

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**APLICACIÓN DE MEJORA DE MÉTODOS EN
EL PROCESO DE SOLDADURA EN SIMA
CHIMBOTE – 2017**

**Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ingeniería Industrial con
mención en Gerencia de Operaciones**

Autor: Lindo Santos, Prudencio Filotero
Asesor: Ángeles Morales, Julio César

Chimbote–Perú
2017

1. PALABRA CLAVE: en español e inglés – Línea de investigación

En español:

Tema	Proceso de soldadura
Especialidad	Mejora de métodos

In English:

Subject	Welding process
Specialty	Improvement of methods

2. TÍTULO:

Aplicación de mejora de métodos en el proceso de soldadura en
SIMACHMM – 2017.

Línea de Investigación		
Programa	Maestría en Ingeniería Industrial con mención en Gerencia de Operaciones	
Línea de Investigación	Desarrollo e Innovación de Procesos	
	Área 1	Ingeniería, Tecnología
OCDE	Sub Área	Otros Ingeniería y Tecnologías
	Disciplina	Ingeniería Industrial
Sub - línea	Métodos de Soldadura	

Fuente: Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 050-2019-USP-VIRIN.

3. RESUMEN:

El presente estudio “Aplicación de mejora de métodos en el proceso de soldadura en SIMA CHIMBOTE – 2017” tuvo el propósito de determinar la influencia de la aplicación de un programa de procedimientos de calidad basado en la implementación, conocimiento y experiencia lograda en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

Se trabajó con la siguiente metodología, 02 maestros soldadores por cada pieza o estructura metálica, el tipo de investigación fue aplicada y diseño pre experimental. La población estuvo constituida por 05 procesos de soldadura, y la muestra estuvo seleccionada por 02 procesos de manera aleatoria.

Se obtuvo como resultado una reducción de “no conformidades”, menos estructuras metálicas con desviaciones no permisibles en los proyectos por cada año y ocurridos en los mismos trabajos de soldeo en taller, facilidad de ejecución por la metodología, pasos a seguir y por el estricto cumplimiento de una serie de requisitos aplicables; reducción de tiempos programados para la ejecución del proyecto; prevención en la ocurrencia de desviaciones por el calor producido y control de los parámetros mediante indicadores para el cumplimiento de los objetivos a satisfacción de los clientes internos y aligerar la continuación del proceso en forma oportuna y satisfactoria.

4. ABSTRACT:

The present study “Application of improvement of methods in the welding process in SIMA CHIMBOTE - 2017” was intended to determine the influence of the application of a quality procedures program based on the implementation, knowledge and experience achieved in the SIMA company MECHANICAL METAL CHIMBOTE.

We worked with the following methodology, 02 master welders for each piece or metal structure, the type of research was applied and pre-experimental design. The population consisted of 05 welding processes, and the sample was selected by 02 processes randomly.

As a result, a reduction of “non-conformities” was obtained, less metal structures with non-permissible deviations in the projects for each year and occurred in the same welding works in the workshop, ease of execution by the methodology, steps to be followed and by the strict compliance with a series of applicable requirements; reduction of scheduled times for project execution; prevention in the occurrence of deviations by the heat produced and control of the parameters by means of indicators for the fulfillment of the objectives to the satisfaction of the internal customers and to lighten the continuation of the process in a timely and satisfactory manner.

5. ÍNDICE:

	<u>Pág.</u>
1 Palabra Clave	I
2 Título	II
3 Resumen	IV
4 Abstract	V
5 Índice	VI
I Introducción	1
II Metodología	26
III Resultados	47
IV Análisis y Discusión	51
V Conclusiones	56
VI Recomendaciones	56
VII Referencias Bibliográficas	58
VIII Agradecimiento	60
XI Anexos	61

Índice de Tablas

	<u>Pág.</u>
Tabla 1 Diagrama del Proceso de Soldadura	7
Tabla 2 Pre – Auditoría Interna en Taller de Soldadura	10
Tabla 3 Post – Auditoría Interna en Taller de Soldadura	43
Tabla 4 Plan de Mejora 2017	46
Tabla 5 N°. de No Conformidades 2016 en Taller de Soldadura	48
Tabla 6 N°. de No Conformidades 2017 en Taller de Soldadura	49

Índice de Figuras

	<u>Pág.</u>
Fig. 1 Diagrama de Ishikawa, Causas-Raíces, año 2016 ...	12
Fig. 2 Diagrama de Ishikawa, Matriz de Verificación de las Causas-Raíces, año 2016	13
Fig. 3 Aditamento, Dispositivo para Soldeo de Estructuras	29
Fig. 4 Viga “T” Montaje en Dispositivo – Año 2017	31
Fig. 5 Viga “T” Secuencia de soldeo – Año 2017	33
Fig. 6 Viga “Doble T” Montaje en Dispositivo – Año 2017	35
Fig. 7 Viga “Doble T” Secuencia de Soldeo – Año 2017 ...	37
Fig. 8 Viga “Tipo Cajón” Montaje en Dispositivo – Año 2017	39
Fig. 9 Viga “Tipo Cajón” Secuencia de Soldeo – Año 2017	41
Fig. 10 Gráfica Distribución 13 No Conformidades – Año 2016	48
Fig. 11 Gráfica Distribución 07 No Conformidades – Año 2017	50
Fig. 12 Gráfico Comparativo de resultados año 2016 V°S° 2017	51
Fig. 13 Análisis Estadístico de NC ocurridos año 2016 al 2017	55

Anexos

	<u>Pág.</u>
Anexo 1 Matriz de Indicadores	61
Anexo 2 Matriz de Consistencia	62
Anexo 3 Propuesta de Mejora	63

I. INTRODUCCIÓN:

El aporte de calor mediante soldadura a una estructura metálica nos genera dilatación; esto es, aumento de longitud de una pieza por la movilización o dispersión de moléculas en la zona o parte de la pieza que se encuentra soldando. Si este calor no se controla, o bien, es continuo en un metal como en la unión de piezas mediante soldadura, sin llevar un procedimiento, técnica o método recomendado se genera una desviación, doblez, curvaturas, deformaciones fuera de medida o tolerancia a lo requerido. Esto es, en el proceso de fabricación nos llega a ocasionar una “no conformidad”, el cual llamamos una oportunidad de mejora, se generan primordialmente al inicio del método de unión de piezas metálicas, durante el proceso de fusión con el material de aporte o al término de esta actividad de soldeo.

Por lo tanto, estos resultados que se producen ocasionalmente dentro del trabajo de fabricación, nos incurre a volver rehacer la estructura, reprocesar y/o enderezar, hacer uso de varios métodos según la desviación, usar otro tipo de máquinas para corrección en frío o equipos para corrección en caliente; en algunos casos se recurre a la “enderezadora de vigas”, el cual genera más consumo de corriente (energía eléctrica), exceso de mano de obra para corregir las desviaciones producidas por el cual nos conlleva a un sobrecosto para el proyecto que se encuentra en ejecución.

Es así, hoy en día en las empresas de nuestro país, específicamente en la fabricación o construcción de estructuras de acero mediante el armado de componentes y/o juntas metálicas, se aprecia gran ingenio mediante aportes de los maestros y técnicos en la especialidad de soldadura afrontar este reto, superar y cumplir con los trabajos de soldeo acorde a las especificaciones técnicas y/o planos de fabricación que se les encomienda por las jefaturas inmediatas; en el cual, luego de una serie de pasos y detalles específicos realizados en taller, se culmina y se

verifica a satisfacción de los clientes internos y externos constituyéndose una obra de envergadura al servicio de nuestra sociedad.

Es por eso, se ha tomado el interés de investigar y plasmar con aportes referenciales del área; y, con el deseo de mejorar estos pasos importantes en esta especialidad se revisó la investigación de Romaní (2005) “Desarrollo de un sistema interactivo de gestión integral de parámetros de influencia en procedimientos de soldadura robotizada para procesos de soldeo por arco eléctrico con protección de gas, MIG/MAG y TIG”. El estudio tuvo como objetivo, mejora de la competitividad de la industria involucrada en la fabricación mediante soldadura utilizando los mínimos recursos disponibles y desempeñándose de una manera eficiente, reducir el tiempo de reacción sin pérdida de la calidad. Esta especialidad ha pasado a ser un factor de supervivencia para las grandes empresas multinacionales, medianas y pequeñas empresas.

Concluye con la gran importancia de su aplicación no sólo por su elevada velocidad de operación impida la utilización humana, como el LÁSER, sino también otros que fueron diseñados inicialmente para un soldador, como son GTAW (TIG) o GMAW (MIG/MAG). Son factores de alta reproducibilidad, con el excelente control de posicionamiento, flujo de material y parámetros de proceso, junto con un casi perfecto seguimiento de las trayectorias, han introducido una sensible mejora de la calidad y disminución de los costes de fabricación al reducir, entre otros, los tiempos de reparación.

También se revisó el estudio de Gama (2011) “Optimización y estudios de los procesos de soldadura, automatización del sistema de soldadura de sellado y mecánica de fractura en la vigilancia de vasijas en nucleoelectricas”. En la investigación se propone lograr la eliminación del rechazo mediante una serie de pruebas, la más principal, la detección de la falta de penetración por derrame; el alcance de la eliminación de mediciones de temperaturas mejorando el análisis mediante gráficos y ecuaciones con factores de temperaturas máxima respecto a la distancia de la intercara, normativa el cual establece que 1 cm³ del material a

reconstituir no debe rebasar a 288 °C de temperatura; la determinación de la disminución de la longitud del material a reconstituir, de 18 mm que marca la norma a 13.781 mm, para este sistema se sustenta por el alcance de la temperatura 288 °C sólo en milisegundos que no causa cambios microestructurales en el material a soldar.

Considera la reducción de tiempos de operación; con la automatización minimiza el error humano; y también minimiza la incertidumbre en las mediciones de presión interna de los contenedores sellados.

Igualmente, se revisó la investigación de Arboleda (2015) “Estudio de mejora del proceso de soldadura de Soldame del Valle S.A.S. a partir de análisis y diseño de experimentos”. La investigación tiene como propósito realizar una propuesta para la mejora del proceso de soldadura de Soldame del Valle S.A.S. utilizando las técnicas de diseño de experimentos con el fin de mejorar la satisfacción de los clientes. El autor realizó una serie de visitas periódicas a la empresa Soldame del Valle S.A.S. donde se llevó a cabo una recolección de datos para determinar si el proceso está en control estadístico. Mediante un control del proceso con gráfico por atributos tipo P, debido a que es una empresa que trabaja por pedidos, y las muestras diarias son diferentes. Con esto se busca determinar cuántas uniones por soldadura son defectuosas o no defectuosas, es decir el número de conformes y de no conformes diario para poder mejorar.

Concluye con la importancia del control del nivel de estandarización y el proceso mismo de soldeo son muy bajos, lo cual representa una desventaja frente a la competencia; ratifica como un proceso que no se debe descuidar y que debe mantenerse en la mejora continua; las piezas a soldar debían tener una buena limpieza previa antes de la operación, lo que es algo, los operarios olvidan con facilidad. Gracias a este análisis se puede afirmar que sí existe una variación en la calidad de la pieza si ésta está limpia. Por lo tanto Soldame del Valle S.A.S. debe exigir a sus empleados que no descuiden esta actividad para poder garantizar una buena unión de piezas, ya que esto permitirá que fluya la corriente más fácil por el material, logrando que el electro se adhiera de manera más efectiva a la pieza.

Se analizó la investigación de García (2012) “Estudio Comparativo de la Productividad y Calidad Obtenidas en la Soldadura de Tubos de Calidad T9 Empleados en el Sector Petroquímico, Mediante los Procesos TIG, HW-TIG y PAW”. El propósito de la investigación tiene como objetivo contribuir a la reducción de los tiempos de producción, de los costes de fabricación, y a la mejora de la calidad del producto mediante la ejecución de cálculos y comparaciones de cuatro índices de productividad: tiempo de soldadura, tasa de deposición, material depositado y volumen de gas consumido.

El logro de los resultados de la investigación ha sido con el empleo de tecnologías de alto rendimiento, concretamente en TIG, HW-TIG y PAW robotizadas, aplicadas a los mismos materiales y productos.

Se examinó la investigación de Zambrano (2015) “Elaboración de una guía de inspección de soldadura y calificación de soldadores aplicado a las normas ASME BPVC y API 1104”. El estudio tuvo como objetivo garantizar la calidad en el proceso de fabricación de estructuras, elementos y productos metálicos, considerando en primer lugar la ejecución del trabajo con la calificación del recurso humano antes de iniciar los trabajos mediante la realización del soldeo de probetas en distintas posiciones, 1G, 2G, 3G y 4G; y también, con los principales procesos de soldadura FCAW, GMAW, SMAW ligado a las normas internacionales ASME y API.

Para concluir agrega, la importancia de la soldadura en el sector metal mecánico constituye el pilar fundamental en la cadena productiva del país. Considera la importancia de las inspecciones mediante los ensayos no destructivos para verificación de la calidad de las estructuras, los mismos que deben ser realizados por personal debidamente calificado y bajo procedimientos estandarizados. Previo a la realización de los trabajos es importante considerar la calificación de los soldadores para garantizar la calidad de las uniones de soldadura.

Se evaluó la investigación de Sánchez (2015) “Elaborar e implementar un procedimiento de soldadura en la empresa Revoconstrucciones para la mejora productiva utilizando herramientas de calidad”. El estudio tuvo como objetivo, realizar la elaboración e implementación del procedimiento de soldadura para la mejora continua en la misma empresa Revoconstrucciones, enfocándose con la información extraída de la empresa, su experiencia y ubicación, con proyección a largo plazo. Determina la situación y desarrollo en las diferentes actividades que se realizan dentro del proceso de soldadura por ser un área de concentración y conocimiento específico. Inicia con la aceptación del propietario de la empresa, la colaboración de los operarios de soldadura y trabajadores del área. Luego procede con la investigación de análisis de costos de soldadura para determinar las herramientas de mejora continua que reforzarán el funcionamiento, comportamiento y los resultados de las actividades en el área, porque el proceso de soldadura es uno de los más importantes dentro del sector petrolero.

El estudio de la propuesta revierte en la mejora del proceso en el área de soldadura de la empresa Revoconstrucciones identificando y verificando los datos específicos de análisis de seguro de trabajo, control de calidad de materiales y contrastación de equipos de soldadura, calificación del procedimiento de soldadura (WPS), calificación del desempeño del soldador (WPQ), inspección visual y END (Ensayos No Destructivos) y por último en la elaboración de un Plan de Calidad para el área de soldadura.

Se revisó la investigación de Domínguez (2012) “Análisis de la aplicación de soldadura de acero de calidad A mediante láser de Neodimio-Yag en construcción naval”. El estudio tuvo como objetivo reducir el input térmico al limitar la zona afectada por el calor, minimizar las deformaciones, disminuir los re-trabajos post soldadura necesarios para eliminarlas y aumentar la velocidad de soldadura incrementando la productividad y calidad de las uniones. Este proceso distribuye el calor aportado de manera uniforme en las piezas a soldar, las características mecánicas de dichas uniones ponen de manifiesto la adecuación de


la soldadura en construcciones metálicas cumpliendo los requerimientos exigidos por las Sociedades de Clasificación.

Concluye con la inserción de esta metodología en el campo industrial naval existentes en los astilleros y en la industria automovilística demostrando gran ventaja en términos de productividad, eficiencia y calidad. Considera gran aporte significativo de usar menos calor en las uniones de soldadura con la influencia de generar menos deformaciones de paralelismo o rectitud para estructuras metálicas de mayor longitud y mayor peralte, caso de vigas en “T”, “H”, “U”, “Z” o las conformadas en tipo cajón.

Finalmente, se revisó la investigación de Araque (2013) “Estado del arte sobre la integridad estructural de uniones soldadas y modelos de propagación de grietas para la gestión de vida en estructuras”. Este estudio tuvo como objetivo, mejorar la calidad mediante la detección de los defectos y el análisis de esfuerzos y la influencia de la geometría de los cordones de soldadura. Señala, a la soldadura como una de las técnicas más utilizadas en la unión de estructuras metálicas, a la vez, como resultado de su investigación manifiesta, es usual encontrar algunos defectos en los elementos soldados debido a los regímenes de temperatura usados en el momento de su deposición, los esfuerzos por contracción que se generan en el enfriamiento y la aparición de inclusiones, porosidades y grietas de solidificación, entre otros. Examina el análisis de la integridad de uniones soldadas, desde la perspectiva de la mecánica de la fractura.

Concluye con la presentación de criterios relacionados con la estimación de la resistencia residual de una estructura (capacidad de resistencia en presencia de grietas o defectos estructurales) y el mecanismo de propagación de grietas en el cordón. Indica los protocolos de gestión de vida en soldaduras que involucran factores como la carga, resistencia del material, tamaño del defecto y de las posiciones asumidas de las variaciones estadísticas en circunstancias reales, las cuales sirven para estimar la vida de las uniones soldadas.

TABLA N° 1
 DIAGRAMA DEL PROCESO DE SOLDADURA
 TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

ENTRADA	SUPERVISIÓN/ ACTIVIDAD/TAREA	SALIDA
<p>Materiales: Estructuras de acero pre fabricadas (con apuntalamiento), insumos de soldadura (electrodos, rollos de alambre, fundentes, gases, etc.), herramientas (martillo, cincel, picota, alicate, escobilla de hierro, etc.), útiles de oficina, blocks (formatos, ATS, PTAR, Charlas de Inducción, etc.).</p>	<p>Proceso: Soldeo de estructuras y componentes metálicos apuntalados (pre-armados).</p>	<p>Estructuras metálicas y/o componentes metálicos con soldadura terminada.</p>
<p>Equipos: Máquinas, equipos, herramientas manuales, gatas hidráulicas, machinas, EPPs, postes de iluminación para zonas de trabajo, luminarias y equipos de ventilación para espacios confinados, mobiliarios, etc.</p>		<p>Consumibles desgastados: colillas de electrodo, alambres de soldadura, discos de esmeril.</p>
<p>Instrumentos: De medición lineal, angular y otros (paralelas de aluminio, nivel de burbujas, calibrador de catetos, reglas y rayadores).</p>	<p>Tarea: Ejecución de las operaciones de soldeo con el uso de métodos, y secuencias intermitentes de soldeo.</p>	<p>Equipos e instrumentos de baja.</p>
<p>Recursos: Energía eléctrica y agua.</p>		<p>Agotamiento de los recursos (agua, electricidad y papel).</p>

Fuente: Taller de Soldadura SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

La presente investigación se justifica científicamente, porque busca conocimientos selectivos y sistematizados para explicar racionalmente los procesos de desarrollo de un Plan de mejora de métodos, consistente en controlar el calor tomando como punto de inicio de soldeo del centro de la estructura metálica, con un avance intermitente hacia el extremo de la pieza entre dos maestros soldadores, uno en el lado derecho y el otro en el lado izquierdo, con un desplazamiento en forma paralela e intermitente; esto es, un avance por tramos. Mediante la aplicación de este mecanismo nos permite mantener a la estructura metálica con el mismo perfil de rectitud tal como se recibe en Taller procedente del sistema de apuntalamiento que realiza el Taller de Calderería con todo los controles y cuidados de forma. Esta metodología ayuda a lograr como resultado la reducción de tiempos en el proceso de soldadura de la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017. Así mismo, la aplicación de este proceso, usando la forma correcta de ejecución del trabajo de soldeo contribuye al avance, desarrollo y actualización del proceso; así como, facilita al técnico profesional una herramienta que le permita desarrollar productividad en el tiempo real requerido, conforme al cronograma de trabajo que servirá de base para el proceso de ejecución de las actividades de soldeo.

Asimismo, la investigación se justifica metodológicamente porque busca desarrollar métodos tecnológicos y sistematizados, secuencias graduales de soldeo y con avances por pasos o tramos para obtener resultados óptimos sin llegar a tener desviaciones lineales en las estructuras que se tienen en proceso de soldeo. La entrega total y la confiabilidad de los maestros permiten al proceso desarrollar un Plan de mejora, controlar el calor mediante el incremento de mano de obra para el soldeo de la estructura metálica; esto es, el cambio de aplicación de 01 maestro soldador que se empleaba inicialmente, a 02 maestros soldadores por cada componente metálico, con el uso de un avance por tramos de manera obligatoria y compartida. La continuación en paralelo y en un solo sentido se inicia desde el eje central de la estructura con dirección hacia afuera o extremo de la viga metálica; y

luego, de haber terminado el primer pase hasta el extremo de la primera pieza se aplica la misma secuencia o método para la otra mitad de la estructura, se cambia el sentido hacia el otro extremo, para que de esta manera, se logre el dominio de calor, conservación de la forma recibida de la estructura y mejora de la calidad del proceso de soldadura en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017, y contribuir al desarrollo y mejoras requeridas conforme a los objetivos establecidos por la empresa.

Finalmente, la investigación se justifica de manera práctica, porque busca dar un cambio o progreso en la empresa de los Servicios Industriales de la Marina Chimbote desarrollando cada vez un Plan de mejora de métodos con el uso propio de los dispositivos y aditamentos elaborados en el mismo Taller de Soldadura y refrendadas, con sus respectivas hojas técnicas de fabricación, capacidad de carga y calidad de material. Así mismo, constituye optimizar la calidad del proceso de soldadura en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 para el desarrollo de su producción; más aún, el proceso se encuentra integrado con otras áreas dependientes del mismo flujo de fabricación de estructuras metálicas como el Taller de Calderería y el Taller de Mecanizado de Piezas, muy importante para continuar a la siguiente fase que concierne en la presentación y erección del Puente metálico. Y, en esta forma o etapa del proceso, el Cliente supervisa e inspecciona su producto para su pase final al área de Tratamiento de Superficie. Una vez realizado las inspecciones por el área de Control de Calidad se realiza el embalaje y se programa el despacho del producto con las unidades pesadas de transporte por parte de la empresa o el Cliente.

Bajo esta necesidad de optimizar los recursos de mano de obra y materiales para generar productividad en el proceso correcto y secuencial de soldeo, como podemos apreciar, mediante el uso adicional de la máquina enderezadora de vigas, gases de oxígeno y acetileno que consumen los equipos oxiacetilénicos para el calentamiento de las estructuras metálicas y otros dispositivos relacionados incurri

en el planteamiento de la interrogante que consiste en: ¿La aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017?

La investigación en esta especialidad tuvo como fase inicial la realización de una Pre-Auditoría Interna, planificada por el representante de la Oficina de Gestión Integrada SIMA PERÚ que realiza todos los años en forma corporativa, a sus sucursales y filiales distribuidas a nivel nacional.

SIMA CHIMBOTE, al recibir tal disposición, emite tal difusión a los dos (2) Departamentos, Sub Centro de Operaciones N° 03 Astillero y Sub Centro de Operaciones N° 03 de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA, para medir el estado actual en esta etapa de la actividad que repercute el proceso de soldadura dentro del sistema de fabricación de los proyectos en ejecución, con los resultados reales de aplicación y en distintos proyectos, siendo las desviaciones encontradas en las siguientes estructuras metálicas indicadas:

TABLA N° 2

PRE-AUDITORÍA INTERNA

TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

Empresa : SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA
 Dirección : Avda. Víctor Raúl HAYA de la Torre 426, Mz Q, Zona Pampas CHIMBOTE
 Modalidad: Fase Inicial Fecha: miércoles 02 de marzo del 2016
 Auditor : Ing. Javier Jhoel RAMÍREZ Eslava JEFE Sistema de Calidad PR. E5406
 Norma : ISO 9001:2008
 Alcance de Auditoría : Taller de Soldadura
 Proyectos : PT170 Puente RAIMONDI; PT174 Puente PACHITEA
 Resultados encontrados: 13 NO CONFORMIDADES Vigas Acero: ASTM A709 Gr. 50

IT	COMPONENTE	PUENTE	DEFECTO	CAUSA RAÍZ
1	Viga principal POS VP-11.3 1654 x 3929 x 6140 mm	PT174	Flexión central 15 mm	Calor discontinuo

2	Viga arco POS ARC-04.3 1267 x 2640 x 9143 mm	PT170	Porosidad y socavación en zona de péndolas.	Falta de limpieza en biseseles a soldar.
3	Viga arco POS ARC-07.1 1267 x 2504 x 9154 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 12 mm	Calor concentrado en un solo punto.
4	Viga arco POS ARC-06.1 1267 x 2513 x 9487 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 15 mm	Calor acumulado en zona de refuerzo.
5	Viga arco POS ARC-06.2 1267 x 2513 x 9487 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 17 mm	Falta de uniformidad de calor por avances.
6	Viga arco POS ARC-05.1 1267 x 2612 x 8857 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 14 mm	Calor acumulado en zona de refuerzo.
7	Viga arco POS ARC-04.1 1267 x 2640 x 9143 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 13 mm	Avance de soldeo no uniforme.
8	Viga arco POS ARC-04.2 1267 x 2640 x 9143 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 11 mm	Calor concentrado en un solo punto.
9	Viga arco POS ARC-02.1 1267 x 2775 x 9140 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 16 mm	Falta de uniformidad de calor por avances.
10	Viga arco POS ARC-02.2 1267 x 2775 x 9140 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 12 mm	Avance de soldeo no uniforme.
11	Viga arco POS ARC-09.2 1267 x 2462 x 9124 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 15 mm	Calor alternado.
12	Viga longitud. POS VL-01.1 2600 x 2798 x 6755 mm	PT170	Inclinación de ala 12 mm	Calor concentrado en un solo lado de alma.
13	Viga longitud. POS VL-01.2 2600 x 2798 x 6755 mm	PT170	Inclinación de ala 13 mm	Calor concentrado en un solo lado de alma.

Fuente: Taller de Soldadura SIMA CHIMBOTE METAL MECÀNICA

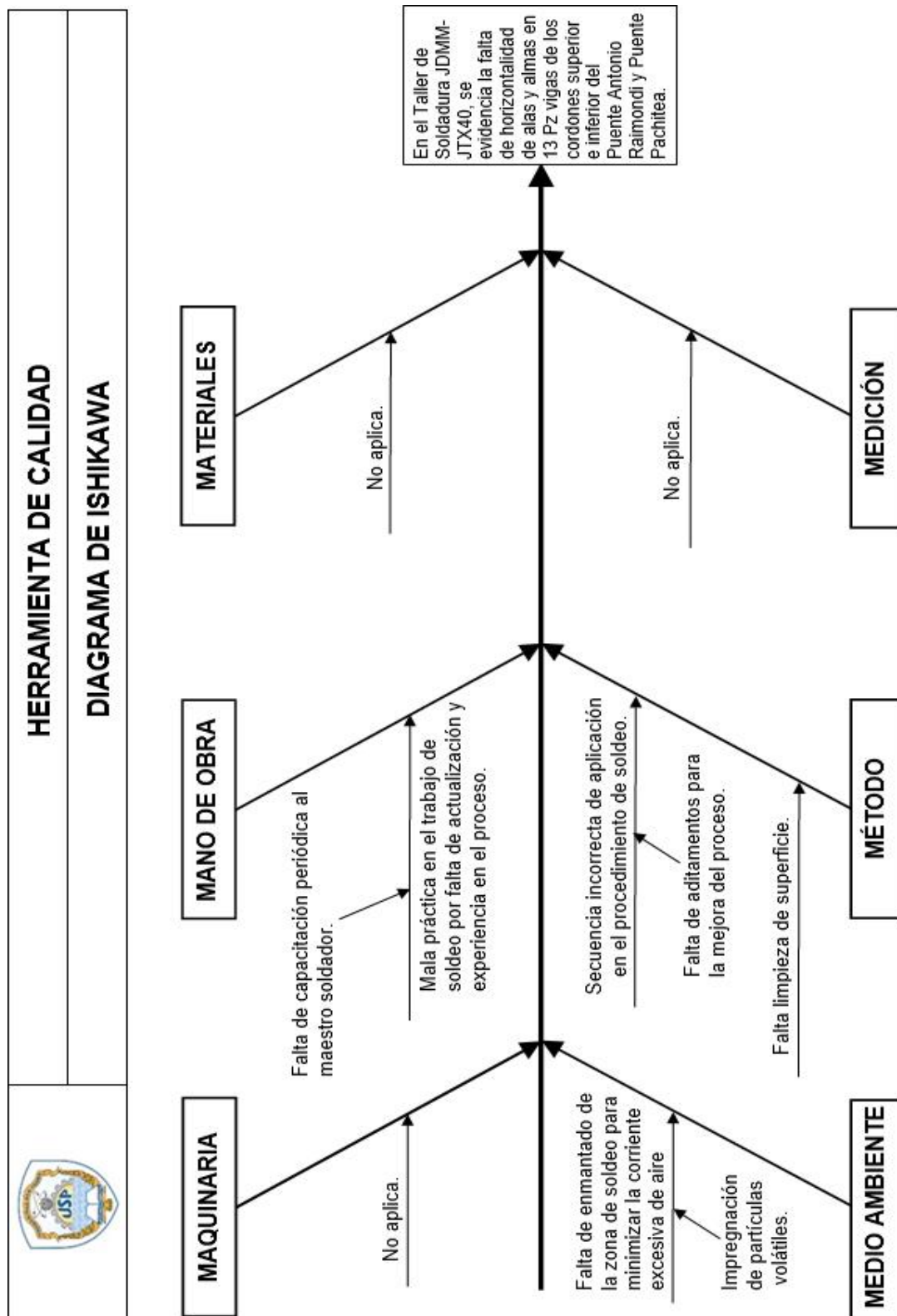


FIGURA N° 01: DIAGRAMA ISHIKAWA, “Causas Raíces”, año 2016.

Fuente: Tabla 2, Pre Auditoría Interna, Taller de Soldadura

	HERRAMIENTA DE CALIDAD
	DIAGRAMA DE ISHIKAWA

MATRIZ DE VERIFICACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍCES			
N°	CAUSA RAÍZ POTENCIAL	RESULTADO DEL ANÁLISIS	VERIFICACIÓN
1	Mala práctica en el trabajo.	Se evidenció que se viene desarrollando el trabajo con el personal con falta de capacitación.	Sí
2	No se verificó adecuadamente la secuencia de procedimiento de soldeo.	Se evidenció que no se sigue la secuencia establecida en este proceso.	Sí
3	Falta de enmantado de zona de soldeo.	Se evidenció que no se evaluó los factores ambientales durante el proceso (aire, polución, lluvia, partículas suspendidas).	Sí

FIGURA N° 02: DIAGRAMA ISHIKAWA, “Matriz de Verificación de las Causas Raíces”, año 2016.

Fuente: Tabla 2, Pre Auditoría Interna, Taller de Soldadura

La conceptualización de variables se presenta en el orden de la formulación del problema: el plan de mejora, consiste en usar un buen instrumento para identificar y organizar las posibles respuestas de cambio a las debilidades encontradas, producto de la autoevaluación del proceso de soldeo en la empresa. Es fundamental enfocarse en los conocimientos y prácticas que emplea y contar con las fortalezas del área misma de soldadura. Al identificar y priorizar los problemas de soldeo hay que escoger aquellos que podemos solucionar y no confundirlos con aquellos que son producto de factores externos gerenciales, en los cuales no se puede incidir como taller, por ejemplo, maquinaria moderna del alto costo y que no esté al

alcance de la empresa por el momento, para dar inicio a los trabajos y culminarlos con el uso de técnicas y recursos disponibles del proceso de soldeo.

Otro tema importante es poder priorizar los problemas encontrados. En todo taller de una empresa se tiene muchos problemas, de índole técnico, que resolver en el día. Al momento de escoger las acciones de cambio hay que tomar en cuenta las que mayor incidencia y posibilidad de ejecución tendrán sobre los factores críticos descubiertos, principalmente en el proceso mismo de soldeo. Así, se concentrarán los esfuerzos para solucionar los problemas de las estructuras que se encuentran dentro de la primera prioridad, necesidad primaria del proceso para satisfacer a los cliente internos.

Entre los componentes del Plan de Mejora podemos considerar: los problemas priorizados; las metas, contienen las nuevas situaciones de cambio que se espera alcanzar; las acciones concretas, para llegar hacia cada una de esas metas con plazos de tiempo claramente definidos y lo importante es que al momento de definir las tengamos claro el cómo, por qué y para qué los ejecutaremos, y, los “recursos” humanos, físicos, financieros y tecnológicos son aprovechados con el mismo potencial del taller y aplicados en los mismos proyectos en ejecución para realizar el plan; los responsables son el Jefe de Taller, Supervisor, Técnico y el Maestro que toman la iniciativa, deciden y rinden como resultado el producto o componente fabricado, y además definen quiénes participarán y cuáles serán sus responsabilidades; el seguimiento permanente, nos permite realizar los ajustes necesarios; los resultados, evidencian las situaciones de cambio y mejora de metodología con secuencias y formas de soldeo, en función de las metas planteadas.

Los aditamentos, topes o sujetadores, son accesorios complementarios del proceso de soldeo, como podemos citar: las planchas en U, puntales, cuñas, templadores, gatos mecánicos, soportes de rodillos, mesas, prensas, etc.

Las capacitaciones, son importantes para el desarrollo y actualización del personal. Es toda actividad realizada en el taller de soldadura con miras a mejorar el proceso, la actividad y el conocimiento del maestro se asimila, mediante temas puntuales de operaciones teóricas y prácticas de soldeo, la participación responde a las necesidades de trabajo, el problema se soluciona a través de la investigación de campo; se busca mejorar la actitud, el conocimiento, las habilidades y conductas del personal. Concretamente, la capacitación: busca perfeccionar al colaborador en su puesto de trabajo, en función de las necesidades de la empresa y en un proceso estructurado con metas bien definidas para el trabajo de Taller.

La necesidad de capacitación surge cuando hay diferencia entre lo que una persona debería saber para desempeñar una tarea en un puesto de trabajo, y lo que conoce realmente, producto de su experiencia.

Estas diferencias suelen ser descubiertas al hacer las evaluaciones de desempeño, o en el cumplimiento de las descripciones de perfil de puesto.

Hoy en día, dado los cambios continuos en la actividad de las organizaciones, prácticamente ya no existen puestos de trabajo estáticos. Cada persona debe estar preparado para ocupar las funciones que requiera la empresa. El cambio influye sobre lo que cada persona debe saber, y también sobre la forma de llevar a cabo las tareas para los distintos procesos de soldeo.

Una de las principales responsabilidades de la supervisión es adelantarse a los cambios previniendo demandas futuras de capacitación, y hacerlo según las aptitudes y el potencial de cada persona en base a sus cualidades.

¿Dónde aplicar la capacitación? Generalmente los campos de aplicación de la capacitación son muchos, pero entran en una de las cuatro áreas siguientes:

“inducción”, es la información que se brinda a los empleados u obreros recién ingresados y generalmente lo hacen los supervisores encargados del área y que estará a cargo del ingresante, además, el departamento de Recursos Humanos (RRHH) establece por escrito las pautas, de modo que la acción sea uniforme y planificada; **“el entrenamiento”**, se aplica al personal operativo, en general se da en el mismo puesto de trabajo y la capacitación se hace necesaria cuando hay novedades que afectan tareas o funciones y cuando se hace necesario elevar el nivel general de conocimientos del personal operativo, otro aspecto a considerar es que las instrucciones para cada puesto de trabajo tienen que ser contempladas por escrito a conocimiento del trabajador; **“la formación básica”**, se desarrolla en organizaciones de cierta envergadura, se procura contar con personal especialmente preparado, con un conocimiento general de toda la organización, se toma en general profesionales jóvenes en el cual reciben instrucción completa sobre la empresa y objetivos para llegar a ser considerados como los "maestros" del futuro; **“el desarrollo de jefes”**, suele ser lo más difícil, porque se trata de desarrollar más bien actitudes que conocimientos y habilidades concretas, pues, en todas las demás acciones de capacitación, es necesario el compromiso de la gerencia, en esto, es primordial el compromiso de la gerencia general, y de los máximos niveles de la organización, así mismo, el estilo gerencial de una empresa se logra no solo trabajando en común, sino sobre todo con reflexión común sobre los problemas de la gerencia, tienen que planificarse temas como la administración del tiempo, conducción de reuniones, análisis y toma de decisiones, y otros.

En cualquiera de los casos, debe planificarse adecuadamente las acciones, tanto en la secuencia como en el contenido de las actividades, de modo para alcanzar el máximo alineamiento de sus integrantes.

¿Cuáles son los beneficios de capacitar? La capacitación permite evitar la obsolescencia del proceso y actualizar el conocimiento del personal, que ocurre generalmente entre los profesionales y técnicos más antiguos, esto, si no han sido reentrenados. Permite adaptarse a los rápidos cambios de la última tecnología y

sociales, como la situación de las mujeres que trabajan (operadoras de grúas puente, soldadores, asistentes, seguridad y salud, medio ambiente, etc.), el aumento de profesionales con títulos universitarios, la mayor esperanza de vida, los continuos cambios de productos y servicios, el avance de la tecnología en todas las áreas o especialidades del proceso de fabricación de estructuras metálicas, y las crecientes y diversas demandas del mercado. Disminuye la tasa de rotación de personal, y permite entrenar sustitutos que puedan ocupar nuevas funciones rápida y eficazmente. Por ello, las inversiones en capacitación redundan en beneficios tanto para la persona entrenada como para la empresa que la entrena. Las empresas que mayores esfuerzos realizan en este sentido, son las que más beneficios tienden a lograr en los mercados nacionales y extranjeros.

La calificación del procedimiento de soldadura, es básico y muy recomendable en este rubro de construcción de proyectos, fabricación de puentes, edificios y otras estructuras metálicas con diversos fines. Son asumidas por industrias o empresas fabricantes de estructuras metal mecánica, se elabora previa recolección de información sobre el tipo de estructuras a soldar del proyecto a ejecutar y la especificación técnica o requerimiento del cliente. Nos permite identificar qué se va a producir, qué material se empleará, rango de espesores del material a soldar, tipos de juntas presentes en la construcción soldada y todas aquellas características y especificaciones indispensables para el producto con respecto a la unión soldada. Se hace para demostrar la compatibilidad existente entre los metales base, los materiales de aporte, los procesos de soldadura y la técnica aplicada, por el cual puede ser diseñado de acuerdo con QW-483 del código ASME – Tanques y recipientes a presión Sección IX, 2004 (ASME, 2004).

La calificación de apuntaladores, es con la finalidad para que el maestro o el técnico profesional a cargo realice en forma correcta la conformación de las estructuras metálicas mediante el proceso de apuntalamiento; construya la estructura de acuerdo a plano o información técnica entregada con las medidas y

detalles requeridas, y, es para que no haya defectos en el mismo proceso por parte del personal del área de calderería. Son uniones previas de piezas que se realizan por grupos de trabajo establecidos durante la jornada diaria o nocturna, y se aprueban mediante la inspección final en el mismo proceso, resultado del ejercicio del autocontrol por el mismo personal, jefe de grupo, supervisor o mediante el V°B° de los inspectores del área de Control de Calidad, antes de darle el pase al taller de soldadura. Están integrados por maestros caldereros, técnicos especialistas en construcciones metálicas, dan forma a la pieza entera que constituye un órgano o parte del conjunto del proyecto con métodos de apuntalamiento, pre soldeo mediante fusión del metal de aportación, electrodo o varilla con fundente, primer punto básico del proceso de construcción.

La calificación de soldadores, constituye en disponer de personal de mano de obra calificada, busca la calidad en el proceso de soldeo mediante la evaluación práctica de los maestros, nos permite asegurar que el depósito de soldadura aplicado por el soldador esté acorde a las especificaciones técnicas del procedimiento de soldadura y que el conjunto de colaboradores tengan la capacidad y habilidad para ejecutar satisfactoriamente el soldeo de las estructuras metálicas en la producción acorde a los criterios de aceptación previamente definidos en los códigos ACS, 2003; Cary, 1992. La metodología a seguir es muy similar a la elaboración y calificación de procedimientos de soldadura para determinados proyectos a ejecutarse, teniendo en cuenta que cuando se califica un procedimiento de soldadura, se tiene como eje de acción demostrar la compatibilidad existente entre los metales base, los materiales de aporte, los procesos de soldadura y la técnica aplicada; mientras que, cuando se califica un soldador u operario de soldadura el eje de acción se centra en demostrar que éste tiene la capacidad y habilidad para ejecutar el soldeo en determinadas posiciones, 1G, 2F, 2G, 3G, 4G, 6G y acorde a unas especificaciones dadas en el procedimiento de soldadura estipulado para la aplicación requerida. En la calificación de maestros soldadores y operarios de soldadura es fundamental la

definición de variables que permitan cumplir con lo especificado en el procedimiento, entre las cuales se encuentran: la posición de soldadura, la configuración de la junta, el tipo y tamaño del electrodo, el proceso de soldadura, el tipo de metal base, el espesor del metal base y la técnica especificada de soldadura.

La secuencia general para la calificación del soldador es: i) Identificar las necesidades de calificación del soldador en cuanto a: Proceso o procesos de soldadura, posiciones de soldadura, materiales base (platina o tubería o mixta), rango de espesores y diámetros calificados, tipos de juntas (ranura o de filete), etc., ii) Identificar e interpretar el procedimiento de soldadura especificado para la calificación. iii) Identificar las variables esenciales, iv) Verificar que el equipo de soldadura, los materiales base y de aporte sean los requeridos y estén en condiciones óptimas de trabajo (calibrados), v) Verificar que la probeta de prueba cumpla con los requerimientos dimensionales y de forma especificados en el código para la calificación del soldador, vi) Inspeccionar el desarrollo de la soldadura para asegurar que cumple con el procedimiento de soldadura especificado para la calificación, vii) Seleccionar y aplicar los ensayos requeridos para evaluar las probetas soldadas las cuales pueden ser seleccionados acorde a los requerimientos de alta calidad del producto soldado y a los ensayos aplicables, pruebas destructivas o no destructivas, teniendo en cuenta especificaciones de los códigos, ventajas y limitaciones del método de inspección, estándares de aceptación, y costo, viii) Elaborar el documento de calificación de la habilidad del soldador, el cual puede ser diseñado de acuerdo con QW – 484 A (ASME, 2004).

Las máquinas y/o equipos, son los elementos fijos y/o móviles cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar la energía para realizar un trabajo con un fin determinado. Se denomina maquinaria (del latín *machinarius*) al conjunto de máquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento a un dispositivo: las máquinas de soldar.

Los equipos son los elementos complementarios que contribuyen a mejorar la actividad del proceso de soldeo que se necesita: equipos oxiacetilénico, de seguridad, etc.

Las charlas de sensibilización, son las recomendaciones o sugerencias que desarrolla el Supervisor o Jefe de Grupo al inicio de labor. También son desarrolladas ante una pausa laboral para indicar a los operarios las mejoras o cuidados a considerar en el proceso para la obtención de un buen producto que se encuentra en fabricación o construcción mediante el soldeo.

El indicador general del taller, es una data o información para conocer el curso del proceso de trabajo relacionado a todas las actividades de soldeo que ejecuta el taller, el estado actual de mano de obra, normal y sobretiempo, productividad, reproceso, improductividad, etc.; además, sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de las variables en estudio, un hecho y/o para determinar la evolución futura del objeto en estudio.

Brinda la información básica para medir el desempeño de la actividad, y, mediante un estudio o análisis se busca la mejora del proceso de soldeo para lograr identificarse con los objetivos de la empresa.

El registro es el formato llenado con la información solicitada, en su contenido se muestra los hechos de cada actividad que se realiza en el Taller de Soldadura. Constituye la base de datos realizado por los grupos de trabajo, donde se describe los controles de taller, consumibles como oxígeno, acetileno, argón, varillas de soldadura, etc., es fuente de la evidencia única de datos implícitamente estructurados mediante cuadros o tablas para la investigación.

El certificado de calidad es el documento por el cual avala que la mercancía o producto detallado reúne las condiciones de calidad estipuladas en el contrato de compraventa. Lo solicita el comprador, la empresa que adquiere el producto o la materia prima para la construcción y puede ser emitido por el propio fabricante, o, si fuera necesario por el Organismo Oficial competente. El destinatario del documento es la empresa que solicita el producto o la materia prima, consumible, repuesto, etc. para el uso correcto en las diferentes actividades asignadas y con las garantías necesarias requeridas para cada fase de trabajo. Además forma parte del Dossier de Calidad del proyecto general estipulado.

La “No conformidad” es la pieza o componente que no cumple con un requisito especificado, la estructura metálica cuenta con desviaciones a los valores esperados; y, se reporta en el formato de No Conformidades (NC). Es el documento esencial para el análisis de datos.

El reproceso es la acción inmediata tomada sobre una no conformidad, recuperar la pieza mediante soldadura, cambio de partes estructurales o calentamiento para corregir la rectitud, paralelismo o perpendicularidad para que cumpla con los requisitos especificados en el plano de fabricación, plano de detalles o en el plano de corte de la estructura que se encuentra en proceso de fabricación.

El incidente es un acto o evento que se produce en el transcurso del soldeo, apuntalamiento de piezas, armado de componentes montaje de los aditamentos para el inicio de las actividades, etc., y que repercute en él alterándolo o paralizando la labor de soldadura. Suceso que se encuentra relacionado con el trabajo, en que la lesión o enfermedad (a pesar de la severidad) o fatalidad ocurren, o podrían haber ocurrido.

Un accidente es un incidente que ha dado lugar a una lesión, enfermedad o fatalidad.

Un incidente donde no ha ocurrido lesión, enfermedad o fatalidad puede ser también referido como un casi-accidente, línea de fuego, observación o condición insegura.

Una situación de emergencia es un tipo particular de incidente.

La frecuencia de uso es la repetición o las veces en que una máquina es operada para el proceso de soldeo. Se considera en los registros por periodo de tiempo, durante una jornada diaria de 08 horas, 12 horas o 24 horas continuas de trabajo (02 turnos de 12 horas por cada sesión de trabajo).

El reporte de piezas se realiza durante la etapa de fabricación para informar el avance y el estado en que se encuentra el proceso, es un método de autocontrol del producto en proceso; también esta actividad implica una forma de verificación al término de la fabricación. Por lo tanto, se da conocimiento a toda las entidades responsables del producto de cómo se encuentra el estado del producto dentro del proceso de soldeo; se comunica que la estructura metálica se encuentra con la soldadura concluida y lista para dar pase a la siguiente fase, y a través de ello, se garantiza la conformidad de la actividad realizada indicando a las personas involucradas o encargadas del proceso de soldeo asignado para cada componente. De existir algunas desviaciones que resultan como producto del soldeo, inmediatamente se toman acciones de recuperación y se procede a la reasignación de tareas para realizar las acciones correctivas, de subsanación y no interferir con el proceso constructivo de las estructuras metálicas indicadas.

El desarrollo del autocontrol como ejercicio obligatorio del Taller de Soldadura se realiza por cada componente fabricado mediante soldadura, se

evidencia mediante un Cuaderno de Inspecciones o Registro de Autocontrol del Taller ante las Auditorías Internas o Externas. Y, se encuentran enumeradas correlativamente por códigos, fecha, posición y descripción a detalle. Para cantidades mayores se realizan por muestreo.

Éstas son ratificadas por los Técnicos, Jefes de Grupo o VºBº de los Supervisores del Taller de Soldadura.

El plazo de entrega en la empresa, es el tiempo total que transcurre desde que un cliente solicita un producto mediante una factura, proforma, firma de contratos, firma de convenios, etc., hasta la entrega final, estipulado mediante contrato o convenio para el inicio de su fabricación. El plazo de entrega tiene cuatro elementos que pueden variar significativamente dependiendo de las circunstancias específicas de cada solicitud. Se puede utilizar la información sobre el plazo de entrega para planificar los pedidos de suministros y que de este modo los productos lleguen en la fecha deseada. Sin embargo, algunos factores afectan los plazos de entrega, imprevistos considerados como los efectos de la naturaleza: lluvias torrenciales, fenómenos telúricos, etc. y por dificultades de gestiones administrativas: demora en entrega de materiales, escases de la materia prima en el mercado, etc.

El cumplimiento de cronograma, es terminar los trabajos de soldeo dentro de los plazos comprometidos y considerados en el plan de trabajo del taller para la fabricación de las estructuras metálicas del proyecto. Se encuentra ceñido al cronograma general del proyecto, representación gráfica de un conjunto de actividades para que todos los talleres ejecuten bajo unos requerimientos y en un espacio de tiempo estipulado; es la herramienta básica para llevar a detalle una producción organizada; las tareas están representadas en fechas concretas y con una duración determinada e indispensable para medir las distintas tareas de un proceso en relación a los plazos previstos; es una guía, una referencia, una ruta a

seguir en aras de la consecución de objetivos. Lo elabora, el personal de la oficina de Planeamiento y Control de la Producción de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

La ergonomía en la soldadura, es el acondicionamiento del lugar de trabajo a las necesidades del maestro soldador, como la altura correcta de la mesa de trabajo en la misma zona u otro lugar del taller de soldadura, el acondicionamiento correcto del lugar de soldeo y otros detalles de importancia para la labor de soldadura tienen que estar libres de obstáculos; el uso adecuado de los equipos y accesorios para la aplicación de las posiciones correctas de soldeo y sentirse cómodo en el desarrollo de esta labor. En la actualidad se presta mucha atención, en especial, al mayor tiempo que será expuesto con una posición complicada en el trabajo de soldeo, en el horario de día como en las actividades que corresponden al turno de noche. Estas condiciones de trabajo influyen objetivamente en las actividades de soldadura para reducir lesiones y dar mayor seguridad en la actividad designada, asegura la salud del maestro soldador y mejora la productividad del mismo personal técnico en esta labor, reduce los costos de compensación y/o el ausentismo por lesiones durante la jornada diaria.

La mejora continua forma parte del involucramiento por todo el personal integrante del equipo de trabajo del Taller de Soldadura y con el fin de mejorar continuamente la eficacia del proceso de soldeo; más aún, con algunas piezas o estructuras metálicas de geometría complicada, porque éstas contienen curvas y elevaciones en ángulo que no deben variar con la acción del calor del proceso de soldeo realizado en toda su longitud por los maestros de soldadura. Esto es el objetivo, no solo del Taller de Soldadura, sino también del Sistema de Gestión Integrado que contiene las Normas de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional y el Sistema BASC de la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

La operacionalización de variables, cuyo objetivo es: primeramente, hacer un estudio de cómo se encuentra el taller antes de la aplicación del plan; en segundo lugar, encontrar los resultados positivos después de la aplicación; en tercer lugar, con estos dos datos, hacer una comparación para resumir y encontrar los beneficios o mejoras de la actividad de soldeo e indicar, a la jefatura, la importancia de la aplicación que se tiene en el proceso productivo de soldeo.

Para la variable independiente, los elementos considerados han sido el empleo de aditamentos, topes o sujetadores; capacitación periódica, el uso de equipos y máquinas certificadas para que garanticen la calidad del trabajo y las charlas diarias de sensibilización. Se adjunta a esto, los respectivos indicadores de las actividades de soldadura y registros de control por cada etapa de trabajo durante las actividades diarias realizadas.

Para la variable dependiente, los elementos considerados constituyeron el número de rechazos, porcentaje de incidentes como resultado del proceso, optimización de materiales, tiempos absorbidos en la manipulación de productos, uso de equipos diversos y el resultado de la mano de obra utilizada.

Con esta información presentada se propuso la siguiente hipótesis: La aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017.

Para ello se propuso el Objetivo General de determinar si el plan de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldadura en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017.

Los Objetivos específicos fueron: Determinar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL

MECÁNICA 2016 antes de la aplicación de mejora de métodos; determinar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 después de la aplicación del Plan de mejora de métodos; Comparar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 antes y después de la aplicación de mejora de métodos.

II. METODOLOGÍA:

TIPO DE ESTUDIO:

En la presente investigación se aplicó por su finalidad el tipo aplicativo, y por el nivel de investigación de tipo pre experimental.

El enfoque de la investigación correspondió al tipo cuantitativo.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño de la presente investigación es pre experimental de carácter aplicativo.

POBLACIÓN – MUESTRA

La población estuvo constituida por 05 procesos de soldadura aplicables en el Taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA, cada uno de ellos cuentan con sus respectivos aditamentos seleccionados.

La muestra estuvo representada por el conjunto de 02 procesos de soldadura, cada uno con su respectivo equipamiento, aditamento y/o dispositivo elaborado y seleccionado en el Taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

La técnica de muestreo fue aplicada para determinar la muestra.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearon para el presente proyecto de investigación fueron:

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Entrevista	Guía de entrevista a personal especializado
Análisis documental	Textos, tesis, revistas y estudios previos.

Para la variable independiente, los elementos considerados específicamente en el uso de dispositivos, empleo de aditamentos pre fabricados en taller, topes o sujetadores para cada actividad o método de soldeo a realizar según el tipo o forma de la estructura metálica; capacitación periódica, el uso de equipos garantizados y máquinas certificadas, las charlas diarias de sensibilización en taller han sido posible mejorarlas con sus respectivos indicadores y registros de control por cada actividad.

LOS ADITAMENTOS o DISPOSITIVOS:

Comprenden las estructuras metálicas de acero pre fabricados en el mismo taller de soldadura mediante el dimensionamiento previo o toma de medidas de la estructura metálica a recibir para ejecutar las operaciones de soldadura.

En primer lugar, se ejecuta el plano de detalles previo mediante un análisis, estudio y experiencia entre los integrantes del equipo de trabajo; luego, se elabora a mano alzada, en borrador el dibujo previo y se alcanza al área técnica para su respectiva elaboración con el programa de Autocad. Se considera, en esta etapa de trabajo, el cálculo de esfuerzos de carga y la resistencia que se requiere para su uso el cual es el propósito fundamental para ejecutar la actividad de soldeo; de este modo, concluido el plano se procede a verificar la resistencia que tendrá con el esfuerzo límite y máximo permisible durante su uso.

En segundo lugar, una vez, elaborado este documento oficial, se distribuye a cada grupo de trabajo las tareas a ejecutar para el inicio de fabricación del dispositivo nuevo mediante trazos, cortes, armado, soldeo y mecanizado en caso de requerir operaciones de perforación, torneado, cepillado o fresado.

En tercer lugar, se inicia con el proceso de fabricación en el Taller de Habilitado mediante corte de planchas y ejecución de biseles en sus bordes. El Taller de Calderería recibe y procesa con la limpieza y armado del aditamento. Luego, el Taller de soldadura concluye la fabricación con el soldeo final de la estructura metálica, componentes metálicos que constituye de variadas formas y medidas. Tal es así, podemos apreciar en la Figura 01.

Estos dispositivos metálicos nuevos y de gran dimensión se utilizan para la mejora de procesos en los diversos trabajos de soldeo, en especial, para el control de pre deformaciones por efectos del calor que suelen presentarse siempre durante el proceso de soldeo. Entre ellos podemos citar para las distintas formas de estructuras metálicas a ejecutar: soldeo de vigas tipo T, en doble T, soldeo de vigas tipo Cajón, perfiles de variados modelos y calidades, canaletas tipo Z, y otras de variadas formas adaptables a necesidad de cada proyecto.

Es de gran utilidad su uso para el soldeo de vigas con medidas de cuatro (04) metros hasta nueve (09) metros de longitud.

Podemos indicar las grandes ventajas obtenidas para la facilidad de soldeo, control de las pre deformaciones a lo largo y ancho de la estructura metálica a soldar, inclinaciones de almas que se producen por la acción del calor y pérdida de paralelismo y rectitud de las alas, el aumento o disminución de las contraflechas en su longitud y otras que contribuyen al control de las desviaciones de su comportamiento físico para la mejora del proceso de soldeo.

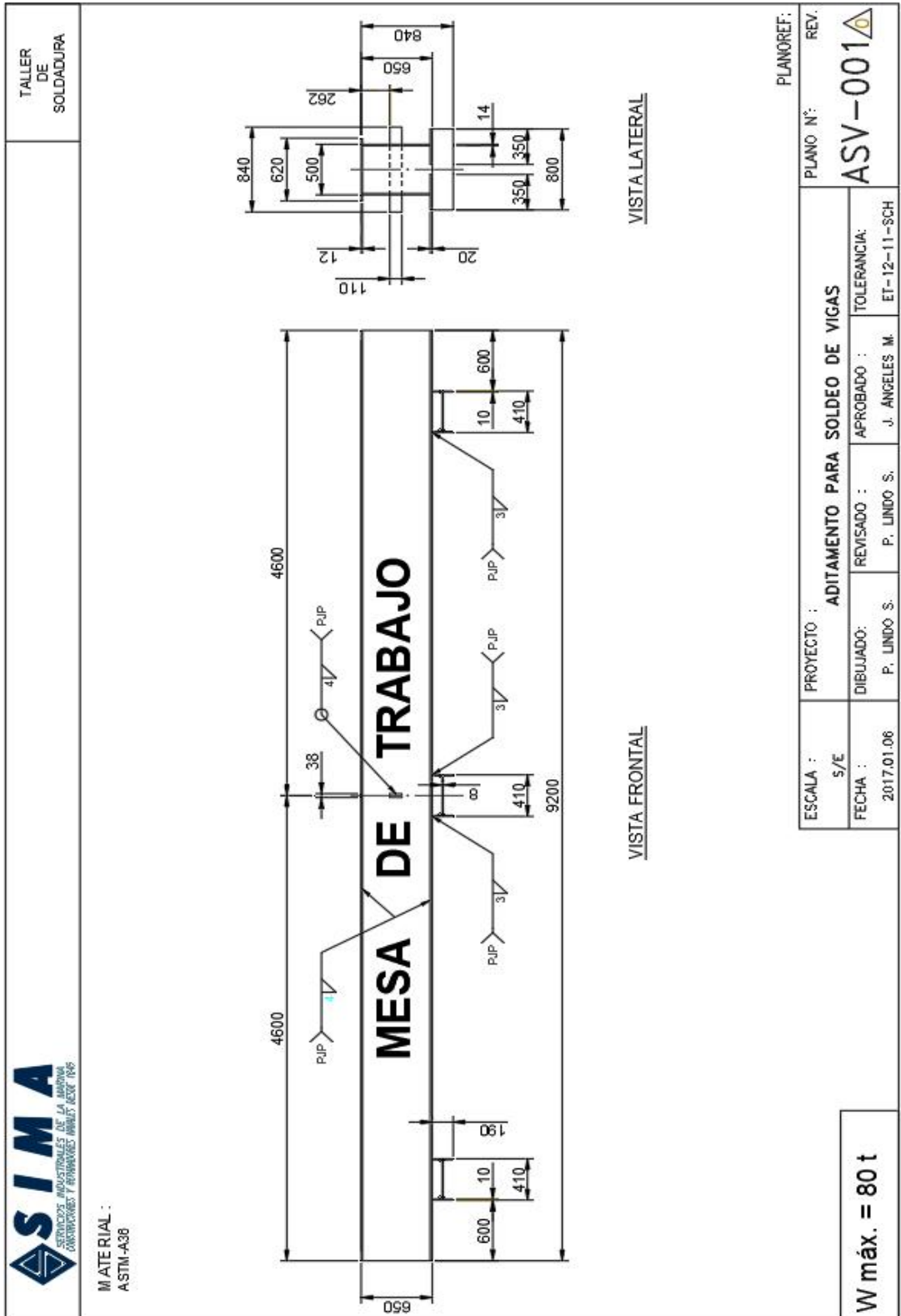


FIGURA N° 03: ADITAMENTO para soldeo de estructuras, vigas tipo cajón y otros, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

SOLDEO DE VIGAS TIPO “T” de 180 x 460 x 9000 mm:

Las vigas tipo “T” principalmente se utilizan en los cordones inferiores del puente, en los arriostramientos transversales superiores, arriostramientos diagonales superiores y arriostramientos diagonales inferiores; están formadas por la unión de 02 placas con medidas de espesor, ancho y largo variables acorde a Plano de Corte adaptado para el trabajo a realizar.

El dispositivo pre fabricado se facilita para el soldeo de estructuras metálicas con perfil indicado del tipo “T” y con una longitud de 4,000 mm hasta 9,000 mm.

En el caso que hace referencia, se encuentra constituido por 01 placa para el alma con espesor de 20 mm e igual ancho con medida de 440 mm; más, 01 placa de unión para el ala de igual espesor 20 mm y con un ancho de 180 mm. Estos dos elementos van unidos mediante soldadura y tienen una misma longitud, estimada en el plano cuya medida aproximada es de 9000 mm. Ver figura 02.

Antes de iniciar con el soldeo de esta estructura se realiza el montaje en el aditamento fabricado y descrito en la Figura 01, se coloca un calzo de 25 x 25 x 350 mm por debajo de la estructura y en ambos extremos de la viga que se encuentra ubicada preferentemente en la parte central de la mesa metálica de trabajo.

Luego se coloca los brazos y soportes del dispositivo fabricado por el Taller de Soldadura, tal como indica la Figura 02, teniendo como referencia la ubicación de la viga tipo “T” ubicado en el centro de la longitud del aditamento. Luego, se aplica una fuerza mediante una bomba hidráulica de 100 t, ubicada en el centro de la estructura a soldar, para generar un dobléz antes del inicio del soldeo en esta parte del centro de la viga y hasta formar contacto con la superficie de la mesa del dispositivo. Ver ubicación y forma de aplicación en la Figura 02.

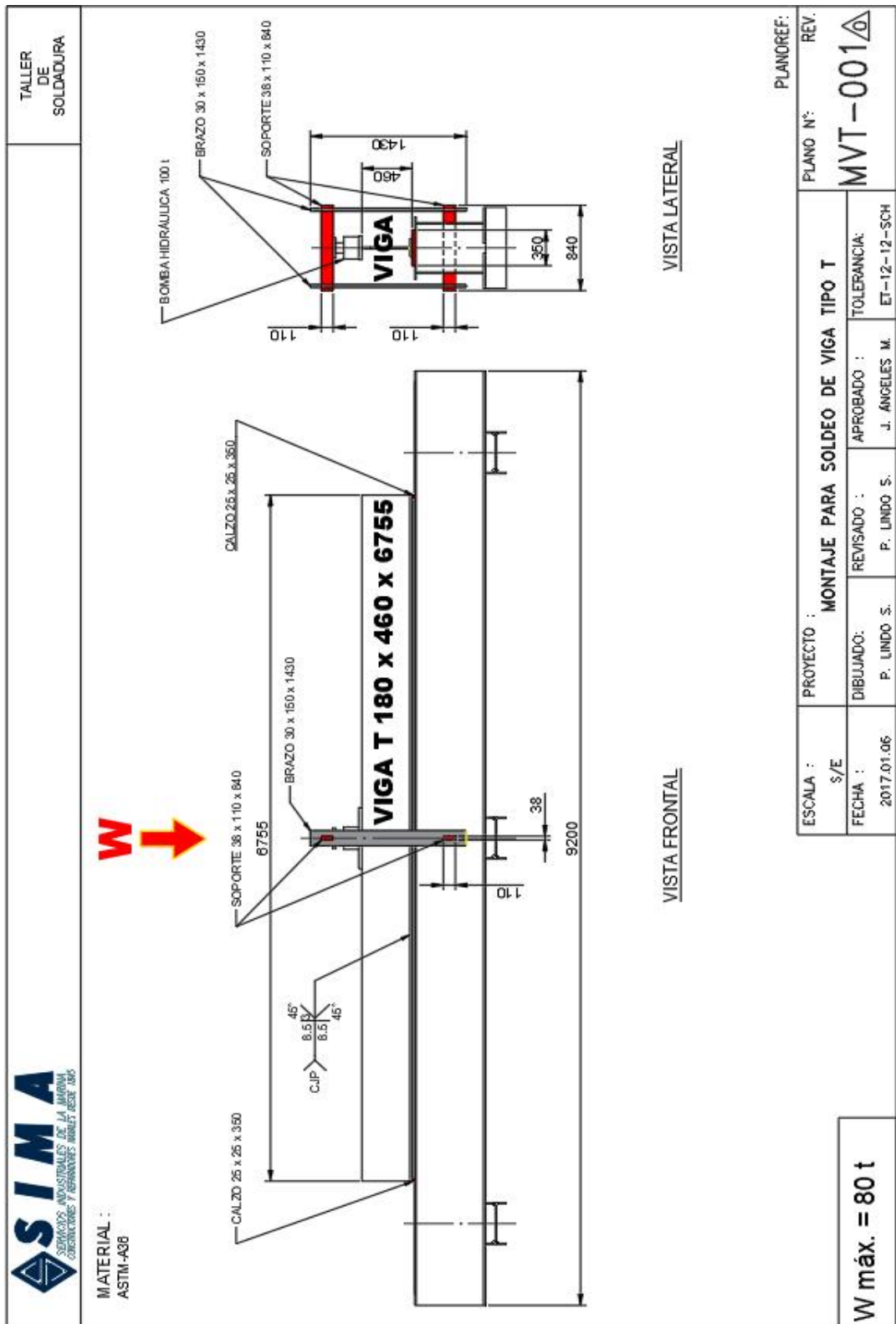


FIGURA N° 04: VIGA T montaje en dispositivo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

PASOS para el soldeo de la VIGA TIPO “T”:

Una vez realizado el montaje en el dispositivo indicado, es importante aplicar el método correcto del proceso de soldadura, se inicia con la secuencia requerida de soldeo teniendo en consideración la forma de la estructura en que se encuentra con la finalidad de poder controlar el calor a generar mediante la acción de la soldadura, y así evitar las deformaciones de la estructura por torsión, flexión, pandeo, etc.

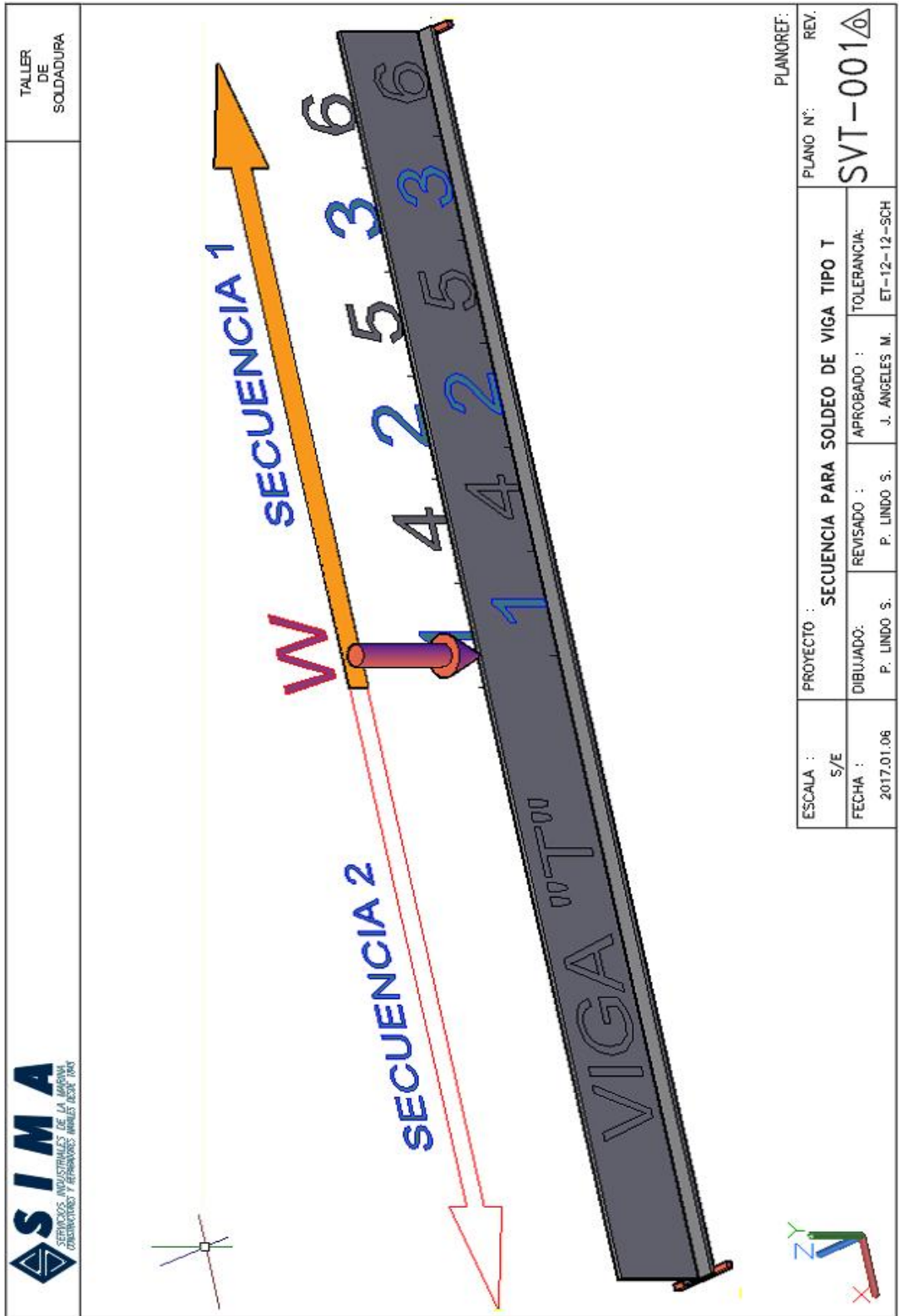
El soldeo de la viga tipo “T” se inicia partiendo del eje central de su longitud con el sentido de avance hacia un solo extremo y por ambos lados de la estructura, derecho e izquierdo. Ver secuencia para soldeo de la viga tipo “T” en la Figura 03.

El primer pase de raíz se realiza con el proceso GMAW (AWS A5.18 ER70 S-G) alambre sólido Ø1.2 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%) y se avanza uniformemente con el soldeo de dos maestros soldadores, en paralelo y uno por cada lado de la viga tipo “T”.

Para el tramo 1 que se indica en la Figura 3 orientativa, en la parte derecha, se hace cargo 01 maestro soldador y en la parte izquierda de la misma viga se hace cargo otro maestro soldador. Ambos avanzan en forma sincronizada y en un solo sentido con el proceso de soldeo en forma intermitente. Esto quiere decir, la continuación es por tramos o zonas demarcadas previamente antes del inicio de soldeo, tramo 1, 2, 3 y 4, 5, 6 consecutivamente. Ver Figura 03.

Luego, al aplicar la secuencia descrita anteriormente, una vez al llegar al extremo de la viga, este mismo proceso se repite para la segunda mitad de la viga tipo “T” pendiente de soldeo, tal como indica la Figura 03.

Concluido el primer proceso de soldeo o primera pasada de raíz, se continúa con el segundo proceso, pase de relleno y acabado FCAW (AWS A5.20 E71 T-1.C) con alambre tubular Ø1.6 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%).



ESCALA :	S/E	PROYECTO :	SECUENCIA PARA SOLDEO DE VIGA TIPO T			PLANO N°:	SVT-001
FECHA :	2017.01.06	DIBUJADO:	P. LINDO S.	REVISADO :	P. LINDO S.	APROBADO :	J. ANGELES M.
						TOLERANCIA:	ET-12-12-SCH
						PLANOREF.:	REV.

FIGURA N° 05: VIGA "T" secuencia de soldeo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

SOLDEO DE VIGAS EN TIPO DOBLE “T”:

Para esta forma de estructura metálica de acero se aplicará el método de soldeo por intervalos, no sin antes, reemplazando el dispositivo anterior por unos topes temporales, a la vez, sirven para unir las dos estructuras, 02 vigas tipo T. Ver Figura 04.

Las vigas conformadas en doble “T”, en el cual, cada una de ellas constituye la unión de 02 estructuras, detalladas en el ejemplo anterior y uso con la misma finalidad, se utilizan para los cordones inferiores del puente y están formadas por la unión de 02 placas con medidas de espesor, ancho y largo variables acorde a Plano de Corte del trabajo designado para la soldadura.

La forma de la primera estructura metálica, se encuentra constituido por 01 placa para el alma con espesor de 20 mm e igual ancho, con medida de 250 mm; más, 01 placa para el ala de igual espesor 20 mm y con un ancho de 180 mm. Estos dos elementos van unidas mediante soldadura y tienen una misma longitud, estimada en el plano cuya medida aproximada es de 9000 mm. Ver figura 04.

La segunda estructura metálica, tiene las mismas características dimensionales; y es por eso, tienen una facilidad de trabajo en unir a doble “T” para el inicio del proceso de soldeo.

En el armado o conformación de la estructura, ambas se unen por medio de unos topes temporales. Y, antes de iniciar con el soldeo de esta estructura se realiza el montaje y alineación en el aditamento, descrito en la Figura 01. Los topes temporales deben ir distribuidos a una distancia de 500 mm en el borde de las alas de la estructura; esto es con la finalidad de controlar las deformaciones por la acción del calor que puedan ocasionar durante el proceso de soldeo. Además, es con la finalidad de no utilizar otra carga previa para controlar las desviaciones mayores por la acción del calor; y, simplifica los recursos de maniobra para realizar la operación de soldeo de 02 estructuras a la vez en la mesa metálica de trabajo. Ver ubicación y forma de aplicación en la Figura 04.

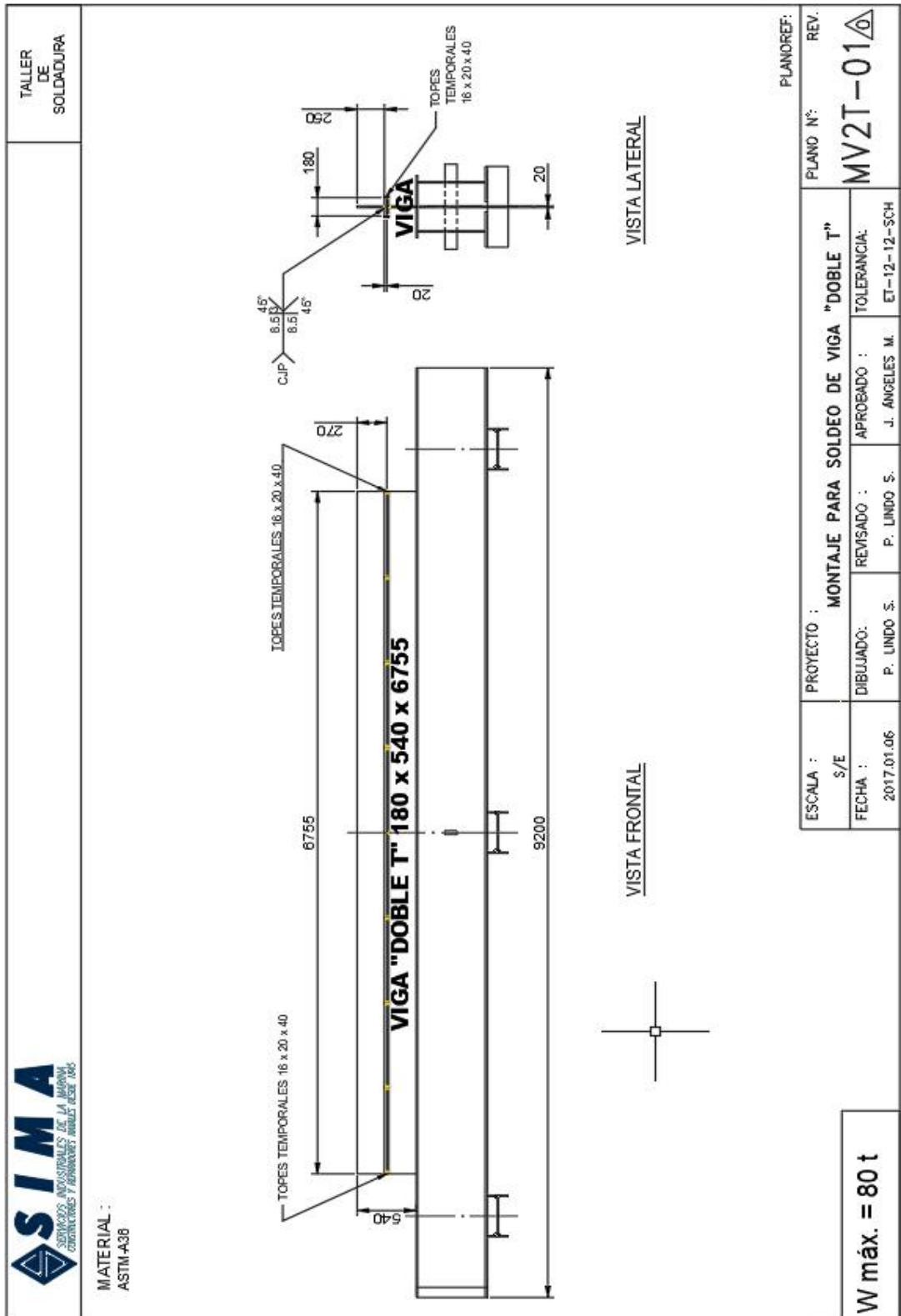


FIGURA N° 06: VIGA EN DOBLE "T" montaje en dispositivo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

PASOS para el soldeo de VIGAS EN TIPO DOBLE “T”:

Cuando se concluye el montaje de la estructura metálica a soldar en el dispositivo, mesa de trabajo, resulta primordial aplicar la secuencia requerida de soldeo por la forma de la estructura en que se encuentra armada con la finalidad de poder controlar el calor a generar mediante la acción de la soldadura y evitar las deformaciones de la estructura por la dilatación parcial a generar en el punto de soldeo, causa de la generación de desviaciones de forma y rectitud.

El soldeo de la viga en tipo doble “T” se inicia de forma similar, partiendo del eje central de su longitud con el sentido de avance hacia un solo extremo y por ambos lados de la estructura, derecho e izquierdo. Ver secuencia para soldeo de la viga tipo doble “T” en la Figura 05.

El primer pase de raíz se realiza con el proceso GMAW (AWS A5.18 ER70 S-G) alambre sólido Ø1.2 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%) y se avanza uniformemente con el soldeo de dos maestros soldadores, en paralelo y uno por cada lado de la viga en tipo doble “T”.

Para el tramo 1 que se indica en la Figura 05 orientativa, en la parte derecha, se hace cargo 01 maestro soldador y en la parte izquierda de la misma viga se hace cargo otro maestro soldador. Ambos avanzan en forma sincronizada con el proceso de soldeo y en forma intermitente. Esto quiere decir, la continuación del proceso de soldeo se realiza por tramos o zonas demarcadas previamente antes del inicio de la operación, tramo 1, 2, 3 y 4, 5, 6 consecutivamente. Ver Figura 05.

Luego, al aplicar la secuencia descrita, una vez al llegar al extremo de la viga, este mismo proceso se repite para la segunda mitad de la viga tipo doble “T” que falta soldar, tal como indica la Figura 05.

Cuando se concluye con el proceso o primera pasada de raíz, se continúa con el segundo proceso, pase de relleno y/o acabado FCAW (AWS A5.20 E71 T-1.C) con alambre tubular Ø1.6 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%).

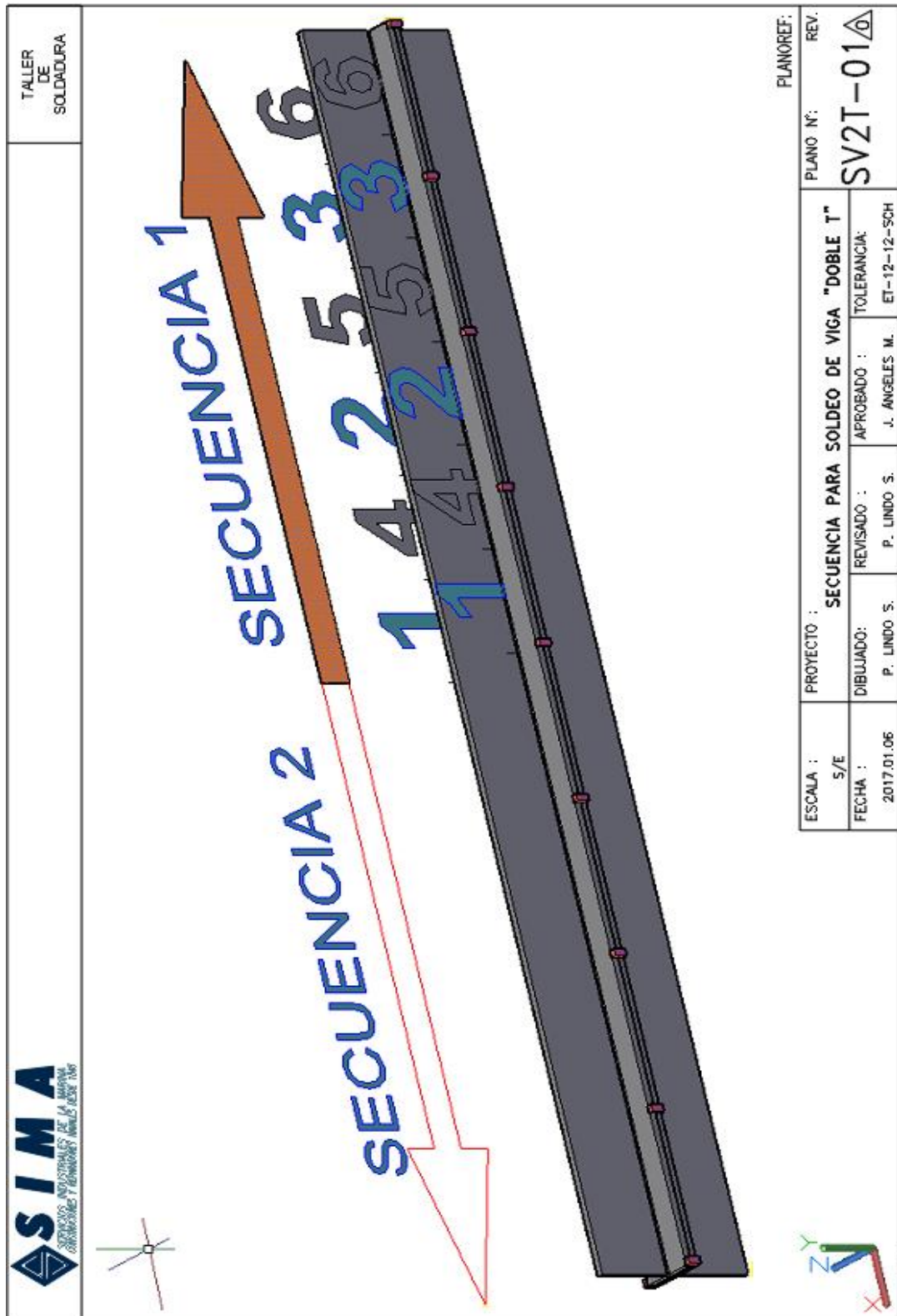


FIGURA N° 07: VIGA EN DOBLE "T" secuencia de soldeo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

SOLDEO DE VIGAS TIPO “CAJÓN” 350 x 350 x 7527 mm:

Las vigas conformadas en tipo cajón se encuentran unidas mediante apuntalamiento por 04 placas con medidas de espesor, ancho y largo estimados acorde a Plano de Corte en el Taller de Calderería, y, en función al flujo del proceso de fabricación hacen su ingreso al Taller de Soldadura para dar inicio al proceso de soldadura.

Estos componentes se utilizan en los puentes de tipo reticulado y puentes de tipo arco, se encuentran ubicados con la denominación de diagonales de pared y forman parte integrante de la cara mostrada y cara opuesta del puente. Sirven para dar consistencia y rigidez imprescindible a la estructura general del proyecto que una vez culminado serán instalados en los ríos de la costa, sierra y selva de nuestro país para el uso de vehículos livianos y transportes de carga pesada.

En esta modalidad, la estructura metálica a realizar en el proceso de soldadura se encuentra constituido por 02 placas para las almas con espesor de 14 mm e igual ancho con medidas de 350 mm; más, otras 02 placas para las alas de igual espesor 14 mm y ancho con medida de 320 mm. Estos cuatro elementos se componen con una misma longitud estimada en el Plano General y Plano de Corte cuya medida aproximada es de 7527 mm. Ver figura 06.

Antes de iniciar el soldeo de la estructura, se realiza el montaje en el aditamento descrito de la Figura 01. Luego, se alinea y se coloca en el centro de la mesa de trabajo en forma alineada con el aditamento fabricado en Taller y cuya ubicación y forma de aplicación se encuentra detallado en el Plano descrito. Ver Figura 06.

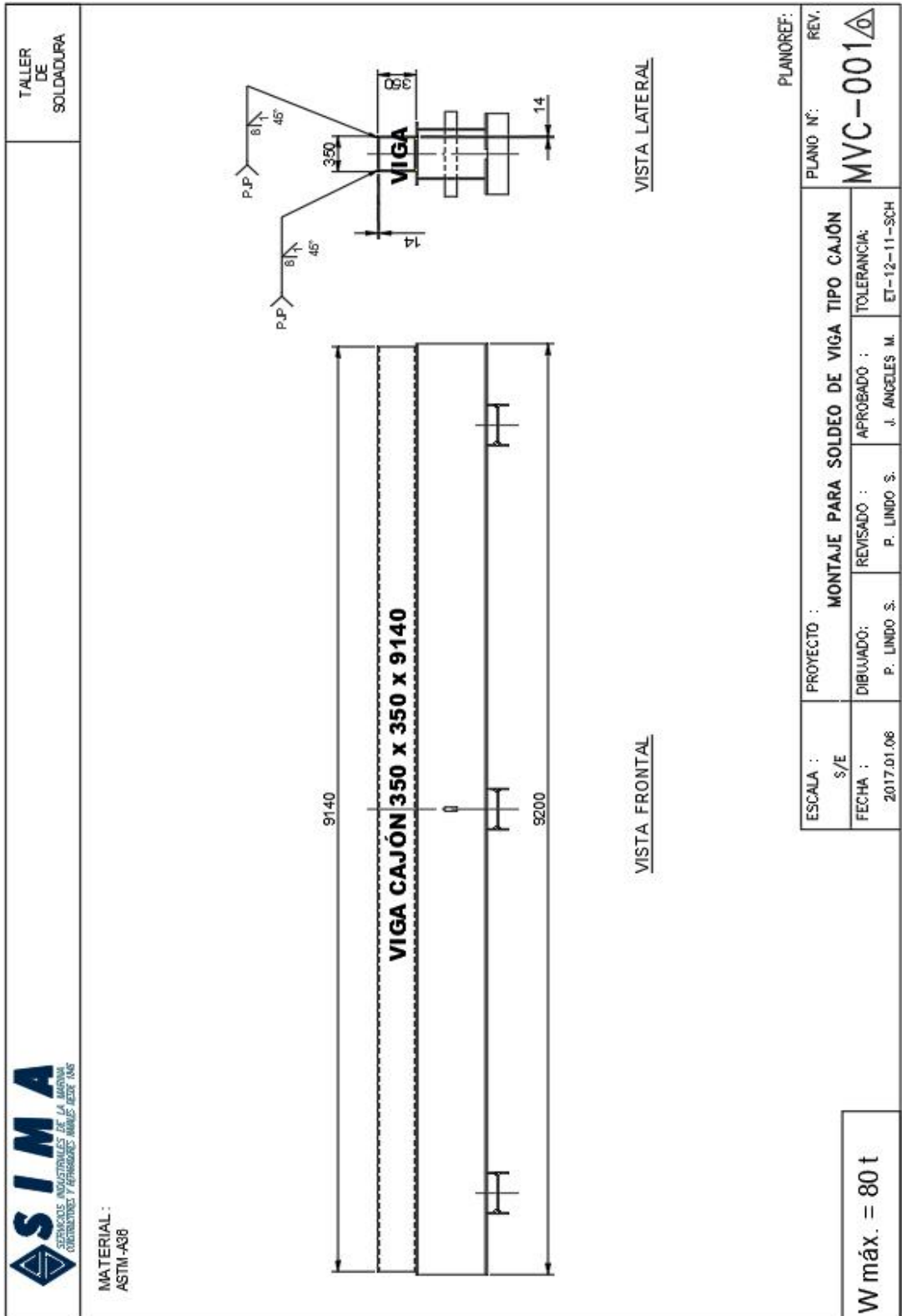


FIGURA N° 08: VIGA TIPO CAJÓN, montaje en dispositivo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura

PASOS para el soldeo de VIGA TIPO CAJÓN:

Se procede, una vez que se realiza el montaje en el dispositivo indicado, es importante aplicar la secuencia establecida por la forma de la estructura en que se encuentra con la finalidad de poder controlar el calor a generar mediante el soldeo y evitar las deformaciones de la estructura la dilatación parcial a generar en el punto de soldeo, causa de la generación de desviaciones de forma y rectitud.

El soldeo de la viga tipo cajón se inicia partiendo del eje central de su longitud con el sentido de avance hacia un solo extremo y por ambos lados de la estructura, esto es, derecho e izquierdo. Ver secuencia para soldeo de la viga tipo cajón en la Figura 07.

El primer pase de raíz se realiza con el proceso GMAW (AWS A5.18 ER70 S-G) alambre sólido Ø1.2 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%) y se avanza uniformemente con el soldeo de dos maestros soldadores, en paralelo y uno por cada lado de la viga tipo cajón.

Para el tramo 1 que se indica en la Figura 07 orientativa, en la parte derecha, se hace cargo 01 maestro soldador y en la parte izquierda de la misma viga se hace cargo otro maestro soldador. Ambos avanzan en forma sincronizada con el proceso de soldeo y en forma intermitente. Esto quiere decir, la continuación es por tramos o zonas demarcadas previamente antes del inicio de soldeo, tramo 1, 2, 3 y 4, 5, 6 consecutivamente. Ver Figura 07.

Luego, al aplicar la secuencia descrita, una vez al llegar al extremo de la viga tipo cajón, este mismo proceso se repite para la segunda mitad de la viga pendiente de soldar, tal como indica la Figura 07.

Una vez concluida el primer proceso, primera pasada de raíz, se continúa con el segundo proceso, pase de relleno y acabado FCAW (AWS A5.20 E71 T-1.C) con alambre tubular Ø1.6 mm + gas agamix 80-20 (CO₂-Argón 99%).

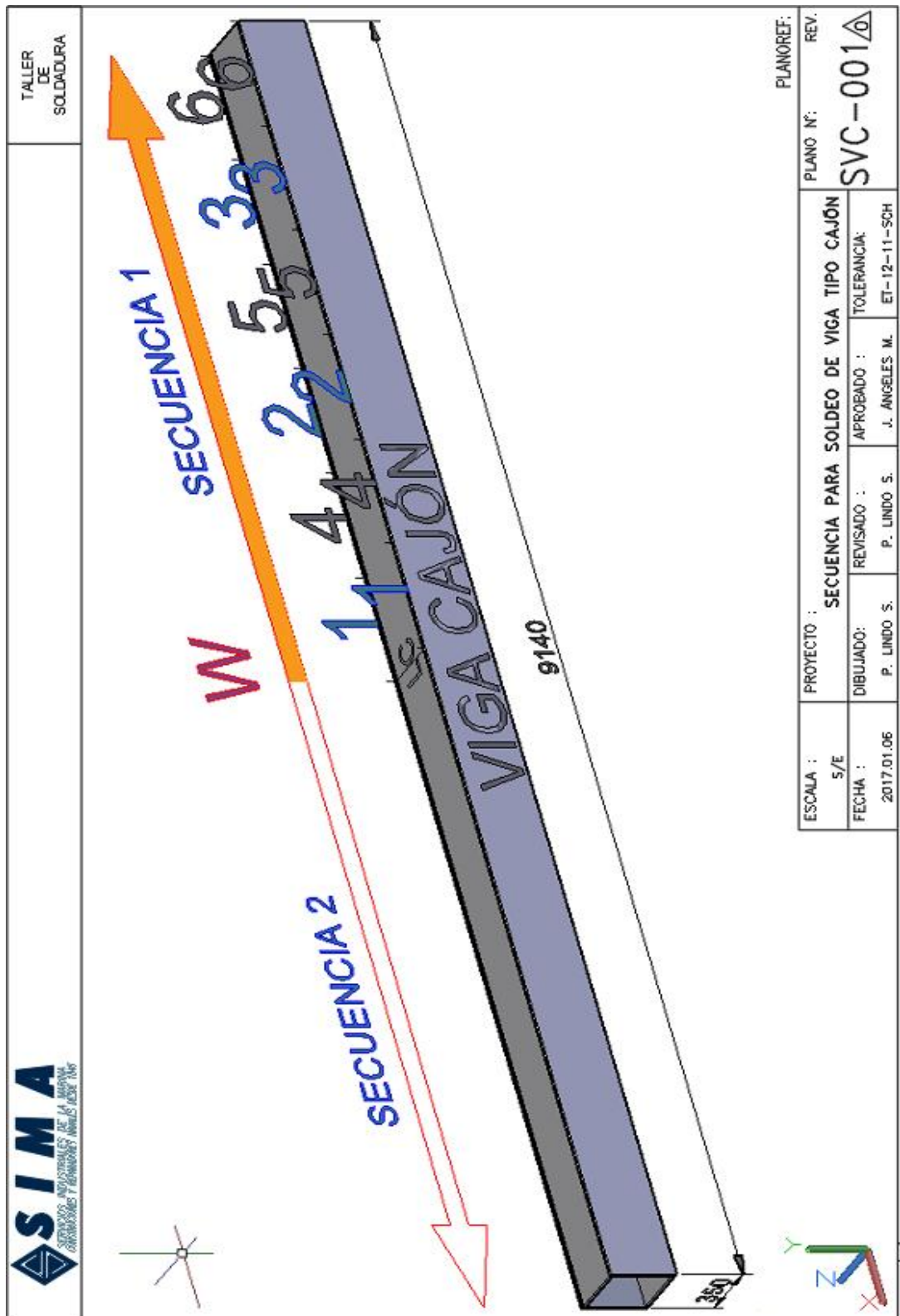


FIGURA N° 09: VIGA TIPO CAJÓN, secuencia de soldeo, año 2017.

Fuente: Taller de Soldadura.

Para la variable dependiente, los elementos a considerar fueron el número de rechazos o productos no conformes ocasionados a las piezas o estructuras terminadas con el proceso de soldeo.

Específicamente se involucran a las estructuras metálicas que contienen desviaciones de rectitud, alteraciones de forma estructural o geométrica de sus partes no concordantes con el Plano General de Diseño, la ocurrencia de falta de medidas por contracción física después del calor recibido en el trabajo de soldeo y que ocasionan defectos de forma, desviaciones de horizontalidad e inclinaciones de partes generadas en este proceso de fabricación que surgen como consecuencia una falta de perpendicularidad en sus elementos o componentes que lo integran, etc.

Así mismo, esta ocurrencia no aceptable originado durante el proceso de fabricación, repercute en el diagrama de flujo normal de los trabajos en ejecución que se encuentran distribuidos en los diferentes grupos de trabajo del área de soldadura, genera interferencia a ciertas actividades programadas por prioridades que tienen que cumplir acorde al plan de trabajo establecido, reprocesos de ciertos componentes comprometidos y observados por presentar incongruencias de medidas y forma geométrica, a razón de la aplicación de otros tratamientos técnicos (enderezado, prensado, calentamiento parcial y otros) necesarios y obligatorios para recuperar las estructuras metálicas conforme a los requisitos de calidad del proyecto, tiempos extras, mano de obra de sobretiempo y mayor uso de recursos consumibles que en definitiva afectan al valor del proyecto con fines netamente económicos e interfiriendo directamente a los plazos de entrega oportunas con los productos terminados a nuestro Cliente.

Los resultados de esta variable son reflejados al término de cada proyecto; la data o información se puntualizan en los formatos establecidos para cada actividad; se evidencian mediante registros las mejoras obtenidas. Además, nos sirven como fuente de investigación para realizar estudios y análisis de mejora de competencia en el proceso de soldadura y eficiencia de la mano de obra.

TABLA N° 3
POST-AUDITORÍA INTERNA

TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

Empresa : SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

Dirección : Avda. Víctor Raúl HAYA de la Torre 426, Mz Q, Zona Pampas CHIMBOTE

Modalidad: Fase Final

Fecha: miércoles 02 de diciembre del 2017

Auditor : Ing. Javier Jhoel RAMÍREZ Eslava PR. E5406

Norma : ISO 9001:2008

Alcance de Auditoría : Taller de Soldadura

Proyecto : PT170 Puente RAIMONDI (ÁNCASH – PERÚ)

Resultados encontrados: 07 NO CONFORMIDADES Vigas Acero: ASTM A709 Gr. 50

IT	COMPONENTE	PUENTE	DEFECTO	CAUSA RAÍZ
1	Viga arco POS ARC-05.2 1267 x 2612 x 8857 mm	PT170	Inclinación de ala 15 mm	Calor concentrado en un solo punto.
2	Viga arco POS ARC-06.2 1267 x 2513 x 9487 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 14 mm	Calor acumulado en zona de refuerzo.
3	Viga arco POS ARC-07.2 1267 x 2504 x 9154 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 16 mm	Falta de uniformidad de calor por avances.
4	Viga arco POS ARC-08.2 1267 x 2474 x 9144 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 12 mm	Avance de soldeo no uniforme.
5	Viga arco POS ARC-02.3 1267 x 2813 x 6111 mm	PT170	Deformación lineal con flecha negativa 15 mm	Calor alternado.
6	Viga arco POS ARC-07.3 1267 x 2504 x 9154 mm	PT170	Inclinación de ala 12 mm	Calor concentrado en un solo lado de alma.
7	Viga arco POS ARC-08.3 1267 x 2474 x 9144 mm	PT170	Inclinación de ala 13 mm	Calor concentrado en un solo lado de alma.

Fuente: Taller de Soldadura SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

PLAN DE MEJORA

Propósito:

Tuvo la finalidad de reducir las “No Conformidades” ocurridas en el proceso de soldeo de estructuras metálicas del proyecto en ejecución del Taller de Soldadura SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

Responsables:

Estuvo conformado por: El Jefe de Taller, con la función de recibir la información general y técnica del proyecto de su Jefe inmediato, Jefe de División Metal Mecánica de la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA, planificar el trabajo acorde a cronograma establecido y entregar información revisada al Supervisor; el Supervisor del Taller, asume la función de recibir la información técnica de su jefe inmediato, Jefe de Taller, y estimar los consumibles necesarios y la mano de obra a utilizar acorde al tiempo asignado y a los turnos de trabajo establecidos, hacer la entrega de la información revisada e instrucciones imprescindibles al Técnico o Jefe de Grupo del Taller; El Técnico del Taller de Soldadura, recibe información del Supervisor y distribuye los trabajos de soldeo a realizar por cada grupo de trabajo constituido por Maestros Soldadores, aporta a los trabajos de innovación a realizar y prioriza los requerimientos de mano de obra y materiales; los Maestros Soldadores, reciben las instrucciones del Técnico del Taller y establecen por consenso la forma y condiciones de la metodología de soldadura a utilizar, según las normativas internacionales acogidas y las especificaciones técnicas consideradas en el proyecto para las uniones de las estructuras metálicas mediante soldadura y mejoras a aplicar en el proceso de soldeo del Taller de Soldadura.

Participantes y sus responsabilidades:

Se involucraron los siguientes personales de apoyo: Operadores de Grúa Puente, con el aporte del cuidado en el izaje y transporte de las estructuras metálicas dentro de la Nave de la División Metal Mecánica y en el Taller de Soldadura; prestar atención con la alimentación de material oportuno, de acuerdo a las órdenes de su Jefe inmediato, a cada zona o grupo de trabajo conformado por los Maestros soldadores; Técnicos Maniobristas, intervienen con la responsabilidad en la manipulación y/o maniobras de las estructuras metálicas, cambios de posición o volteo de las estructuras con la máquina Grúa Puente de 30 t de capacidad de Izaje, a solicitud de cada Maestro Soldador para ubicarlo en forma correcta y facilitar el buen posicionamiento de soldeo, usando los aparejos de izaje adecuados y certificados para garantizar el trabajo seguro; los Asistentes de Seguridad Industrial, con la misión de velar por el orden y cuidado en la correcta manipulación de las estructuras metálicas grandes, medianas y pequeñas y cumplimiento con el uso de los equipos de protección personal (EPPs) acorde a normativa vigente para esta especialidad, llenado de ATS (Acciones para el Trabajo Seguro) y PTAR (Permiso para Trabajos de Alto Riesgo) al inicio de labor, Charlas de Inducción obligatorias para el personal nuevo (de apoyo en la actividad) acorde a la Norma OHSAS 18001:2007; y, los Asistentes de Medio Ambiente, velando con la prevención de la contaminación de nuestro medio ambiente mediante la segregación correcta de los residuos, colillas de soldadura, alambres de diferentes medidas, empaques, discos de esmeril, escobillas de hierro usadas e inservibles, etc.

Periodo de ejecución:

Para su implementación en el Taller de Soldadura, se planificó ejecutar el Plan y aplicar en los trabajos de soldeo en un periodo de doce (12) meses calendarios, desde el día lunes 02 de enero del año 2017 hasta el día sábado 30 de diciembre del año 2017.

TABLA N° 4
 PLAN DE MEJORA 2017
 TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

PROBLEMAS PRIORIZADOS	METAS	ACCIONES	TIEMPO	RECURSOS
Reducción de "No Conformidades"	Disminución de número de piezas rechazadas	Construcción de aditamentos	01 mes	Materiales (sobrantes de proyectos ejecutados) y consumibles (por Cuentas Internas del Taller).
		Mejora en la secuencia de soldeo para mantener la uniformidad del armado	03 meses	Experiencia y tecnología actualizada por parte de los ingenieros de la especialidad.
		Nuevas posiciones de soldeo en los materiales de las estructuras	03 meses	Experiencia y tecnología actualizada por parte de los técnicos de la especialidad.
		Uso de equipos adicionales para contrarrestar los sobre-esfuerzos de tracción y compresión	03 meses	Aprovechamiento de los recursos de equipamiento e infraestructura del Taller y la empresa.
		Capacitación inicial, intermedia y final	03 meses	Proveedores de maquinarias SOLDEXA e ingenieros del Sistema de Gestión de la Calidad.
		Charlas diarias de sensibilización	Periódica	Normas certificadas por la empresa, ISO 9001:2015; ISO 14001:2015; OHSAS 18001:2007 y Sistema BASC.
		Calificación de apuntaladores y maestros soldadores	15 días	Materiales del proyecto para fabricación de probetas y ensayos de doblado.
		Calificación de Procedimiento de Soldadura para el proyecto	15 días	Materiales del proyecto para fabricación de probetas para ensayos de tracción, doblado e impacto.

Fuente: Taller de Soldadura SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

Evaluación:

Después de la construcción de los dispositivos y aplicación en el nuevo método de trabajo, han sido verificados y analizados en el mismo proceso del Taller para su evaluación, aprobación y aplicación en los siguientes componentes del proyecto de fabricación.

Seguimiento:

En el periodo inicial de prueba se ha ido mejorando por cada pieza o estructura metálica terminada mediante el proceso de soldeo, y aportes por los mismos profesionales e integrantes de Técnicos y Maestros del Taller de Soldadura.

Como podemos apreciar, las mejoras obtenidas y logradas en el proceso de soldadura han sido fortalecidas, cada vez, por la experiencia ganada en el Taller de Soldadura con la intervención de los mismos profesionales, Maestros Soldadores, Técnicos de Taller, Supervisores de Taller, Jefes de Taller y con el apoyo de ingenieros de turno en la especialidad. Resultó un gran logro de trabajo en equipo.

III. RESULTADOS:

El objetivo del estudio fue determinar si la aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldadura de la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017.

III.1. RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN DIAGNÓSTICA:

Determinar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA año 2016 antes de la aplicación de mejora de métodos.

TABLA N° 5
NÚMERO DE NO CONFORMIDADES 2016
TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

PERIODO	CANTIDAD	%
I TRIM	2	15.38
II TRIM	4	30.77
III TRIM	7	53.85
TOTAL	13	100.00

Fuente: Oficina de Gestión Integrada SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

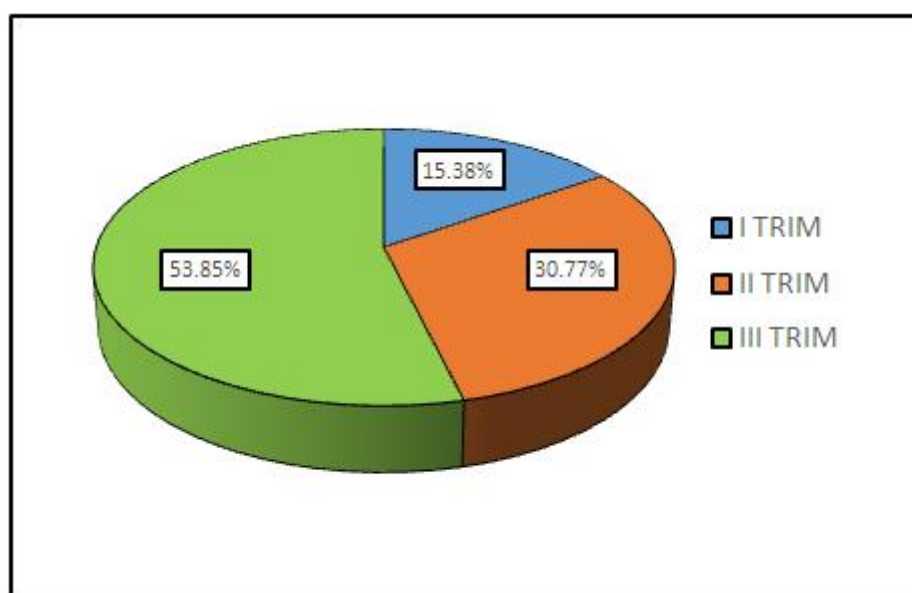


FIGURA N° 10. Gráfica distribución de 13 No Conformidades, año 2016

Fuente: Tabla N° 1

COMO SE OBSERVA EN LA TABLA 1, en el año 2016, de las 13 Pz observadas en el Taller de Soldadura, 7 de ellos que constituyen un 53.85% del conjunto, pertenecen al III Trimestre; mientras que 4 piezas que constituye el 30.77% del conjunto pertenece al II Trimestre. En contraste, 2 piezas

(apenas, un 15.38% de la muestra) procede del I Trimestre. Estos datos evidencian que, durante todo el año 2016 se registraron un total de 13 Pz estructuras metálicas, vigas tipo T y tipo cajón “no conformes”, de los puentes metálicos Antonio Raimondi (para el departamento de Áncash) y Pachitea (para el departamento de Huánuco) en el taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

III.2. RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN CONCLUIDA:

Se determinó el nivel de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 después de la aplicación del plan de mejora de métodos. En la columna de % se logra visualizar el resultado de mejora en valores para cada trimestre en base a la muestra de la Tabla N° 1, producto de la primera investigación.

TABLA N° 6
NÚMERO DE NO CONFORMIDADES 2017
TALLER DE SOLDADURA SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

MES	CANTIDAD	%
I TRIMESTRE	1	7.69
II TRIMESTRE	2	15.38
III TRIMESTRE	4	30.77
TOTAL	7	53.84

Fuente: Oficina de Gestión Integrada SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA

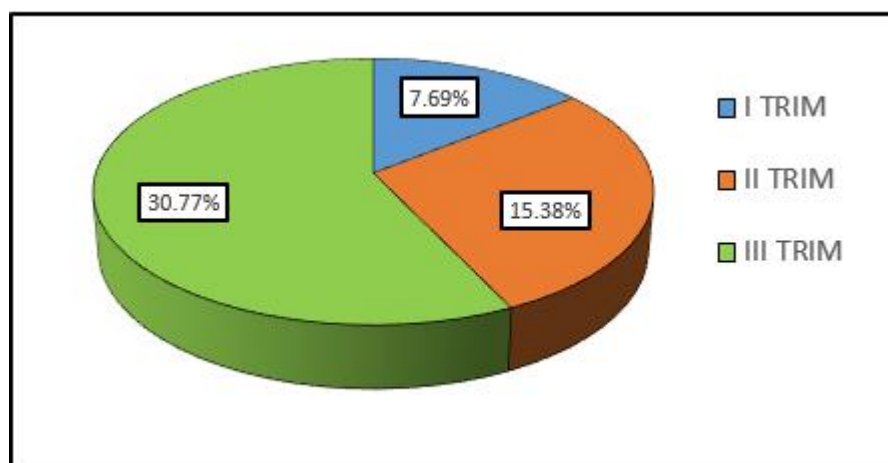


FIGURA N° 11. Gráfica distribución de 07 No Conformidades, año 2017

Fuente: Tabla N° 6

COMO SE OBSERVA EN LA TABLA 2, en el año 2017, de las 7 Pz observadas en el Taller de Soldadura y en relación a la muestra de la Tabla 1, 4 de ellos que constituyen un 30.77% del conjunto, pertenecen al III Trimestre; mientras que 2 piezas que constituye el 15.38% del conjunto pertenece al II Trimestre. En contraste, 1 pieza (apenas, un 7.69% de la muestra) procede del I Trimestre. Estos datos evidencian que, durante todo el año 2017 se registraron un total de 7 Pz estructuras metálicas, vigas tipo cajón “no conformes” del puente metálico Antonio Raimondi para el departamento de Áncash en el taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

III.3. RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN:

Los resultados finales obtenidos en la comparación se presentan a continuación con una mejora en la reducción de no conformidades del 53.84% en el proceso de soldeo.

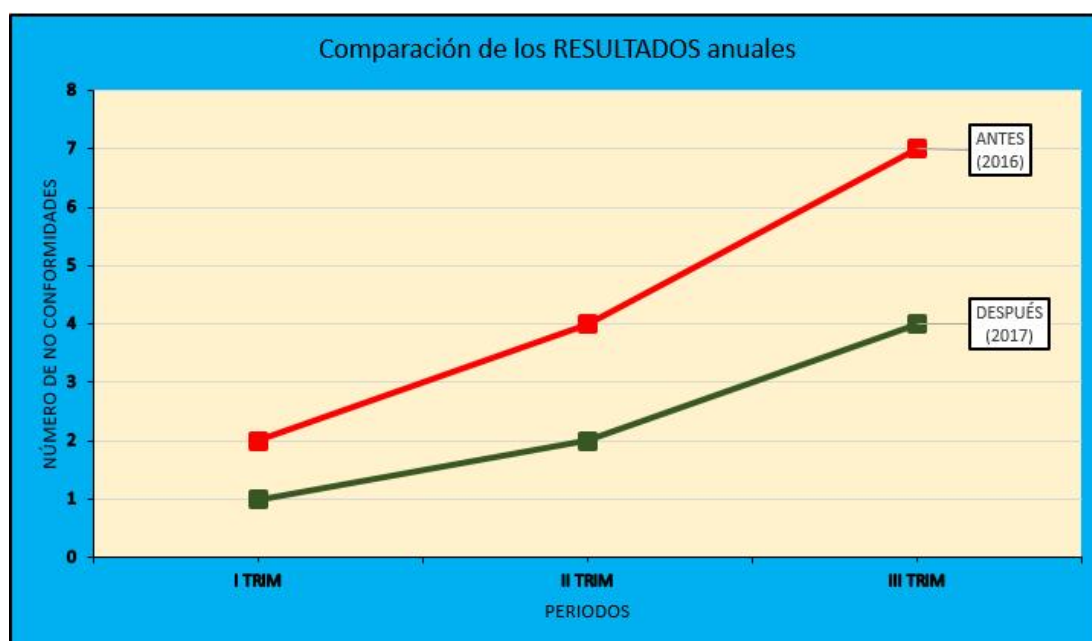


FIGURA N° 12. Número de No Conformidades ocurridos, año 2016 V°S° año 2017.

Fuente: Tabla N°1 y N°2

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN:

El objetivo del estudio de la aplicación de un plan de mejora de métodos para optimizar la calidad del proceso de soldadura en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA – 2017, se orientó principalmente en la reducción de “No Conformidades” ocurridos en el proceso de soldeo de estructuras metálicas concerniente a proyectos relacionados, como es, fabricación de puentes metálicos para los ríos de la costa, sierra y selva de nuestro país, en el taller de soldadura.

Inicialmente, los trabajos han sido realizados con uniformidad y distribuidos a cada Maestro Soldador, tal como le corresponde ejecutar el soldeo de vigas biseladas y armadas con puntales de acuerdo a plano por el Taller de Calderería, entregados por parte de los Maestros Caldereros al Taller de Soldadura, y con el

uso de herramientas convencionales y estándares desde el inicio de labor hasta el término durante el día. Se ha desarrollado, el proceso de soldeo, con el uso de pocos aditamentos porque las estructuras metálicas, las clases de vigas hasta aquel entonces, han sido comunes y ordinarias, vigas simples en forma de H, vigas T, y otros de perfiles variados, etc. con igual espesor o sección de plancha en sus uniones y sus intersecciones entre almas y alas, con el desarrollo de los ejes primitivos a 90°.

También podemos indicar la influencia en el diseño de los puentes han sido elaborados con diseñadores nacionales y de modelo común u ordinario (puentes de tipo reticulado, alma llena, modular, box girder, etc.); las uniones de sus vigas que conforman la pared lateral nacen en forma perpendicular con las vigas plataforma; y, los lados mostrado y opuestos son paralelos.

El cambio se apreció al ganar nuevos concursos nacionales a nivel de empresa para fabricar puentes de diseño moderno; esto es, con una variación en su forma de geometría angular, ancho en sus bases de plataforma para doble vía y angosto en el techo (parte superior) para fines de mejorar su estética y darle mejor presentación a los clientes usuarios; luego sean éstos presentados e instalados con esa misma configuración en los ríos de nuestro Perú, específicamente en la región de la sierra y parte de la selva.

Este nuevo modelo de puente de tipo arco atirantado con pared angular tiene un ancho reglamentario en la base, para una sola vía y/o doble vía, según uso y necesidad del Cliente, preferentemente para las unidades móviles; y, en el techo con ancho reducido, aproximado de tres (3) metros aproximadamente y unidas con vigas de cierre en toda su longitud.

Con estos detalles de diseño moderno para puentes se asumió el nuevo reto, de iniciar el proceso de soldeo desde el centro de la viga hasta el primer extremo con el apoyo de aditamentos para permitir la fuga del calor hacia el extremo de la viga y evitar la concentración de la misma en un solo punto del cuerpo interior de

la estructura que es causa raíz para generar deformaciones en el componente metálico, afectando a su planitud horizontal de alas y planitud vertical de almas, ocasionando desviaciones de perpendicularidad. Por otra parte, la aplicación del calor mediante soldadura para el alma de la viga se ha llegado a mejorar con el avance obligatorio de dos (2) soldadores en simultáneo, tanto en la parte derecha del alma como en la parte izquierda de la misma, con un avance simultáneo, paralelo y por tramos, para que mediante este método no se incline la plancha metálica de la estructura que se encuentra en el proceso de soldeo, al lado derecho ni al lado izquierdo, y poder así, mantener el ángulo requerido del Plano de Fabricación; es más, otra causa es, la acción del calor que se aplica en un punto de la estructura, produce dilatación alrededor del área de soldadura, y el alejamiento de la zona por el avance de soldeo el calor se disipa y la temperatura empieza a disminuir generando, a la vez, contracción de ambos cuerpos en proceso de unión. Tal es así, con estos detalles que se generan proporcionalmente en vigas largas, de 04 á 09 metros de longitud, traen como resultado diferencias muy notorias en comparación con piezas o estructuras pequeñas menores a cuatro (04) metros de longitud; entonces, el nuevo proceso y método de soldeo alternado y descrito en los gráficos citados anteriormente, gracias a la técnica aplicada, entrevista desarrollada al personal especializado y análisis detallado del proceso mediante un estudio minucioso, se ha logrado experimentar, a través del periodo de tiempo, en nuevos elementos de forma variada y con resultados muy satisfactorios para la especialidad de soldadura.

Con el procedimiento tradicional se ha encontrado un nivel de productos no conformes alto, dando una cantidad anual, año 2016, de 13 piezas rechazadas correspondiente a las estructuras metálicas, vigas tipo cajón “no conformes” de los puentes metálicos Antonio Raimondi (para el departamento de Áncash) y puente metálico Pachitea (para el departamento de Huánuco), en el taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

Producto de estas desviaciones de rectitud y paralelismo en las vigas por efectos del calor, se recurre a una serie de aplicaciones usando como apoyo aditamentos nuevos hasta lograr establecer modificaciones en el proceso y cambios sustanciales en las modalidades y secuencias de soldeo, como se logra apreciar en las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 métodos aplicados con el uso de dispositivos como se detalla en los mismos gráficos. De manera que, se inicia desde el centro de la estructura con un avance entre ambos soldadores en forma paralela e intermitente, por tramos, hasta llegar al extremo y en un solo sentido para evitar la concentración de calor en el centro del cuerpo de la estructura, esto es, como punto de partida. Y luego, concluido la primera mitad, inmediatamente se continúa con la segunda mitad en la misma secuencia descrita en la fase anterior, pero en sentido contrario.

Con este procedimiento actual se ha obtenido un nivel de productos “No Conformes” bajo, dando una cantidad anual, año 2017, de 7 piezas rechazadas correspondiente a las estructuras metálicas, vigas tipo arco y tipo cajón “No Conformes” del puente metálico Antonio Raimondi para el departamento de Áncash, en el taller de Soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA.

Respecto a la comparación de los resultados anuales que se expresan en la figura N° 12, podemos indicar que con la aplicación de la mejora de métodos se ha reducido en un 53.84% de “No Conformidades” en el proceso de soldeo durante los periodos citados, año 2016 y año 2017, lo que coincide, por lo expresado por Gama (2011) y Domínguez (2012), que indican la importancia de reducir los re-trabajos post soldadura “No Conformes” para incrementar la productividad y que influye directamente en la reducción de tiempos a beneficio de la empresa.

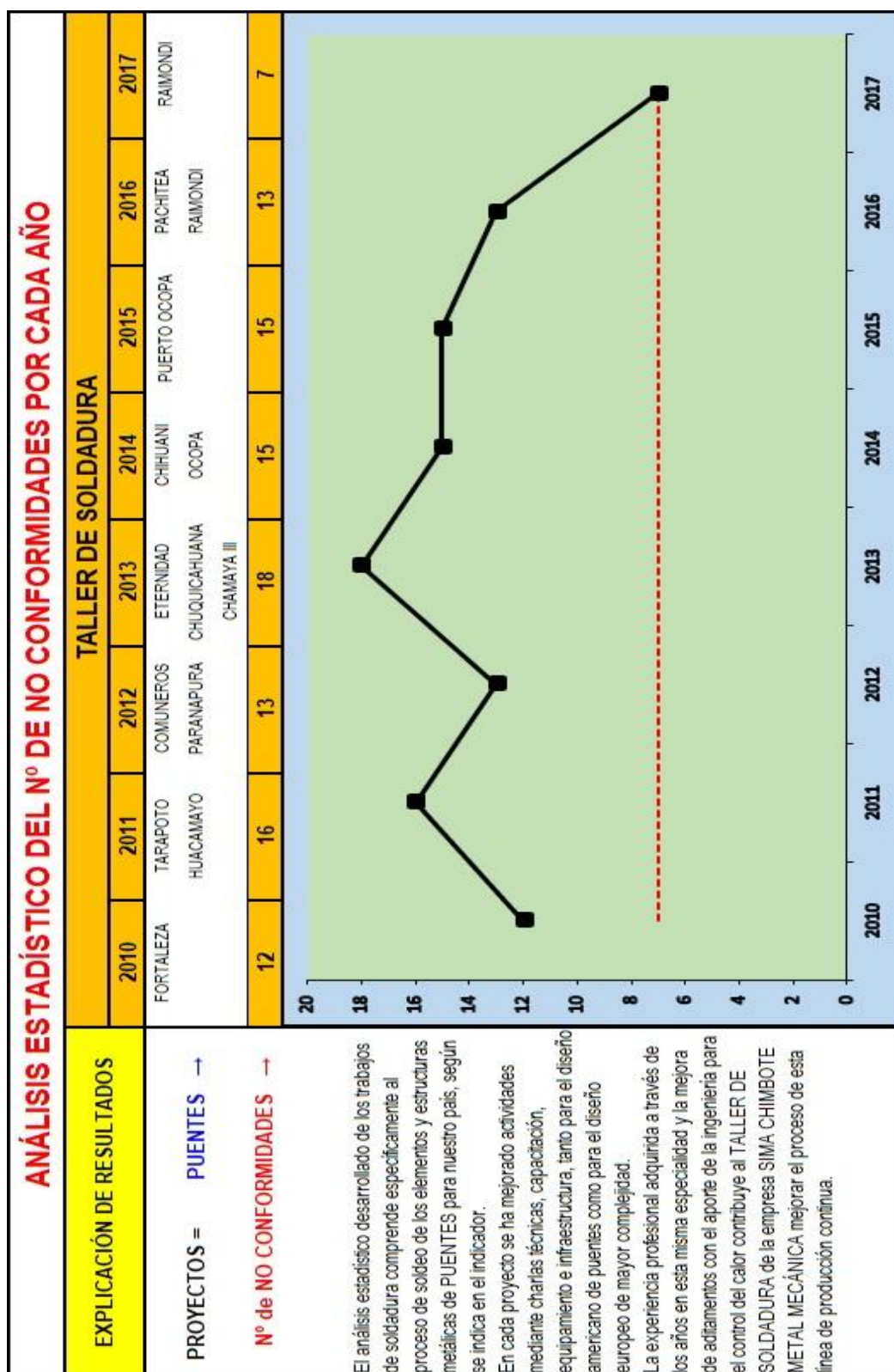


FIGURA N° 13. Análisis estadístico de N° de NC ocurridos, año 2010 al 2017.

Fuente: Oficina de Gestión Integrada SIMA CHIMBOTE

V. CONCLUSIONES:

Se logró un importante avance en la actividad del Taller de Soldadura con la ejecución de mejora de técnicas en el proceso de soldeo de estructuras metálicas por la nueva forma de elementos, vigas tipo cajón y con alma angular, constituido por diferencia de espesores en sus uniones.

En lo que respecta al primer objetivo específico, se diagnosticó las condiciones del proceso de soldeo en el taller con situaciones reales para el estudio y análisis. Asimismo, se detectó 13 No Conformidades en el soldeo de estructuras durante el año 2016. Esta oportunidad de mejora nos permitió diseñar un programa de procedimientos concerniente a la nueva metodología de soldeo; y, se aplicó en los procesos generales del mismo facilitándonos medir el estado real del proceso de soldeo.

En lo relacionado al segundo objetivo específico, se determinó las condiciones del proceso de soldeo después de la aplicación del programa con resultados positivos para la mejora de métodos. Se detectó sólo 07 No Conformidades durante el año 2017. Se logró una reducción muy valiosa.

Se determinó los efectos de la aplicación que existe entre el proceso anterior y la metodología actual, logrando establecer un resultado entre el diseño propuesto con la eficiencia del programa. Se obtuvo una mejora del 53%, por el cual, se logró evaluar resultados por cada proceso una mejora de métodos en el soldeo de las vigas metálicas.

VI. RECOMENDACIONES:

Al concluir el estudio de investigación y análisis del proceso de soldeo con los resultados obtenidos se recomienda:

Continuar con este mismo anhelo de ampliar y mejorar, cada vez, la metodología a través de las experiencias in situ, y con estudios relacionados al proceso mismo de soldeo en taller.

Evaluar inicialmente las condiciones del proceso de soldeo, el estado de equipamiento y la mano de obra existente en el taller, el cual, resulta importante medir antes de, las cualidades y habilidades que se cuenta con el proceso existente en la fabricación de puentes metálicos.

Es imprescindible mantener registrado y de ser requerido acompañar y/o adjuntar con pequeños gráficos, los detalles o modificaciones importantes para poder analizar y evaluar los defectos ocurridos durante el proceso de soldeo y crear oportunidades de mejora.

Asimismo, después de la aplicación plasmar los cambios positivos cuyos resultados han servido de mucho aporte, como la secuencia variada de soldeo y el uso de aditamentos, a la mejora de resultados y que contribuyen a la reducción de tiempos generando productividad.

De este modo, se sugiere medir la eficiencia entre ambos procesos para extraer el porcentaje de mejora como resultado de la investigación. El cual, se deberá considerar en la base de datos del Taller de Soldadura para futuras evaluaciones y/o cambios de proceso.

Implementar otros programas de procedimientos similares para la mejora de métodos en el soldeo de vigas para puentes metálicos de distintos proyectos futuros a realizarse.

Influye además, aparte de los registros existentes, mantener la conservación de los dispositivos a usar para contribuir siempre con la mejora continua mediante

el manejo de datos y cuadros estadísticos, para así poder impulsar a la innovación de los procesos de soldeo en el Taller, y por ende, en la empresa.

Los resultados positivos constituyen siempre un gran aporte a este sistema y es importante mantenerlas documentado mediante historiales para la implementación física y tecnológica del personal del Taller de Soldadura.

Las experiencias logradas tienen que ser transmitidas a los nuevos profesionales ingresantes como exige el programa de relevo generacional de la empresa; y además, es importante exteriorizarlos en los centros de instrucción técnica mediante los programas de capacitación continua que brindan los institutos y universidades mediante convenios para reforzar nuestra tecnología peruana. La unidad entre instituciones educativas y empresas nacionales brindará un gran aporte a nuestro desarrollo.

A los futuros investigadores, continuar desarrollando con este mismo espíritu de trabajo, mediante innovaciones y con las variables abordadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

American Welding Society (2017). *La ergonomía en el Ambiente de Soldadura*. México. Daluz, S.A. de C.V.

Araque, Ó.; Arzola, Nelson (2013). *Estado del arte sobre la integridad estructural de uniones soldadas y modelos de propagación de grietas para la gestión de vida en estructuras*. Recuperado el 20 de octubre del 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000200011&script=sci_arttext

Arboleda, J.; Escobar R, F. y Salcedo M., B. (2015). *Estudio de mejora del proceso de soldadura de Soldame del Valle S.A.S. a partir de análisis y diseño de experimentos*. Recuperado el 30 de setiembre del 2016, de <http://www.jurn.org/#gsc.tab=0&gsc.q=mejora%20en%20procesos%20de%20soldadura&gsc.sort=>

Domínguez A, A. (2012). *Análisis de la Aplicación de soldadura de acero de calidad "A" mediante láser de Neodimio-Yag en construcción naval*. Recuperado el 23 de octubre 2017, de http://oa.upm.es/21909/1/ANTONIO_DOMINGUEZ_ABECIA.pdf

Gama R, G. (2011). *Optimización y estudio de los procesos de soldadura, automatización del sistema de soldadura de sellado y mecánica de fractura en la vigilancia de vasijas en nucleoelectricas*. Recuperado el 29 de octubre 2017, de http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/116/43116880.pdf

García G., C.; Conde G., A.; (et.al) (2012). *Estudio Comparativo de la Productividad y Calidad Obtenidas en la Soldadura de Tubos de Calidad T9 Empleados en el Sector Petroquímico, Mediante los Procesos TIG, HW-TIG y PAW*. Recuperado el 02 de octubre 2017, de <http://search.scielo.org/?q=mejora%20de%20procesos%20de%20soldadura&where=ORG>

Niebles G., E. y Arnedo E., William (2009). *Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores: una Propuesta de Enseñanza y Guía de Aplicación para la Industria*. Colombia. Universidad Autónoma del Caribe.

Romaní L., G. (2005). *Desarrollo de un Sistema Interactivo de gestión integral de parámetros de influencia en procedimientos de soldadura robotizada para*

procesos de soldeo por arco eléctrico con protección de gas, MIG/MAG y TIG. Recuperado el 24 de diciembre del 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=2518>

Sánchez A., B. (2015). *Elaborar e implementar un procedimiento de soldadura en la empresa Revoconstrucciones para la mejora productiva utilizando herramientas de calidad.* Recuperado el 23 de octubre 2017, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5060/1/UDLA-EC-TTPSI-2016-02.pdf>

Zambrano F., J. (2015). *Elaboración de una guía de inspección de soldadura y calificación de soldadores aplicado a las normas ASME BPVC y API 1104.* Recuperado el 13 de octubre 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10480>

VIII. AGRADECIMIENTOS:

Se agradece, por el gran apoyo, al taller de soldadura de SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA y ASTILLERO, al gran equipo integrado por su personal técnico, desde el Jefe de Taller, Supervisor, Jefe de Grupo y Maestros que intervienen en el proceso de soldeo, por sus aportes y gran experiencia demostrada para realizar con éxito los trabajos encomendados en esta actividad de fabricación de estructuras metálicas mediante soldadura para los proyectos de la costa, sierra y selva de nuestro país.

Igualmente, a los ingenieros simistas de esta actividad relacionada de producción y a los representantes de la Oficina de Gestión Integrada, específicamente del Sistema de Gestión de la Calidad, por los aportes importantes de información y cuadros estadísticos plasmados en sus registros de información, el cual contribuyeron a las mejoras logradas en este proceso de soldeo de elementos y componentes de los puentes metálicos Antonio Raimondi y Pachitea para nuestra

región de Áncash y Huánuco respectivamente, durante los años 2016 y 2017 en el proceso de fabricación de puentes metálicos para nuestro Perú.

IX. ANEXOS Y APÉNDICES: (Instrumentos)

MATRIZ DE INDICADORES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Plan de mejora de métodos (V.I.)	Uso de aditamentos, topes o sujetadores	Indicadores de alargamiento o reducción de medidas en la estructura.	Número cumplimiento y registro de las desviaciones obtenidas.
	Capacitación	Indicadores de capacitación.	Porcentaje de personal capacitado.
	Uso de equipos garantizados	Indicador de equipos documentados.	Porcentaje de equipos con Certificados de Calidad.
	Charlas diarias de sensibilización	Indicador de charlas inductivas.	Grado de experiencia alcanzado.
	Ergonomía en las actividades	Indicador de posturas incorrectas.	Grado de posiciones incorrectas de trabajo.
No Conformidades (V.D.)	Número de rechazos	Indicadores de reproceso.	Número de piezas rechazadas.
	Incidencias	Indicadores de incidencia.	Número de incidentes presentados.
	Optimización de materiales y equipos	Indicador de frecuencia de uso de los recursos materiales.	Porcentaje de material usado en reprocesos.
	Optimización de mano de obra	Indicador de cumplimiento de plazos de entrega.	Porcentaje de cumplimiento de cronograma.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Aplicación de mejora de métodos en el proceso de soldadura en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA — 2017.

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
¿La aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2016?	La aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2016.	<p>GENERAL: Determinar si la aplicación de mejora de métodos minimiza las no conformidades en el proceso de soldadura en la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2016.</p> <p>ESPECÍFICO 1: Determinar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2016 antes de la aplicación de mejora de métodos.</p> <p>ESPECÍFICO 2: Determinar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 después de la aplicación de mejora de métodos.</p> <p>ESPECÍFICO 3: Comparar el número de no conformidades en el proceso de soldeo en SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA 2017 antes y después de la aplicación de mejora de métodos.</p>	<p>V. I.: (Plan de mejora de métodos).</p> <p>V. D.: (No Conformidades).</p>

PROPUESTA DE MEJORA

A la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECÁNICA, se considera importante recopilar todos los problemas del Taller de Soldadura y reportar las soluciones encontradas y aplicadas en el proceso de soldeo para futuros proyectos, como es la fabricación de puentes en variados tipos y modelos para nuestras regiones del Perú.

Los procesos descritos quedan como punto de partida e inicio para la difusión y conocimiento de sus técnicos que conforman desde el Jefe de Taller, Supervisor, Jefe de Grupo y Maestros soldadores del Taller de Soldadura.

Establecer y considerar las nuevas formas de soldeo en sus procedimientos de trabajo, como las secuencias intermitentes de soldadura con la finalidad de dar conocimiento mediante charlas de capacitación a los futuros profesionales que ingresan a laborar; esto es, para que tengan conocimiento de qué es lo que se debe hacer en cada tipo o modelo de estructuras metálicas a soldar de cada proyecto, tal como se ha descrito en los bosquejos.

Como información fundamental y complementaria, una vez que se asimile la causa raíz a cada problema o dificultad de trabajo, también se estima añadir a esta actividad la elaboración de Instrucciones internas de Trabajo, en donde se indica las pautas o reglas de cómo se debe hacer el proceso de soldeo en cada tipo de trabajo, y así contribuir, con la experiencia descrita, al relevo generacional y constituir una gran facilidad como equipo para afrontar nuevos retos en la fabricación de estructuras metálicas mediante soldadura de proyectos de envergadura.