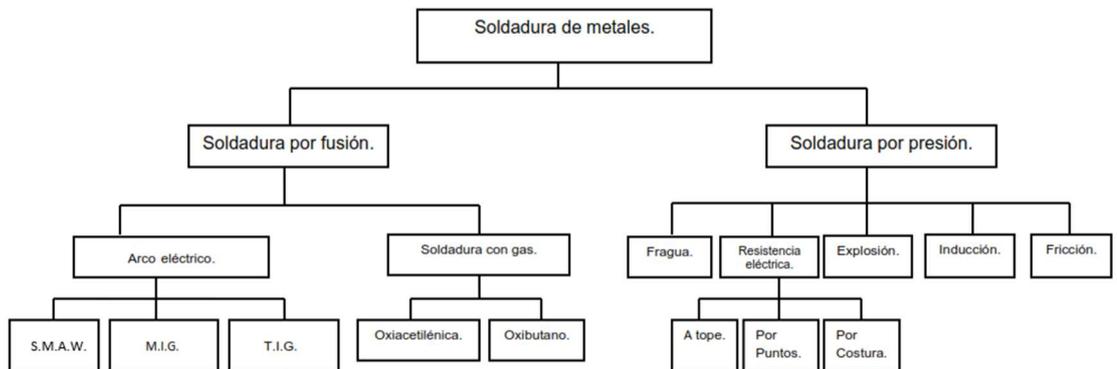
Tabla 1: Simbología ANSI para diagrama de flujo estándar. Fuente: Norma ANSI.

3.4. Definición de soldadura.

La soldadura, como concepto general, es un proceso de fijación en el cual se realiza la unión de dos o más piezas de un material (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo, se puede agregar un material de aporte (metal o plástico), que, al fundirse, forma un charco de material fundido entre las piezas a soldar (el baño de soldadura) y, al enfriarse, se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón.

A veces se utiliza conjuntamente presión y calor, o solo presión por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda y la soldadura fuerte, que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo. Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

3.5. Clasificación de la soldadura.



(The Lincoln Electric Company)

3.6. Soldadura por arco eléctrico.

La Soldadura por arco eléctrico, es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, mediante el cual es posible la fusión del metal de aporte y la pieza, generando con esto una unión metálica resistente a todos los esfuerzos mecánicos.

La fuente de energía para soldar proviene de una máquina de corriente continua (CC), o de corriente alterna (CA), la cual forma un circuito eléctrico a través de los cables conductores, del electrodo a la pieza.

Este circuito se cierra al producirse el contacto entre el electrodo y la pieza. El arco formado es la parte donde el circuito encuentra menor resistencia y es el punto donde se genera la fuente de calor por medio de la cual se provoca la fusión del material.

Esta temperatura generada (4000°C) permite también combustionar los componentes del revestimiento, los que al gasificarse cumplen diversas funciones tales como: Desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente, y especialmente proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas. (The Lincoln Electric Company N. L.)

3.6.1. Descripción del proceso de soldadura por arco eléctrico.

La Sociedad Americana de Soldadura A.W.S. (American, Welding, Society) denomina con las siglas S.M.A.W. (Shielded, Metal, Arc, Welding) a la soldadura de arco metálico protegido con electrodo revestido y la define como la unión de dos partes metálicas mediante un material de aporte conocido como electrodo revestido. La transferencia del electrodo hacia el metal base es a través de una zona eléctrica generada por la intensidad de corriente o amperaje.

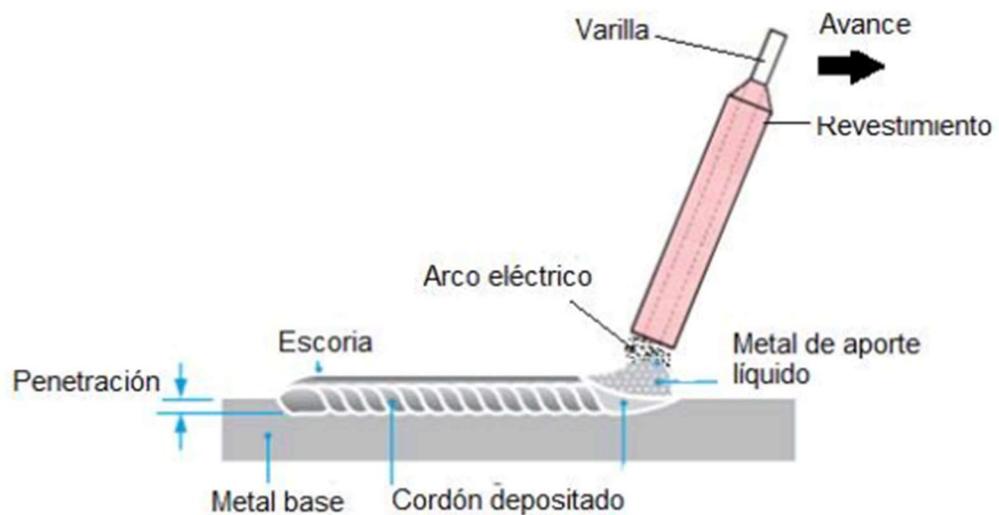


Figura. 1

(Manual de soldadura por electrodos revestidos, 2022)

3.6.2. Esquema del circuito de soldadura.

El soldador debe conocer, además del arco eléctrico mismo, cómo regular el arco esto requiere conocimientos del circuito de soldadura y de la máquina que entrega la corriente eléctrica por el arco.

La fuente de corriente alterna (CA) o continua (CC) provista de los controles necesarios se conecta por un cable con una pinza de masa a la pieza y por otro a la pinza porta electrodos, en contacto con el electrodo o consumible.

Cuando éste hace contacto sobre la pinza y luego se retira una mínima distancia, se establecerá un arco eléctrico, quedando cerrado el circuito. El arco produce una temperatura superior a la necesaria para fundir la mayoría de los metales. El calor producido funde el metal base en la cercanía del arco y el metal de aporte, que en este caso sería el mismo electrodo. De esta manera se forma un baño de fusión, que va solidificando a medida que el electrodo se mueve a lo largo de la junta. (The Lincoln Electric Company T. P.)

3.7. Electrodos revestidos.

Se identificará las principales funciones del revestimiento del electrodo según su clasificación y simbolización de acuerdo con las normas AWS. Aplicando las normas de cuidados y conservación de los electrodos utilizando la ficha técnica del fabricante.

3.7.1. Definición de electrodos revertidos

Varilla de una aleación determinada que se usa durante el proceso de soldadura manual como material de aporte al cordón, el revestimiento es quien durante la fundición genera los gases que aíslan el arco eléctrico y el baño o pileta líquida del ambiente, evitando la absorción de elementos oxidantes, este revestimiento luego de solidificado el baño o pileta líquida queda sobre el cordón como escoria la que debe ser removida en forma mecánica.

(Manual de soldadura por electrodos revestidos, 2022)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.4.1 Tipo de Estudio

El presente estudio monográfico está basado en la línea de Investigación para PLAN DE MEJORA, que se desglosa en dos etapas investigativas:

- Descriptiva
- Transversal

Según los objetivos, es una investigación descriptiva ya que se pretende observar, describir y presentar una propuesta de mejora para brindar un mejor servicio al momento de entrega por parte del Instituto Tecnológico de soldadura (ITS) de Casa McGregor.

El diseño de la investigación es de tipo transversal puesto que los datos analizados comprenden en el periodo de tiempo enero 2023 a Febrero 2023 facilitando la recolección de información mediante visita a las instalaciones, para comprender el proceso y procedimiento que se realiza en el área de estudio.

4.4.2 Población

La población en estudio está enfocada en el ITS de casa McGregor, el cual comprende desde Gerencia de servicio, coordinador de servicio, recepcionista y personal de soldaduras.

4.4.3 Muestra

La muestra del estudio es específicamente al taller de soldadura en Casa McGregor, ubicada en Managua. Se hará uso de la aplicación de una entrevista al personal y clientes ITS.

4.4.4 Fuentes de Información

Para realizar nuestra investigación se consultaron varias fuentes que permitieron recopilar la información para realización de este documento:

Fuentes primarias: la información recopilada será principalmente de las personas que laboran en el ITS en Taller de soldadura casa McGregor

Fuentes secundarias: Manuales de organización y funciones del taller McGregor y documentos de referencias de soldadura.

4.4.5 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Las técnicas para recopilar la información fueron:

- Observación; para conocer las actividades que involucra el proceso de reparación y mantenimiento para las líneas de los tanques de abastecimiento de agua.
- Entrevistas; de las personas involucradas en los procesos de mantenimiento y reparación de los tanques de abastecimientos de agua para obtener información sobre sus opiniones, actitudes y sugerencias conforme a los datos recolectados para el desarrollo del plan de acción.

4.4.6 Análisis de Datos.

Para la sistematización de la información se utilizaron programas del paquete de Office como lo son, Microsoft Word para plantear toda la información en desarrollo de la investigación; Microsoft Excel para los cálculos en los estudios que se requieran.

V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLOGICO

5.1. Generalidades de la empresa.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SOLDADURA (ITS) casa McGregor: Es un instituto tecnológico creado para capacitar, preparar, calificar y certificar a diferentes tipos de soldadores; además de brindar el servicio de recuperación de piezas industriales, Fomentando las buenas prácticas de soldadura para crear profesionales necesarios en el desarrollo productivo del país.

Este taller cuenta con grandes reconocimientos y capacitaciones de organizaciones internacionales y nacionales como: STIHL, Lincoln Electric, Metabo y MITRAB.

5.1.1 Funciones de la empresa

Las principales funciones del ITS casa McGregor son:

- Asesorías técnicas en el uso y aplicación de electrodos especiales
- Recuperación de piezas metálicas en diferentes industrias, bajo diferentes procesos.
- Corte de piezas de configuración o geometría específicas a través de mesa de corte por plasma CNC.
- Calibración de equipos de soldar de la marca Lincoln Electric.
- Reconstrucción y blindaje de mazas para ingenios azucareros.
- Ensayos destructivos (doblez guiado, tracción).
- Fabricación de tubería para sistema contra incendio y agua potable.

5.1.2 Misión

Proveer soluciones tecnológicas y confiables que mejoran la eficiencia y rentabilidad de nuestros clientes.

5.1.3 Visión

Consolidarnos como el principal suplidor de servicios, equipos e insumos para la agroindustria en el país, manteniendo la calidad y confiabilidad para nuestros clientes.

5.1.4 Niveles de Organización

Organigrama del taller del Instituto Tecnológico Soldadura Casa McGregor:

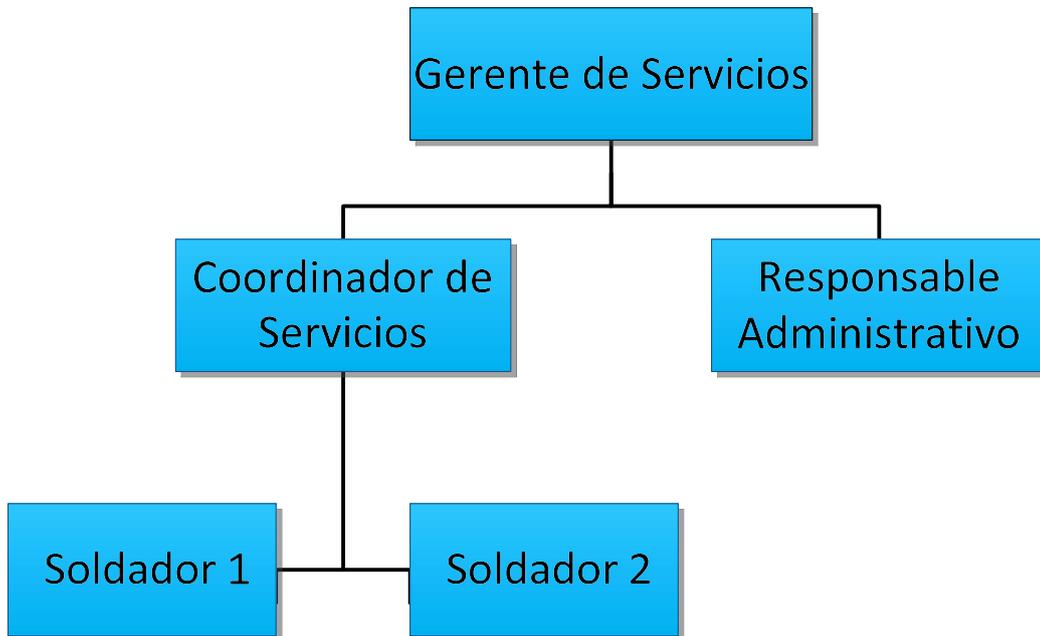


Ilustración.1 Personal de planta del taller de servicio de la empresa casa McGregor

Dependencia	Denominación Cargo	No. De trabajadores
Gerencia	Gerente de servicios	1
Responsable Admón.	Responsable Admón.	1
Coordinador de servicios	Coordinador de servicios y taller	1
Taller	Soldadores del taller	2

Tabla.1 Descripción de Cargo del personal del ITS

5.1.5 Descripción de responsabilidades por área.

A continuación, se describen en forma global las funciones y responsabilidades de las áreas organizacionales del taller de soldadura casa McGregor.

- **Gerencia de Servicios:**

Asegurar que las actividades de elaboración, mantenimiento y reparación de equipos se lleven adecuadamente cumpliendo con los requerimientos de programación, coordinación, control y calidad tanto de su personal a cargo como de los insumos que el proceso conlleva, de igual manera planificar y controlar las áreas componentes del taller de servicio a fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

- **Responsable administrativo:**

Recibir, registrar al cliente y su equipo que solicita los servicios de elaboración, reparación y/o mantenimiento del taller, así como facilitar la atención e información al cliente, de igual forma desarrollar relaciones públicas en cuanto a captación y conservación del cliente.

- **Coordinación de Servicios:**

Realizar las gestiones (traslado de repuestos, requerimientos del taller, cotizaciones, facturación y entrega de equipos) que garanticen la finalización del servicio de elaboración, reparación y/o mantenimiento de equipos con los resultados esperados por el cliente.

Además, supervisar y coordinar las actividades de elaboración, reparación y/o mantenimiento de equipos de tal manera que se lleven a cabo con toda eficiencia y calidad.

- **Soldador:**

Ejecutar trabajos técnicos para dar el servicio de elaboración, reparación y/o mantenimiento de equipos con la calidad requerida por el cliente.

VI. DIAGNOSTICO DE SITUACION ACTUAL.

6.1. Procedimientos del Instituto Tecnológico de Soldadura

El Instituto tecnológico de soldadura (ITS), se dedica a capacitar, preparar, calificar y certificar a diferentes tipos de soldadores, además de brindar el servicio de recuperación de piezas industriales, fomentando las buenas prácticas de soldadura para crear profesionales necesarios en el desarrollo productivo del país. El ITS está ubicado en la casa Matriz de McGregor en el km 4 carretera Sur, Managua. Cuenta con 4 trabajadores que se encargan del recibimiento, planeación y entrega de las órdenes de servicio.

- Reparación
- Rescate
- Elaboración de piezas industriales.

La empresa actualmente no cuenta con la documentación del paso a paso de los procedimientos antes mencionados a nivel de descripción en formatos pdf dentro de su manual de funciones que sirven para el conocimiento general de la actividad.

Sin embargo, no cuenta con fichas de procedimiento que contemplen el alcance del proceso a realizar o los encargados de las actividades, ni los flujogramas de dichos procedimientos donde se muestre el paso a paso de manera visual de los mismos, sin dejar a un lado las entradas y salidas del proceso.

6.2. Proceso actual de Soldadura. SMAW

El proceso SMAW es la soldadura por arco más utilizada debido a que es aplicable a una diversidad de materiales y a que es requerida en industrias de sectores diferentes.

Acerca de los materiales, el proceso SMAW es útil para unir aceros (al carbono, altamente inoxidables y de baja aleación), fundiciones y metales no féreos (aluminio, cobre, níquel y sus aleaciones).

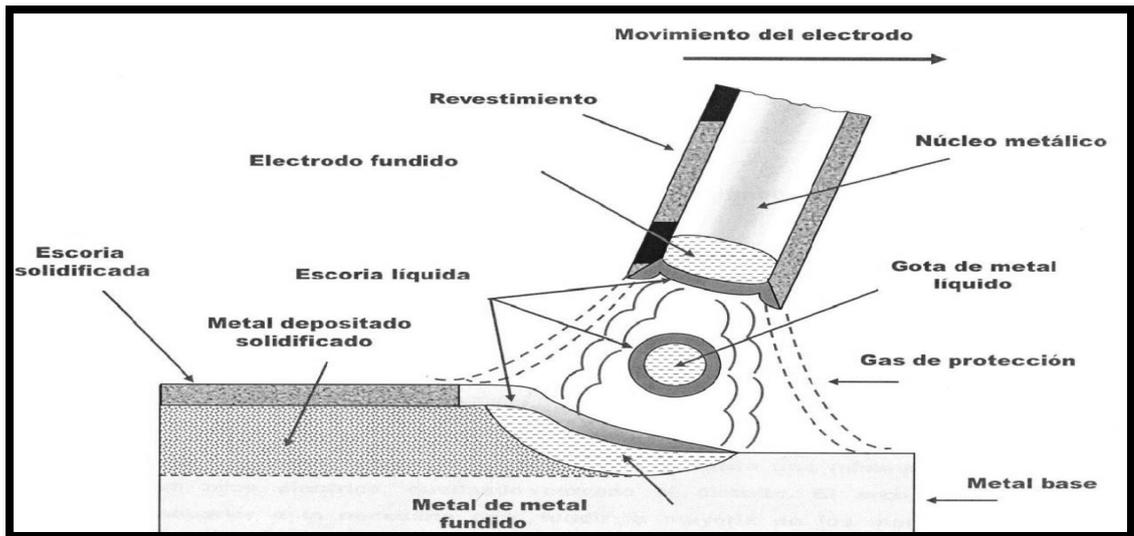


Figura 2: Imagen de cómo funciona un electrodo. Fuente: Fuente Propia

En la soldadura manual la corriente de soldadura quedará fijada aproximadamente por el diámetro del electrodo y la tensión de trabajo por el largo del arco y por el tipo de revestimiento.

La energía aplicada podrá modificarse de manera restringida mediante la variación de la velocidad de avance. Una reducida velocidad de avance (cordones anchos) provoca un mayor calentamiento local de la pieza (que en muchos casos puede ser beneficioso desde el punto de vista metalúrgico), en cambio una mayor velocidad de avance se traducirá en un menor aporte de energía y de calentamiento zonal (que en otros casos podrá ser indispensable ya sea desde el punto de vista metalúrgico o bien para disminuir deformaciones). Variaciones involuntarias en el largo del arco (distancia electrodo-metal base) también implicarán variaciones en el calor aportado. (The James F.Lincoln Welding Foundation)

6.2.1. Ventajas y limitaciones del proceso soldadura por arco eléctrico.

Ventajas del proceso:

- Gran versatilidad, se dispone de una amplia gama de electrodos ferrosos y no ferrosos.
- Baja inversión inicial y bajo costo de operación.
- Equipamiento simple y transportable.
- Posibilidad de uso de lugares de difícil acceso a corriente de aire.
- Diversos grupos de electrodos según requerimientos de la junta a soldar, para unión y recargue duro.

Limitaciones del proceso:

- Baja productividad (corriente de soldadura limitada, bajo aporte metálico kg/h).
- Necesita cuidados especiales con los electrodos (Absorción de humedad).
- Soldador entrenado.
- Baja eficiencia o rendimiento (65- 75%).
- Proceso discontinuo.
- Requiere remoción de escoria.
- Gran volumen de gases y humos generados en el proceso.

(The James F.Lincoln Welding Foundation)

6.2.2. Partes del electrodo revestidos.

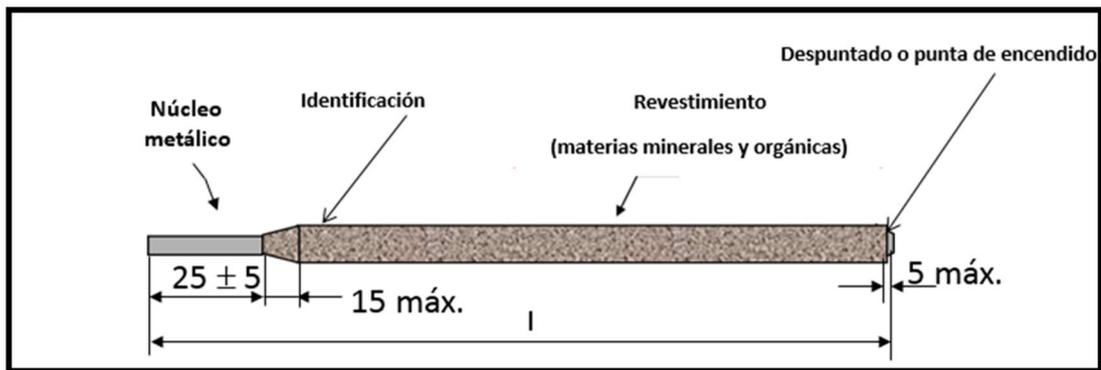


Figura 3: Partes de un electrodo. Fuente: Norma ANSI

Núcleo metálico: es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía de acuerdo con las características del material a soldar.

El núcleo metálico de los electrodos revestidos para soldar aceros al carbono por lo general tiene la misma composición química.

C 0.10% max., Mn 0.5-0.6%, Si 0.03%, P 0.035% max, S 0.035% max.

El revestimiento: está compuesto de diferentes materiales orgánicos y metales en forma de polvo que son aglutinados con silicato de sodio y potasio.

6.2.3. Requisitos técnicos que deben garantizar los electrodos revestidos.

- Mantener un arco estable con corriente alterna (CA) y directa (CD).
- Protección adecuada del metal fundido del electrodo y del baño de soldadura.
- Posibilidad de realizar soldaduras en todas las posiciones.
- Obtención de cordones de buena apariencia, libre de poros y grietas.
- Garantizar un fácil desprendimiento de la escoria.
- Suficiente consistencia del revestimiento con objeto de resistir un mal trato.
- Garantizar las propiedades mecánicas del metal depositado que deben ser iguales o mayor que las del metal base.

(McGregor, 2022)

6.2.4. Función de los componentes del revestimiento.

Para garantizar estos requisitos técnicos se introducen en el revestimiento en una proporción y granulación determinada diversas materias como son:

Materiales ionizantes:

Ionizan la atmosfera del arco, facilitando el encendido. Deben tener un bajo potencial ionización, mientras más pequeño es este con más facilidad ardera el arco.

Ejemplo de materiales ionizantes: Potasio (4.32 V), Sodio (5.12 V), Calcio (6.08), etc.

Materias formadoras de escoria:

Forman escoria que protege el metal fundido de la acción directa del oxígeno y nitrógeno del aire. Actúa con el metal líquido en reacciones de intercambio regulando la composición del metal.

Ejemplo: mármol (CaCO_3), feldespato potásico ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$), fluoruro de calcio (F_2Ca), cuarzo (SiO_2), ilmenita ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$), rutilo (TiO_2), etc.

Materias formadoras de gases:

Se descomponen con el calor del arco desprendiendo gran cantidad de gases (CO , CO_2 , H_2) que protegen el metal fundido de la acción perjudicial del oxígeno y el nitrógeno.

Ejemplo: Celulosa ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$), Carbonato de calcio (CaCO_3), etc.

Materias aleantes y desoxidantes:

Se funden y se disuelven en el baño de metal fundido mejorando las propiedades mecánicas. Forman parte de la escoria produciendo un efecto de desoxidación del baño de metal fundido.

Ejemplo: ferro manganeso, ferro silicio, ferro titanio, etc.

Materias aglutinantes:

Aglutinan los componentes en la forma de polvo y forman la masa con la plasticidad adecuada para fabricar los electrodos.

Ejemplo: silicato soluble de potasio, silicato soluble de sodio.

(Manual de soldadura por electrodos revestidos, 2022)

6.3. Clasificación de los electrodos según tipo de revestimiento.

Según el Instituto Internacional De Soldadura (IIW por sus siglas en inglés) los revestimientos de los electrodos para aceros al carbono y de baja aleación se clasifican en:

Celulósicos

Rutílicos

Básicos

Clase	Tipo de revestimiento (características)	Polaridad	Corriente eléctrica	Penetración	Arco	Acondicionamiento de local
0	Celulósico sódico	PI	CC	Profunda	Penetrante	Temperatura 10° C más alta que la temperatura ambiente, pero menor de 40° C.
1	Celulósico potásico	PI	CA-CC	Profunda	Penetrante	
2	Rutílico sódico	PD	CA-CC	Mediana	Mediano	Temperatura 15° C más alta que la temperatura ambiente, pero menor de 50° C, humedad relativa ambiente menor de 60%
3	Rutílico potásico	PD-PI	CA-CC	Mediana	Suave	
4	Rutílico + hierro de polvo	PD-PI	CA-CC	Mediana	Suave	
5	Básico (bajo hidrógeno sódico)	PI	CC	Mediana	Mediano	Temperatura 20° C más alta que la temperatura ambiente, pero menor de 60° C o humedad relativa ambiente menor de 50%.
6	Básico (bajo hidrógeno potásico)	PI	CA-CC	Mediana	Mediano	
7	Básico (mineral + polvo de hierro)	PD-PI	CA-CC	Ligera	Mediano	
8	Básico (bajo hidrógeno + hierro en polvo)	PI	CA-CC	Mediana	Mediano	

(Manual de soldadura por electrodos revestidos, 2022)

6.4. Análisis y presentación de resultado de entrevistas.

A continuación, se presenta el análisis de las entrevistas realizadas con el objetivo de determinar problemas o fallas en el servicio de reparación o elaboración de piezas del taller de casa McGregor.

Población:

La población objeto de estudio estará constituida por los clientes atendidos y trabajadores del instituto tecnológico de soldadura casa McGregor.

Muestra:

Para la obtención de datos importantes en el desarrollo del proyecto se realizó un instrumento de recolección de la información que fue tabulado, para hacer los respectivos análisis y toma de decisiones.

$$n = \frac{(Z^2 * P * Q * N)}{(E^2 * (N - 1) + (Z^2 * P * Q))}$$

Donde;

$$Z = 1.96$$

$$P = 0.5$$

$$Q = 0.5$$

$$E = 0.05$$

$$N = 30$$

De esta manera para el desarrollo de este trabajo se tuvo en cuenta la realización de las entrevistas a clientes que visitaron las instalaciones del taller, de igual forma para obtener mejores resultados se realizó observación directa en el taller.

Para realizar la muestra, fue utilizado el método proporcional, donde el tamaño en cada estrato de la muestra es proporcional a su tamaño en la población. Con la información obtenida, las repuestas de los clientes se tabularán para su análisis.

Determinación de la muestra:

$$n = \frac{(1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 30)}{[(0.05^2 * (30 - 1)) + (1.96^2 * 0.5 * 0.95)]} = 27 \text{ entrevistas}$$

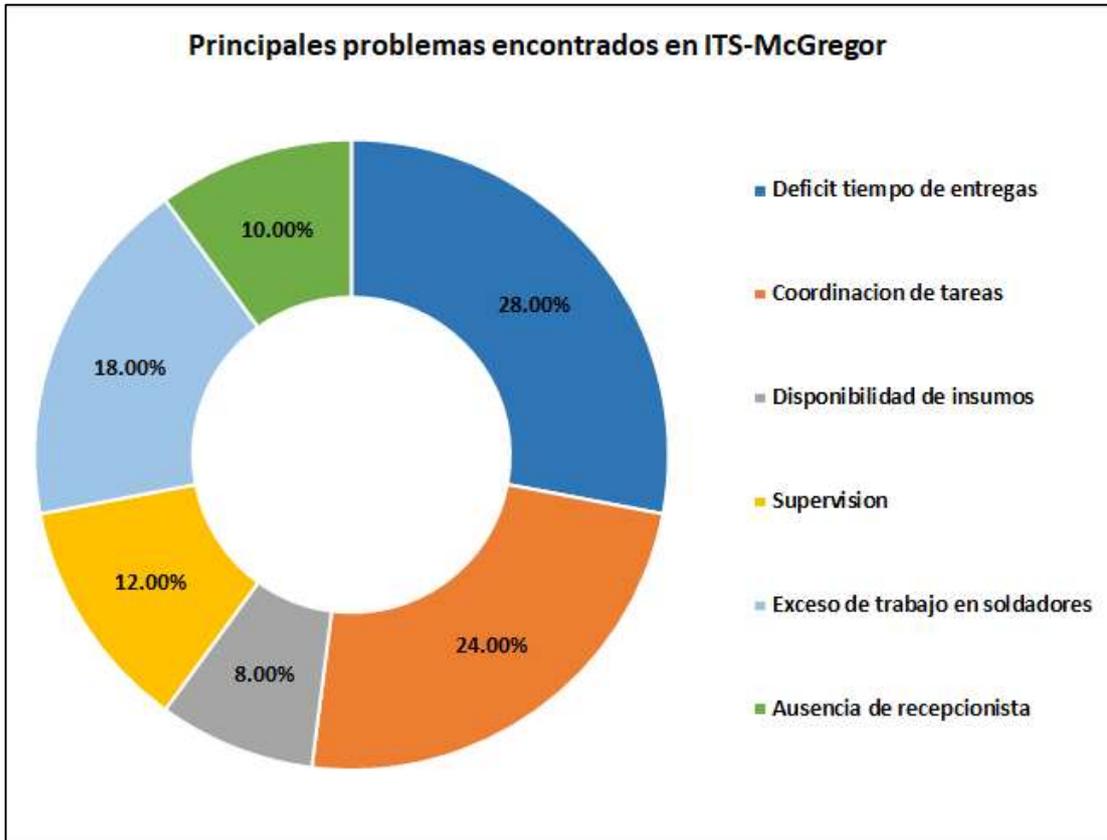


Gráfico 1. Análisis Estadístico de las entrevistas.

Se puede observar en el grafico 1 que el 28% de los clientes se quejan de los tiempos de entrega del servicio, acompañado con el 24% de la coordinación de tareas para proveer el servicio de soldadura.

También se puede apreciar que el 18% de los entrevistados consideran que hay un problema con el exceso de trabajo de los soldadores y un 12% con la falta de supervisión de las órdenes.

Además, encontramos que el 10% de los clientes se quejan de ausencia de recepción o atención de llamadas.

6.5. Plan de acción para los procesos del ITS – casa McGregor.

PROBLEMAS ENCONTRADAS EN EL PROCESO DEL INSTITUTO TECNOLOGICO SOLDADURA - CASA MCGREGOR					
AREA	PROBLEMAS ENCONTRADOS/OPORTUNIDADES DE MEJORAS	Nivel de Prioridad	EXPLICACION Y/O CONSECUENCIAS	SOLUCION PROPUESTA	BENEFICIOS
Coordinacion de servicios	Ausencia de recepcionista	Baja	Falta de un personal de recepcion, para que solo este asignada para atender llamadas o visitas de los clientes	Contratar una recepcionista	Mejor atencion a los ordenes de los clientes
Coordinacion de servicios	Coordinacion de tareas	Alta	Falta de tecnicos de soldadura, para asignar visitas de campo o asignar tareas.	Contratar mas tecnicos de soldadura.	Mejor atencion a los clientes. Mejora los tiempos de coordinacion de tarea, ademas pueden abarcar mas ordenes de trabajo
Coordinacion de servicios	Supervision	Baja	Falta de un supervisor o jefe de taller que este supervisando directamente el personal de soldadura	Asignar un jefe de taller	Supervisar a los soldadores para que esten trabajando de la manera mas optima, sin tiempo ocioso
Taller	Deficit tiempo de entregas	Alta	Muy poco soldadores, ademas la soldadura SMAW, gener mas residuo.	Cambiar a Soldadura GMAW	Proceso de micro alambre GMAW es mas rapido, tiene mejor rendimiento que el SMAW. (SMAW 35% - 40% // GMAW 70% - 80%). Ademas la soldadura GMAW genera menos residuo.
Taller	Exceso de trabajo en soldadores	Media	Ademas de soldar, ellos tienen que limpiar, trasladar las herramientas	Contratar ayudantes de soldaduras	Con los ayudantes, ellos se pueden encargar de la limpieza de residuos, pasarles materiales al soldador y asi el soldador puede concentrarse mejor en su trabajo y esto mejorara la calidad y eficiencia del trabajo
Taller	Disponibilidad de insumos	Baja	Atraso en la entrega de materiales	Contratar ayudantes de soldaduras	Ellos pueden ayudar al soldador a llevar un mejor inventario de materiales y/o recibir los insumos de manera mas eficiente.

6.6. Mapa de proceso actual.

El mapa de proceso actual corresponde al Instituto tecnológico de soldadura de la empresa casa McGregor, especifica los procesos estratégicos relativos a la planificación y establecimiento de políticas y estrategias, provisión de comunicación, aseguramiento de la disponibilidad de los recursos necesarios, de igual forma se especifican los procesos operativos (fundamentales) que definen a dicho taller y los procesos de apoyo (administrativos y técnicos) requeridos para la consecución de los anteriores así como la relación entre los mencionados.

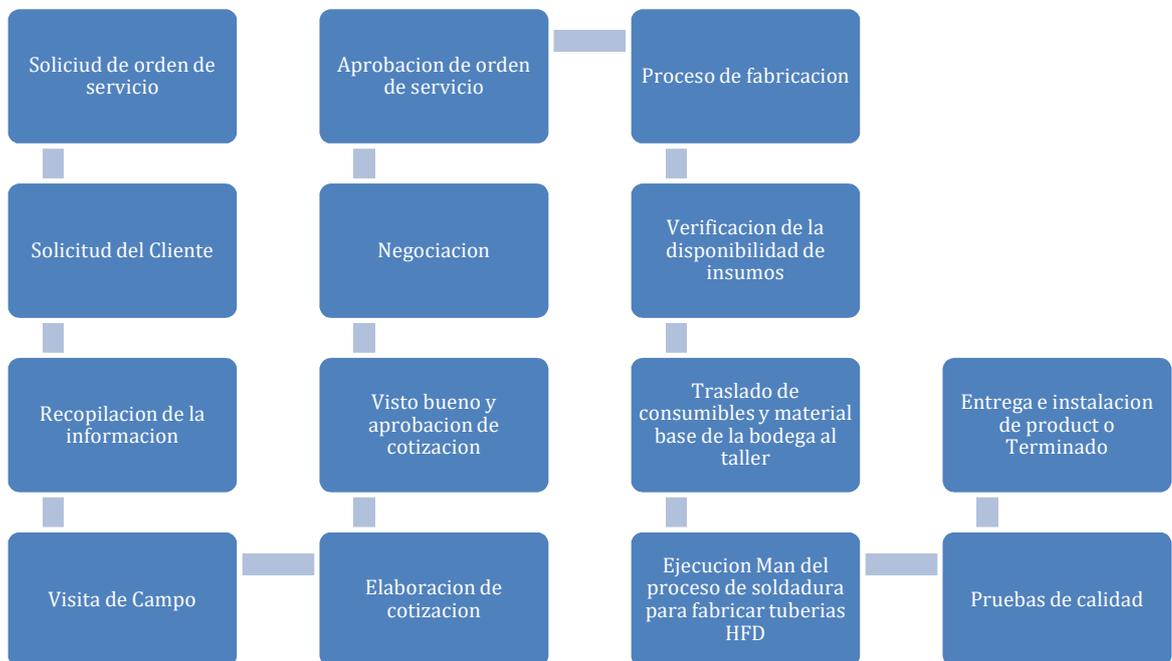


Diagrama.1 Mapa del proceso (tubería de hierro fundido dúctil de agua potable)

No	Ejecutor	Actividad
1	Cliente	Solicitud de Orden de servicio
2	Cliente	El cliente contacta al ITS solicitando servicio de fabricación de sarta de tubería de hierro fundido dúctil (HFD) de agua potable para la empresa ENACAL
3	Responsable Administrativo	Solicitar información del sitio donde se instalara la sarta.
4	Coordinador de Servicio	Determinar cantidad de tubos, diámetro de los mismos tipos de material.
5	Coordinador de Servicio	Detallar cantidad de material, herramientas, tiempo de ejecución, costos del servicio en general (transporte, alimentación etc.)
6	Gerente de Servicio	Revisión de proforma posterior a la negociación con el cliente.
7	Gerente o Coordinador de Servicio.	Envío de cotización del cliente donde se plasman los costos de servicio en general.
8	Cliente	El cliente da visto bueno para ejecución.

Tabla 2 Descripción del proceso de trabaja actual

No	Ejecutor	Actividad
9	Coordinador de servicio y Soldadores	Coordinador se encargará de elaborar y entregar un WPS (Especificación de procedimiento de soldadura) a los soldadores.
10	Responsable Administrativo	Verificar disponibilidad de soldadura, herramientas, maquinarias, material base para el trabajo.
11	Responsable Administrativo	Compra de los insumos y traslado de los mismos al taller de servicio.
12	Soldadores	El soldador se encarga de la ejecución del WPS, para la fabricación de las tuberías.
13	Coordinador de servicio	Realización de pruebas de calidad a las uniones soldadas.
14	Coordinador de servicio y Cliente	El coordinador hace entrega de servicio terminado donde se verificó la calidad y el cliente acepta satisfactoriamente.

Tabla 3 Descripción del proceso de trabajo actual

VII. PROPUESTA DE PLANES DE MEJORA.

7.1. Propuesta de nueva distribución de organigrama en el ITS McGregor

Organigrama propuesto para el taller del Instituto Tecnológico Soldadura Casa McGregor:

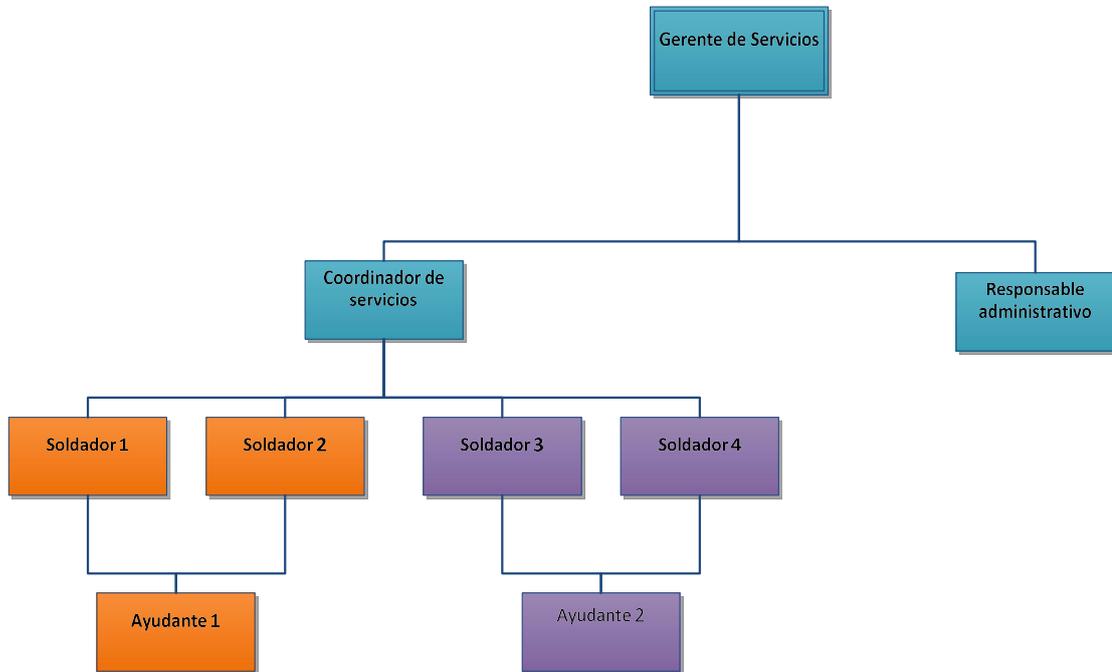


Ilustración.2 Propuesta de distribución de personal en el ITS – casa McGregor

Dependencia	Denominación Cargo	No. De trabajadores
Gerencia	Gerente de servicios	1
Responsable Admón.	Responsable Admón.	1
Coordinador de servicios	Coordinador de servicios y taller	1
Taller	Soldadores del taller	4
Taller	Ayudante de soldadura	2

Tabla.4 Descripción de Cargo en la propuesta del personal del ITS

7.2. Mapa de Propuesta de mejora



Diagrama 2 Descripción de propuesta de proceso de trabajo con mejoras

No	Ejecutor	Actividad
1	Cliente	Solicitud de Orden de servicio
2	Cliente	El cliente contacta al ITS solicitando servicio de fabricación de sarta de tubería de hierro fundido dúctil (HFD) de agua potable para la empresa ENACAL
3	Responsable Administrativo	Solicitar información del sitio donde se instalara la sarta.
4	Coordinador de Servicio	Determinar cantidad de tubos, diámetro de los mismos tipos de material.
5	Coordinador de Servicio	Detallar cantidad de material, herramientas, tiempo de ejecución, costos del servicio en general (transporte, alimentación etc.)
6	Gerente de Servicio	Revisión de proforma posterior a la negociación con el cliente.
7	Gerente o Coordinador de Servicio.	Envío de cotización del cliente donde se plasman los costos de servicio en general.
8	Cliente	El cliente da visto bueno para ejecución.

Tabla 4. Descripción del trabajo con mejora propuesta

No	Ejecutor	Actividad
9	Coordinador de servicio y Soldadores	Coordinador se encargará de elaborar y entregar un WPS (Especificación de procedimiento de soldadura) a los soldadores.
10	Responsable Administrativo	Verificar disponibilidad de soldadura, herramientas, maquinarias, material base para el trabajo.
11	Responsable Administrativo	Compra de los insumos y traslado de los mismos al taller de servicio.
12	Soldadores	El soldador se encarga de la ejecución del WPS, para la fabricación de las tuberías.
13	Soldadores	Ejecución del proceso de soldadura por medio de GWAS
14	Ayudantes	Encargado de mantener limpio y organizado el área de trabajo para evitar atraso a los soldadores
15	Coordinador de servicio	Realización de pruebas de calidad a las uniones soldadas.
16	Coordinador de servicio y Cliente	El coordinador hace entrega de servicio terminado donde se verificó la calidad y el cliente acepta satisfactoriamente.

Tabla 5. Descripción del trabajo con mejora propuesta

7.3. Proceso propuesto para soldadura. GMAW/MIG

De acuerdo con los problemas que fue identificado a través de nuestras entrevistas, identificamos el “déficit de tiempos de entrega” como prioridad alta de problema. Para solucionar este problema nosotros proponemos cambiar el método de soldadura a GMAW, ya que este es un proceso con mayor rendimiento y rápido que el método actual SMAW.

7.3.1. Definición de soldadura GMAW/MIG:

La soldadura GMAW, tal como lo identifica la American Welding Society, también se conoce popularmente como MIG (gas inerte metálico) y utiliza un electrodo de alambre sólido continuo para el metal de aportación y un gas suministrado externamente (generalmente de un cilindro de alta presión) para el blindaje.

El cable es generalmente de acero dulce, generalmente de color cobre porque está galvanizado con una capa delgada de cobre para protegerlo de la oxidación, mejorar la conductividad eléctrica, aumentar la vida útil de la punta de contacto y, en general, mejorar el rendimiento del arco. La soldadora debe estar configurada para CC de polaridad positiva. El gas protector, que suele ser dióxido de carbono o mezclas de dióxido de carbono y argón, protege al metal fundido de reaccionar con la atmósfera.

El gas protector fluye a través de la pistola y el conjunto de cable y sale por la boquilla de la pistola con el alambre de soldadura para proteger y proteger el baño de soldadura fundido. El metal fundido es muy reactivo al oxígeno, nitrógeno e hidrógeno de la atmósfera, si se expone a él. El gas inerte generalmente continúa fluyendo durante algún tiempo después de la soldadura para seguir protegiendo el metal mientras se enfría. Una ligera brisa puede alejar el blindaje y causar porosidad, por lo que generalmente se evita soldar al aire libre a menos que se instalen parabrisas especiales.

Sin embargo, si se hace correctamente, el atractivo del operador y la apariencia de la soldadura son excelentes con MIG y es el proceso favorito de la mayoría de los soldadores. Una buena técnica dará excelentes resultados.

La soldadura acabada correctamente hecha no tiene escoria ni prácticamente salpicaduras. Normalmente se utiliza un ángulo de pistola de "empuje" para mejorar la cobertura de gas y obtener los mejores resultados. Si el material que está soldando está sucio, oxidado o pintado, debe limpiarlo esmerilando hasta que vea metal desnudo brillante.

La soldadura MIG se puede utilizar con todos los principales metales comerciales, incluido el acero con bajo contenido de carbono, el acero de baja aleación y el acero inoxidable y el aluminio con potencial para un excelente éxito por parte de un novato. (McGregor, 2022)

GMAW es un proceso de soldadura de arco el cual incorpora la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que está protegido por un gas suministrado externamente.

Puesto que el equipo se provee para auto regulación automática de las características eléctricas del arco y tasa de deposición, los únicos controles manuales requeridos por el soldador para la operación semiautomática son posicionamiento de la pistola, guía, y velocidad de avance. La longitud del arco y el nivel de la corriente se mantienen automáticamente.

El proceso de control y la función se logran a través de estos tres elementos básicos del equipo

- Pistola y cable de ensamble.
- Unidad de alimentación del alambre.
- Fuente de poder.

La pistola y el ensamble del cable ejecutan tres funciones. Esta entrega el gas de protección a la región del arco, guía al electrodo consumible a la punta de contacto y conduce la energía eléctrica a la punta de contacto. Cuando el interruptor de la pistola es activado, gas, energía, y electrodo son entregados simultáneamente al trabajo y un arco es creado.

La unidad de alimentación del alambre y la fuente de poder están normalmente acopladas para proveer una autorregulación automática de la longitud del arco. La combinación básica usada para producir esta regulación consiste en una fuente de poder de voltaje constante (que suministra una curva plana voltaje-corriente) en unión con una unidad de alimentación de alambre de velocidad constante.

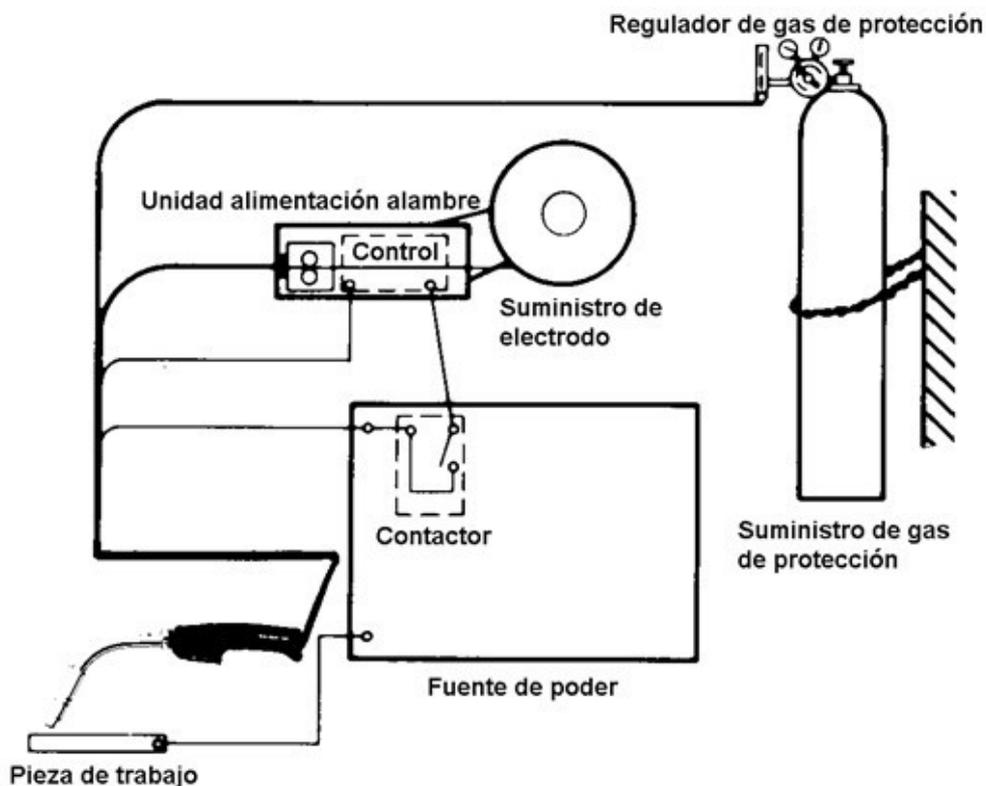


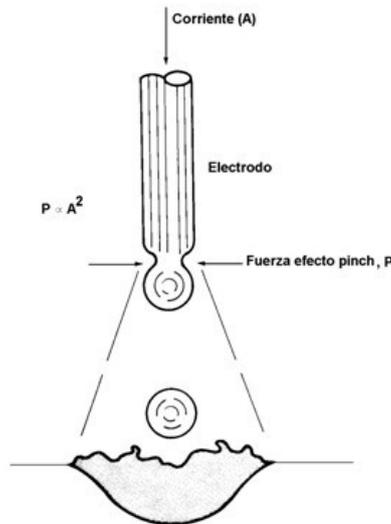
Figura 4: Equipo de soldadura GMAW básico.

7.3.2. Modos de transferencia del metal en el proceso GMAW:

Las características de GMAW se describen mejor por los cuatro modos básicos de transferencia del metal que pueden ocurrir en el proceso: Transferencia por rociado axial, Transferencia globular, Transferencia por rociado pulsante, y transferencias cortocircuito.

La transferencia globular y spray axial están asociadas básicamente con la relativamente alta energía del arco. Con la ocasional excepción del modo spray en diámetros de electrodos muy pequeños, tanto la transferencia spray axial como la globular están normalmente limitadas a posiciones de soldadura plana y horizontal con materiales de espesor no menor de 1/8 de pulgadas (3,2 milímetros). La transferencia spray pulsante, en el que el promedio del nivel de energía es reducido, es otra excepción (ver GMAW-P). La transferencia de corto circuito es un proceso de energía relativamente baja limitado a metales de espesores no mayores de 1/8 de pulgada (3,2mm.), este es usado en todas las posiciones de soldadura.

La física de la transferencia de metal fundido no es muy comprendida; sin embargo, se han sugerido una serie de fuerzas responsables para regular las transferencias. Con mayor probabilidad, una combinación de fuerzas es responsable para el desprendimiento del metal fundido desde el electrodo y la impulsión a través del arco hacia el metal base. Dos de aquellas fuerzas, gravedad y “efecto pinch”, pueden ser considerados en una simple descripción del mecanismo de transferencia y sus tres modos básicos. El “efecto pinch” es un cuello momentáneo de la gota líquida desde el electrodo que transporta la corriente que ocurre como resultado del efecto electromagnético de la corriente.



Esta es la clave para la transferencia spray axial y un factor en la transferencia de corto circuito. En cualquier conductor, el efecto de la fuerza de apriete es proporcional al cuadrado de la corriente que fluye por este; por ejemplo, si la corriente se duplica, la fuerza de apretar se cuadruplica. Este efecto de apretar puede ser tan grande que en ocasiones el electrodo se rompe y finalmente se separa. La gota fundida en el extremo de un electrodo es fácilmente apretada con valores normales de corriente de soldadura. La transferencia globular se caracteriza por el efecto predominante de la fuerza de gravedad.

Transferencia por rociado.

Gas de protección con un mínimo de 80 por ciento de argón). En este modo, la transferencia de metal a través del arco es forma de gotas de un tamaño igual o menor que el diámetro del electrodo. Las gotas son dirigidas axialmente en línea recta desde el electrodo al charco de soldadura. El arco es muy uniforme y estable. El resultado es pequeña salpicadura y un cordón de soldadura de superficie relativamente lisa. La energía del arco (plasma) es extendida afuera en un modelo de forma cónica. Esto resulta en una buena característica de mojado en los extremos del cordón de soldadura, pero esta fluidez relativa origina una penetración superficial (fusión de penetración superficial). La penetración es más profunda que la obtenida con soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW) pero menor que la que se puede obtener con GMAW en el modo de transferencia globular de alta energía.

El modo de transferencia por rociado axial es establecido con un nivel mínimo de corriente para cualquier diámetro de electrodo dado (densidad de corriente). Este nivel de corriente es llamado generalmente “la corriente de transición”.

Una corriente de transición bien definida existe solamente con un gas de protección que contiene un mínimo de 80% de argón. Con niveles de corriente bajo la corriente de transición incrementan el tamaño de la gota (más grande que el diámetro del electrodo). Las características del arco son completamente inestables en este rango de operación.

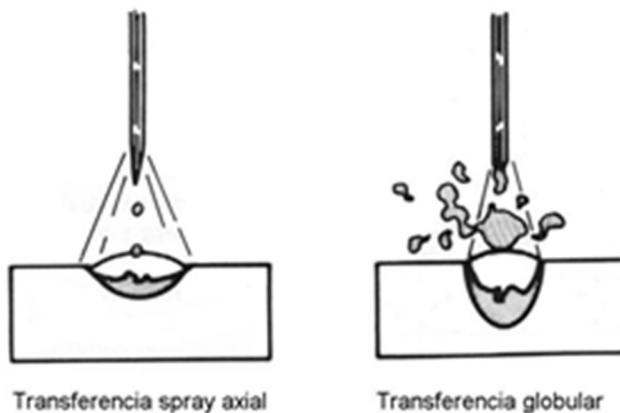


Figura 5: Características de la transferencia de soldadura.

Los diámetros de los electrodos tan grandes como 3/32 pulga. (2,4 mm), pero usualmente alrededor de 1/16 pulga. (1,6 mm), son usados con corrientes relativamente altas para crear transferencia arco espray. Una corriente de aproximadamente 300-350 amperios es requerida para un electrodo de 1/16 pulga. (1,6 mm), dependiendo del gas de protección y del tipo de alambre inoxidable que se empezó a usar. El grado de salpicadura es dependiente sobre todo de la composición y tasa del flujo del gas de protección, velocidad de alimentación del alambre, y las características de la fuente de poder del equipo. DCEP (Corriente Directa Electrodo Positivo) es usada para la mayoría de las soldaduras de aceros inoxidables. Una mezcla de argón con 1 o 2% de oxígeno es recomendado para la soldadura de acero inoxidable.

En soldaduras a tope a escuadra, una barra de respaldo debe ser usada para prevenir el goteo continuo de metal de soldadura. Cuando el ajuste es pobre o el respaldo de cobre no puede ser utilizado, el goteo continuo puede ser minimizado utilizando la primera pasada soldadura de transferencia cortocircuito.

Cuando suelda con la pistola semiautomática, las técnicas de ángulo de empuje son beneficiosas. Aunque la mano del operador está expuesta a mayor radiación de calor, la visibilidad obtenida es mejor.

Para placas de soldadura 1/4 pulg. (6.4 mm) y más gruesas, la pistola puede ser movida hacia delante y atrás en la dirección de la junta y al mismo tiempo movido ligeramente de lado a lado. En metal delgado, sin embargo, solamente el movimiento de regreso y adelante a lo largo de la junta es usada.

Transferencia corto circuito. La fuente de poder con controles de voltaje e inductancia (pinch) es recomendada para la soldadura de acero inoxidable con transferencia corto circuito. La inductancia, en particular, juega un papel importante en la obtención de la fluidez del charco adecuada.

El gas de protección recomendado para soldadura corto circuito de acero inoxidable contiene 90% de helio, 7.5% de argón, y 2.5% de dióxido de carbono. El gas da el contorno de cordón más deseable al mismo tiempo conservando bastante bajo el nivel de CO_2 tal que esto no influye en la resistencia a la corrosión del metal. La alta inductancia en la salida es beneficiosa cuando se usa esta mezcla de gas.

Las soldaduras de una pasada pueden ser hechas usando gas de argón/ CO_2 . El CO_2 en el gas de protección afectará la resistencia a la corrosión de soldaduras múltiples hechas con la transferencia corto circuito.

La extensión del alambre o la longitud libre del electrodo debe ser cuidada tan corta como sea posible. La técnica de soldadura de arrastre es usualmente más fácil en soldaduras de filete y resultará en una soldadura más limpia.

La técnica de soldadura de empuje debe ser usada para soldaduras a tope. En soldaduras de esquina por el lado de afuera puede ser hecha con un movimiento recto (no tejido). Un ligero movimiento adelante y atrás a lo largo del eje de la junta debe ser usado.

La soldadura transferencia corto circuito en acero inoxidable hecho con un gas de protección de 90% He, 7,5%

A, 2,5% C O₂ muestra buena coalescencia y resistencia a la corrosión. Soldaduras de filete simple, traslape y a tope en materiales desde 0,60 pulga. (1,5 mm) a 0,125 pulga. (3,2 mm) en aceros inoxidables 321, 310, 316, 347, 304, 410, y similares pueden ser hechos satisfactoriamente.

Transferencia globular (protección con CO₂ o helio). En este modo, la transferencia de metal a través del arco es en la forma de glóbulos irregulares aleatoriamente dirigidos a través del arco de manera irregular, resultando en un monto considerable de salpicadura. La salpicadura es minimizada cuando se usa una protección de C O₂ y ajustando las condiciones de soldadura tal que la punta del electrodo este bajo la superficie del metal de soldadura fundida y dentro de la cavidad generada por la fuerza del arco. El arco de C O₂ es generalmente inestable por naturaleza y caracterizado por un sonido "crepitante". Este presenta una superficie del cordón de soldadura rugoso en apariencia (efecto rizado) en comparación con el cordón obtenido en la transferencia por spray axial. Dado que la mayoría de la energía del arco es dirigida hacia adelante y bajo la superficie del metal de soldadura fundido, el perfil del cordón de soldadura exhibe una penetración extremadamente profunda con una acción de "mojado" en las extremidades del cordón de soldadura que es menor que el obtenido en el modo de transferencia por spray axial. La relativa estabilidad del arco de CO₂ puede ser establecida con niveles de corriente más altas usando un arco enterrado.

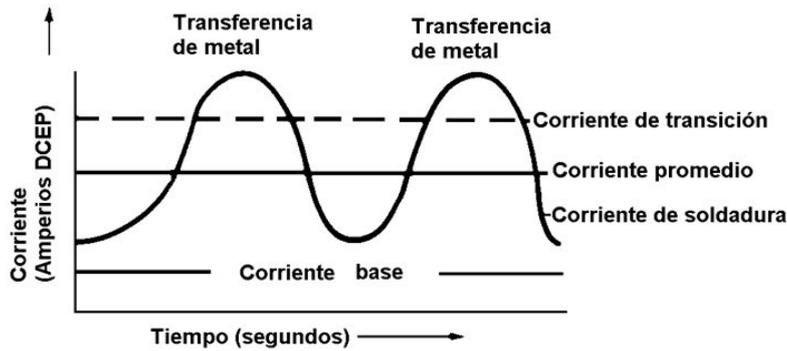
Utilizando gases ricos en helio se producen cordones de soldadura más anchos con una penetración profunda similar a la del argón, con una geometría más deseable.

Transferencia Corto Circuito GMAW-S. En el corto circuito, modo de baja energía, toda la transferencia de metal ocurre cuando el electrodo está en contacto con el charco fundido en la pieza-trabajo. En este modo de transferencia de metal, las características de la fuente de poder controlan la relación entre el establecimiento intermitente de un arco y el corto circuito del electrodo a la pieza.

Dado que el calor entregado es bajo, la penetración del cordón de soldadura es muy superficial y debe ser ejercitado en la técnica para asegurar una buena fusión en secciones gruesas. Sin embargo, estas características permiten soldar en toda posición. La transferencia corto circuito es particularmente adaptable para soldar secciones de calibre delgado.

Variaciones. Adicionalmente a los tres modos básicos de transferencia de metal que caracteriza el proceso GMAW, estas son algunas variaciones significantes únicamente.

Transferencia por arco pulsado GMAW-P. La transferencia por corriente pulsante es una variación del proceso GMAW capaz de soldar en toda posición con un nivel de energía más alto que con transferencia cortocircuito. En esta variación, la fuente de poder provee dos niveles de corriente: Un nivel de "base" estable y bajo en magnitud para producir cualquier transferencia; y una corriente "pulsante pico", superpuesta sobre la corriente de base a intervalos regulares.



NOTA : DCEP Direct Current Electrodo Positivo

Figura 6: Transferencia por arco pulsante GMAW-P.

La soldadura GMAW-P también usa cambios en la polaridad y las características de la corriente pulsante son aplicadas en la soldadura por arco en aceros de alta resistencia de partes del automóvil.

Soldadura de Punto por Arco. Añadiendo un timer al arco a un equipo GMAW estándar y boquillas especiales a la pistola es virtualmente todo lo requerido para proveer la capacidad de soldar por puntos. La principal diferencia funcional entre soldadura de punto por arco y soldadura de punto por resistencia es que en la soldadura de punto por arco el pedazo soldado empieza a formarse desde afuera de uno de los miembros a ser unidos más que en las interfaces entre los dos miembros. Esto en ambos presenta ventajas y desventajas cuando los procesos son comparados.

También la soldadura GMAW no es considerada normalmente un proceso de soldadura para toda posición. El diámetro del pedazo de las interfaces (resistencia mecánica del punto de soldadura) es principalmente controlado por la velocidad de alimentación del alambre (corriente), el tiempo del arco, y la combinación de espesores que son unidos.

Sin embargo, el voltaje, diámetro del electrodo, tipo de gas de protección, extensión del electrodo, y ajuste de las piezas son factores muy importantes que deben ser considerados para alcanzar óptimos resultados para una aplicación dada. El control preciso de estas variables es esencial para reproducir resultados en soldaduras de materiales de calibres delgados.

EQUIPOS:

El proceso GMAW puede ser utilizado ya sea automática o semiautomáticamente. El equipo básico para cualquier instalación GMAW consiste de lo siguiente:

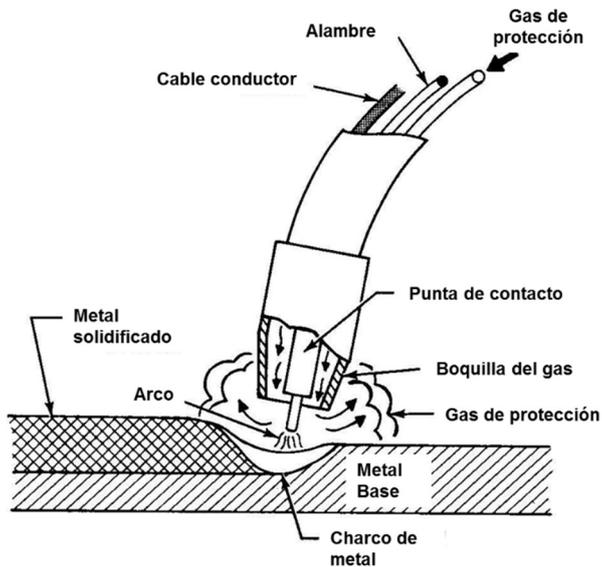


Figura 7: Antorcha de soldar GMAW.

- Una pistola de soldar.
- Un motor de alimentación de alambre y engranajes asociados o rodillos de tracción.
- Un control de soldadura.
- Una fuente de poder de soldadura.
- Una fuente reguladora de gas de protección.
- Una fuente de electrodo.
- Cables de interconexión y mangueras.

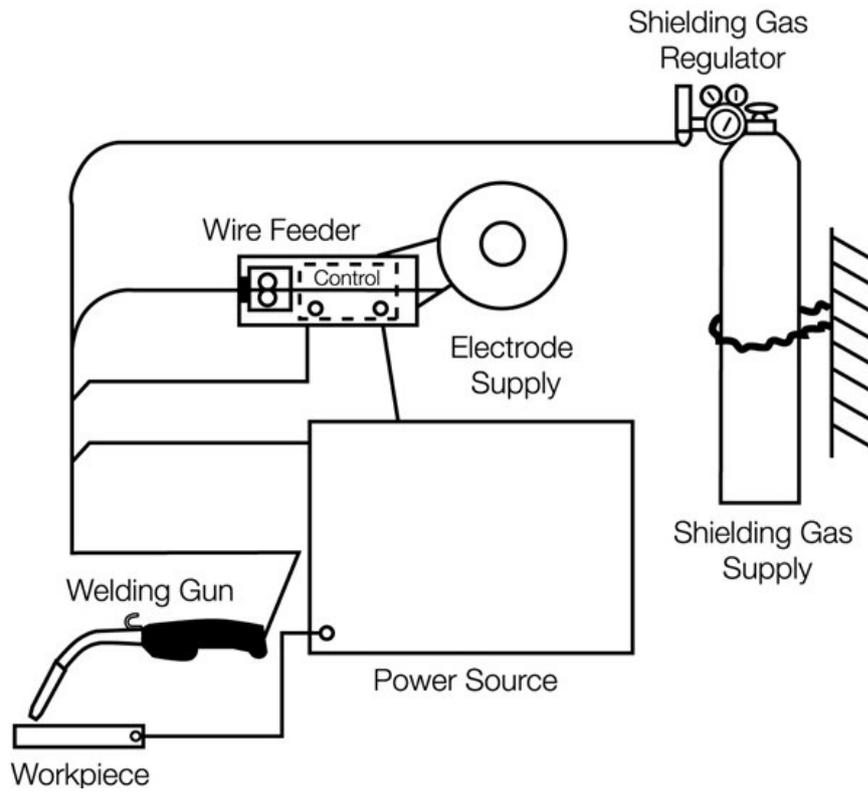


Figura 8: Instalación GMAW semiautomática.

GASES DE PROTECCIÓN, ELECTRODOS CONSUMIBLES

Gas de Protección	Comportamiento Químico	Aplicación Típica
Argón	Inerte	Virtualmente todos los metales excepto acero.
Helio	Inerte	Aleaciones de Aluminio, Magnesio y Cobre para entrada de calor más grande y para minimizar porosidades.
Ar + 20-80% He	Inerte	Aleaciones de Aluminio, Magnesio y Cobre para entrada de calor más grande y para minimizar porosidades. (mejor acción del arco que 100% de Helio)
Nitrógeno		Entrada de calor más grande en cobre (Europa)
Ar + 25-30% N ₂		Entrada de calor más grande en cobre (Europa) acción del arco mejor que 100% nitrógeno
Ar + 1-2% O ₂	Ligeramente oxidante	Aceros aleados e inoxidables; algunas aleaciones de cobre desoxidados.
Ar + 3-5% O ₂	Oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación.
CO ₂	oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación.
Ar + 20-50% CO ₂	oxidante	Varios aceros, principalmente en el modo corto circuito.
Ar + 10% CO ₂ + 5% O ₂	Oxidante	Varios aceros (Europa)
CO ₂ + 20% O ₂	Oxidante	Varios aceros (Japón)
90% He + 7.5% Ar + 2.5% CO ₂	Ligeramente oxidante	Aceros inoxidables para buena resistencia a la corrosión, modo corto circuito.
60 a 70% He + 25 a 35% Ar + 4 a 5% CO ₂	Oxidante	Acero de baja aleación para tenacidad, modo corto circuito.

Gases de protección y mezclas de gas.

Gas de protección: La mayoría de los metales exhibe una fuerte tendencia para combinarse con el oxígeno y en menor extensión con nitrógeno (para formar nitruros metálicos). El oxígeno también reaccionará con el carbón para formar el gas monóxido de carbono.

Esos productos de la reacción son toda una fuente de deficiencias para la soldadura en la forma de: defectos de fusión debido a los óxidos; pérdidas de resistencia debido a la porosidad, óxidos, y nitruros; y fragilidad del metal de soldadura debido a los óxidos y nitruros disueltos.

Estos productos de la reacción son fácilmente formados dado que la atmósfera está compuesta de 80% de nitrógeno y 20% de oxígeno. En la tabla 1 y 2 se muestra los gases de protección y los materiales de aporte utilizados en la industria.

Electrodos: En la Ingeniería de obras soldadas, los metales de aporte son seleccionados para producir un depósito de soldadura con los siguientes objetivos básicos: depósito semejante a las propiedades físico-mecánicas del metal base, y cordón de soldadura sano, y libre de discontinuidades.

Dióxido de Carbón. El dióxido de carbono es un gas reactivo y puede ser usado para proteger la soldadura por arco con alambre electrodo sobre aceros al carbón y de baja aleación en el modo de transferencia corto circuito. Las características típicas son:

- Mejor penetración.
- Bajo costo.
- Arco áspero – alta salpicadura.
- No soportan la transferencia Espray axial.
- Capacidad fuera de posición.

Argón. El argón es un gas inerte y generalmente no puede ser usado solo como un gas de protección para la soldadura por arco (GMAW) en aceros al carbono o de baja aleación. El Oxígeno o Dióxido de Carbón es añadido para estabilizar el arco. Sin la adición de Oxígeno o Dióxido de Carbón el arco será errático

Argón y Dióxido de Carbón. Las mezclas de gas Argón con el 20-50% de dióxido de carbono son usadas en la soldadura por arco GMAW en aceros al carbón y aceros de baja aleación en el modo de transferencia corto circuito.

Las características típicas son:

- Buena forma del cordón.
- Menor penetración que con la protección de dióxido de carbono.
- Pileta de soldadura no tan fluido como con la protección de dióxido de carbono.
- La mezcla mínima de argón para soportar la transferencia spray axial es 80% de Argón, 20% dióxido de carbono.
- Puede soldar fuera de posición.

Argón con 3 al 10% de dióxido de carbono o con 1 al 5% de oxígeno.

Las mezclas del 3 al 10% del dióxido de carbono o del 1 al 5% de oxígeno son con mayor frecuencia usadas para soldar en modo de transferencia por rociado axial. Cuanto menor sea el porcentaje de argón en una mezcla de gases de protección, se necesita desarrollar un voltaje del arco más alto con una longitud del arco bastante larga para soportar una transferencia por rociado axial.

Las características típicas son:

- Buena forma del cordón.
- Mínimo a ninguna salpicadura.
- Mezclas mejores para eliminar traslapes fríos.
- No se puede soldar fuera de posición.
- Mejor proceso para láminas gruesas.

Ventajas y Desventajas del proceso GMAW

Ventajas:

- Puede soldarse en todas las posiciones y en junta angosta, si se suelda en corto circuito o arco pulsado.
- Velocidades de deposición superiores a las de SMAW.
- Velocidad de soldadura mayor que en SMAW por ser el electrodo continuo, ausencia de escoria y mayores velocidades de deposición y eficiencia.
- Menor número de interrupciones en los cordones.
- Se obtiene mayor penetración con transferencia spray que con SMAW.
- Se requiere mínima limpieza post soldadura por menos salpicaduras.
- Es un proceso de bajo hidrógeno, adecuado para grandes espesores.
- Los soldadores aprenden rápido.
- Menores tiempos de soldadura que SMAW, impactando en menores costos de producción.

Desventajas:

- El equipo para GMAW es más complejo y costoso y menos portable que el utilizado en SMAW.
- Es difícil de utilizar en juntas de difícil llegada.
- El arco debe ser protegido de las corrientes de aire.
- Tiene un arco de mayor radiación e intensidad, genera incomodidad en los soldadores
- Entre la torcha y la fuente de poder no puede haber más de 10 m.
- Limitada variedad de alambres disponibles (los materiales que no pueden ser trefilados)
- La velocidad de enfriamiento es mayor que en los procesos con escoria abundante. La alta velocidad si se aplica mal el corto circuito, puede producirse fusión incompleta.

VIII. CONCLUSIONES.

Se realizó diagnóstico de la situación actual del Instituto Tecnológico de soldadura (ITS) de Casa McGregor, en el cual se estudió el problema que llevo a cabo la realización de este trabajo que es el tiempo de entrega de las ordenes de servicio, mediante las entrevistas y la visita de campo hechas pudimos observar donde están las dificultades en el presente proceso.

La falta de documentación de manuales de procesos, la falta de personal al momento de realizar limpieza de los restos de soldadura entre otros crea un déficit para los tiempos de entrega.

Con lo anterior mencionado, se pudo demostrar la necesidad de implementar un plan de mejora para diversas oportunidades identificadas dentro de las actividades realizadas en el departamento que apunten a un desarrollo en aspectos técnicos y procedimentales.

Para efecto de este estudio se determinaron las propuestas que conformen el plan de mejora, las cuales incorpora el diseño de fichas y diagramas de procedimiento, establecer indicadores para utilizar en la medición de productividad, eficiencia y eficacia de las metas del departamento como herramienta gestión de procesos y el tipo de soldadura que se puede implementar.

Finalizando este trabajo con el desarrollo de las propuestas del plan de mejora que incluyen una solución a cada problemática encontrada con su debido responsable, dejando un antecedente para futuros trabajos dentro del área de ser considerado por la empresa.

IX. RECOMENDACIONES.

1. Establecer manuales donde se plasmen los procesos generales de ejecución.
2. Contratar dos soldadores para así agilizar el tiempo de entrega.
3. Contratación de ayudantes para que se encarguen de la limpieza, escoria que deja la soldadura.
4. Cambio de proceso de soldadura de SMAW a GMAW, el proceso de micro alambre GMAW es más rápido, se gana mejor rendimiento ya que con el SMAW es de 35% a 40% mientras que con el GMAW es del 70% al 80%.

X. BIBLIOGRAFIA.

9001, I. (2015). ISO.

American Welding Society (AWS), C. d.-A. (s.f.).

Diana Ximena Proaño Villavicencio, V. G. (2017). *METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PLAN DE MEJORA CONTINUA* .

Garcia Criollo, R. (s.f.). *Estudio del trabajo Ingenieria de Metodos y medicion de trabajo*.

ISO. (2015). *NORMA INTERNACIONAL ISO 9001*.

Manual de soldadura por electrodos revestidos, I. 2. (2022). *Manual de soldadura por electrodos revestidos*.

McGregor, I. t. (2022). *SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO*.

Sydle. (s.f.). *Sydle-blog-mejora continua*. Obtenido de <https://www.sydle.com/es/blog/mejora-continua-6101a388b2503757979faf52/>

The James F.Lincoln Welding Foundation, P. o. (s.f.).

The Lincoln Electric Company, N. L. (s.f.).

The Lincoln Electric Company, T. P. (s.f.).

XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Cronogramas de Ejecución para el trabajo monografico	Propuesta de plan de mejora en la prestación de servicios técnicos de soldadura en el Instituto tecnológico de soldadura (ITS) Casa McGregor												Observación			
	ene-23				feb-23				mar-23							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Actividades 2023	Fase 1) Curso de inducción para los tutores seleccionados															
Elaboración de Tema a investigar y objetivos																
Entrega de carta para aprobación de temas y objetivos																
Visita a la empresa Instituto Tecnológico de Soldadura casa McGregor																
Aprobación del tema por el decano.																
Trabajamos Marco Teorico																
Trabajamos Diseño Metodologico																
Entrevista a clientes y personal del Instituto Tecnológico de Soldadura- casa McGregor																
Desarrollo metodologico																
Analisis y presentacion de resultados																
Conclusiones																
Recomendaciones																
Bibliografia																
Entrega de proyecto a tutor																
Entrega de discos al FTI																
Aprobacion de proyecto																
Defensa de proyecto																

XII. ANEXOS



Soldando Brida con electrodo.



Brida.



Tees de bridas



Niple – Tubo mas brida



Marcando para derivar



Tubo con derivación.



Reductor



Reductor



Codo.



Alineación de brida



línea de tubería