

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título  
de Ingeniero Mecánico*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE  
GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS  
METÁLICAS”**

**AUTOR:**

JOSÉ DAVID PINOS LABANDA

**TUTOR:**

ING. JOHN IGNACIO CALLE SIGÜENCIA, Ph.D.

CUENCA - ECUADOR

2021

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, José David Pinos Labanda con documento de identificación N° 1105592461, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



José David Pinos Labanda

C.I. 1105592461

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”**, realizado por José David Pinos Labanda, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'John Ignacio Calle Sigüencia', written over a horizontal line.

Ing. John Ignacio Calle Sigüencia, Ph.D.  
C.I.0102118213

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, José David Pinos Labanda con documento de identificación N° 110559246, autor del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021.



José David Pinos Labanda

C.I. 1105592461

## DEDICATORIA

*A Dios por bendecirme durante todo este tiempo de estudio, por darme sabiduría y buena salud para cumplir con mis metas.*

*A mis padres y hermanas que son el pilar fundamental de mi vida, que con su apoyo incondicional logré finalizar esta etapa de formación.*

*A mi novia que siempre estuvo apoyándome incondicionalmente en todo momento de mi vida universitaria*

*A mi familia que desde el primer día de mis estudios en la universidad me supieron brindar sus consejos y apoyo oportuno en este importante paso de mi vida.*

*A mi amigo Julio que estuvo presente en todo este proceso académico con su apoyo en el ámbito académico y social.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mis padres por todo el apoyo brindado en todo mi proceso educativo y personal, al igual que sus enseñanzas y consejos, que me han permitido alcanzar una de mis metas más anheladas.*

*A la Universidad Politécnica Salesiana, por la oportunidad de recibir las enseñanzas académicas de parte de los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica.*

*Al Ing. John Calle, por la ayuda brindada, con el aporte de su experiencia y conocimientos para el desarrollo de este proyecto de titulación.*

*A todos los que conforman la empresa Galvasur por confiar en mi para la ejecución de este proyecto de gran importancia dentro de los procesos de producción.*

## RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un modelo de gestión basada en procesos para la empresa Galvasur que se enfoca en la fabricación y montaje de estructuras metálicas, que le va a permitir organizar de una manera eficiente sus recursos y actividades, considerando procedimientos estructurados de acuerdo a la normativa vigente para de esta manera disminuir tiempos y costos de producción.

Para el desarrollo del modelo se inicia realizando un estudio del arte, centrándose en la gestión enfocada en los procesos que servirá como base fundamental para la implementación de un modelo de gestión basado en los procesos que sirva para la optimización de recursos.

Una vez identificados los problemas de la empresa en estudio se procede al diseño de modelo de gestión basado en procesos que debe cumplir con una serie de actividades que se deba realizar de una forma cronológica para seguir con un procedimiento adecuado lo cual garantice el control en todo el proceso constructivo y de montaje.

Se presenta un diagrama de procesos para la fabricación y montaje de estructuras metálicas en donde se especifica de una forma cronológica el proceso que se debe seguir al momento de ejecutar un proyecto de infraestructura metálica desde la adquisición de materia prima hasta la entrega de obra.

Para finalizar se realiza la implementación del modelo de gestión basada en procesos para la fabricación y montaje de una infraestructura metálica de la empresa eléctrica CentroSur ubicada en la parroquia Turi , en donde realizará la bodegas de residuos especiales, en estructura metálica, se revisa junto a fiscalización la fabricación de elementos metálicos basándose en las fichas planteadas en el modelo de gestión, en donde se detalla cada fase del proyecto y se puede llevar un control en todas las actividades constructivas del proyecto .

**Palabras Clave:** Gestión, fabricación, montaje, estructura metálica.

## ABSTRACT

This work shows the development of a process-based management model for the Galvasur company that focuses on the manufacture and assembly of metal structures that will allow it to efficiently organize its resources and activities, considering structured procedures according to current regulations in order to reduce production times and costs.

The development of the model begins with a study of the art, focusing on the management focused on the processes that will serve as the fundamental basis for the implementation of a management model based on the processes that will serve for the optimization of resources.

Once the problems of the company under study have been identified, a process-based management model has to be designed to perform a series of activities that have to be performed in a chronological way in order to follow an appropriate procedure that guarantees control throughout the construction and assembly process.

A process diagram for the manufacture and assembly of metal structures is presented, which specifies in a chronological manner the process to be followed when implementing a metal infrastructure project from the acquisition of raw material to the delivery of the work.

Finally, the implementation of the process-based management model for the manufacture and assembly of a metallic infrastructure of the CentroSur electricity company located in the parish Turi, where the storage of special waste was carried out, in metallic structure, is reviewed together with control the manufacture of metallic elements based on the cards presented in the management model, where each phase of the project is detailed and all construction activities of the project can be monitored.

Keywords: Management, manufacturing, assembly, metal structure

# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>PROBLEMA</b> .....	<b>14</b>
2.1	ANTECEDENTES.....	14
2.2	IMPORTANCIA Y ALCANCE.....	17
2.3	DELIMITACIONES.....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	18
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	18
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>19</b>
4.1	TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN AJUSTADA.....	19
4.2	SISTEMAS DE GESTIÓN.....	20
4.3	MODELO DE GESTIÓN BASADO EN PROCESOS.....	21
4.4	LOS PROCESOS.....	22
4.5	EL MODELO DEMING PRIZE.....	22
4.6	EL MODELO DE EXCELENCIA EFQM (MODELO EUROPEO DE EXCELENCIA EMPRESARIAL).....	23
4.7	MEJORA CONTINUA DE PROCESOS. CICLO PDCA (PLANIFICAR, HACER, VERIFICAR Y ACTUAR).....	25
<u>4.7.1</u>	<u>DESARROLLO DEL CICLO PDCA</u> .....	<u>26</u>
4.8	APLICACIONES DEL ACERO EN ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	26
4.9	TIPOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	27
4.10	NORMAS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS.....	28
4.11	NORMATIVA EN LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	28
4.12	AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY).....	30
4.13	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	30
4.14	PLANOS DE MONTAJE.....	31
<b>5</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>31</b>
5.1	LEVANTAMIENTO DE LA NECESIDAD.....	33
<u>5.1.1</u>	<u>ENCUESTA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS</u> .....	<u>37</u>
<u>5.1.2</u>	<u>ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS</u> .....	<u>42</u>
5.2	DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN BASADO EN PROCESOS.....	42
<u>5.3</u>	<u>IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA</u> .....	<u>56</u>
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>82</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>1</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Inadecuada organización de los procesos constructivos y montaje en obra</i>	17
<i>Figura 2 Sistema de Gestión para cumplir con los objetivos</i>	20
<i>Figura 3 Factores principales enfocados en los procesos</i>	22
<i>Figura 4 Estructura del modelo de excelencia de la EFQM</i>	24
<i>Figura 5 Evolución del ciclo PDCA</i>	25
<i>Figura 6 Metodología para la fabricación y montaje de estructuras metálicas</i>	32
<i>Figura 7 Realización de pórticos metálicos, falta de espacio para fabricación</i>	34
<i>Figura 8 Material almacenado para su producción</i>	34
<i>Figura 9 Montaje de estructura metálica</i>	35
<i>Figura 10 Vigas secundarias apiladas hasta que se realice su respectivo montaje</i>	35
<i>Figura 11 Montaje de columnas mediante soldadura a placa base</i>	35
<i>Figura 12 Pintado de estructura de color rojo según especificaciones.</i>	36
<i>Figura 13 Movimiento de vigas para proceder a pintar</i>	36
<i>Figura 14 Limpieza y pintado de vigas metálicas</i>	37
<i>Figura 15 Posee un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas</i>	39
<i>Figura 16 Las actividades se realiza en orden cronológico de acuerdo a un cronograma</i>	39
<i>Figura 17 Limpieza de las instalaciones</i>	39
<i>Figura 18 Comodidad de las instalaciones</i>	39
<i>Figura 19 Cronograma de actividades</i>	40
<i>Figura 20 Estado de Maquinaria</i>	40
<i>Figura 21 Calidad de armado</i>	40
<i>Figura 22 Calidad de la soldadura</i>	41
<i>Figura 23 Tiempos de entrega de estructuras metálicas</i>	41
<i>Figura 24 La empresa necesita realizar algún cambio en la parte de gestión de proyectos.</i>	41
<i>Figura 25 Proceso constructivo actual de la empresa Galvasur</i>	42
<i>Figura 26 Diagrama de proceso constructivo.</i>	43
<i>Figura 27 Diagrama de recursos administrativos</i>	44
<i>Figura 28 Ficha de lista de materiales</i>	46
<i>Figura 29 Ficha de Recepción de materiales</i>	47
<i>Figura 30 Ficha de control dimensional del proceso constructivo</i>	48
<i>Figura 31 Ficha de inspección de armado de elementos metálicos</i>	48
<i>Figura 32 Ficha de inspección de acuerdo al plano estructural</i>	49
<i>Figura 33 WPS (Especificación del proceso de soldadura)</i>	50
<i>Figura 34 Ficha de inspección y ensayos</i>	51

Figura 35 Ficha de inspección de limpieza	51
Figura 36 Ficha de inspección de pintura	52
Figura 37 Etiqueta de identificación de material	53
Figura 38 Ficha de nota de entrega	54
Figura 39 Control de calidad de bodega de residuos especiales	57
Figura 40 Plano estructural de la bodega de residuos especiales	58
Figura 41 Ficha de elaboración de lista de materiales	59
Figura 42 Proforma de cotización de materiales	60
Figura 43 Recepción de material en la fabrica	61
Figura 44 Diseño de plano de produccion	62
Figura 45 Visita en situ al lugar en donde va a ser instalada la estructura metalica	63
Figura 46 Trazado y corte del fleje metálico	63
Figura 47 Ficha del control dimensional durante el proceso constructivo	64
Figura 48 Ficha de control de elementos armados	65
Figura 49 Verificación de medidas junto a fiscalización	66
Figura 50 Ficha de inspección de acuerdo al plano estructural	66
Figura 51 Elementos metálicos apilados para su revisión	67
Figura 52 WPS Procedimiento de Soldadura para los elementos metálicos	68
Figura 53 Ejecución de proceso de soldadura según WPS	67
Figura 54 Ficha de registro de END	69
Figura 55 Pruebas de tintas penetrantes a las columnas C1 por parte de fiscalización	69
Figura 56 Control de limpieza en elementos metálicos	70
Figura 57 Control de pintura	70
Figura 58 Control de adherencia parte de fiscalización	71
Figura 59 Identificación de material	71
Figura 60 Identificación de placas base	72
Figura 61 Almacenamiento de pórticos metálicos	72
Figura 62 Transporte de columnas al lugar de montaje	73
Figura 63 Transporte de pórticos al lugar de montaje	73
Figura 64 Nota de entrega de elementos metálicos al contratista	74
Figura 65 Recepción de pórticos al lugar de montaje	74
Figura 66 Preparación de pórticos estructurales para su posterior montaje	75
Figura 67 Montaje de columnas principales de la bodega de residuos especiales	76
Figura 68 Montaje de amarres de columna a columna	76
Figura 69 Verificación de nivel en viga metálica	77
Figura 70 Correcciones de pintura en la estructura metálica	77
Figura 71 Infraestructura metálica terminada con todos los detalles constructivos según el plano estructural	78
Figura 72 Nave de residuos especiales terminada con mampostería y estructura metálica vista.	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Proyectos de titulación nacional e internacionales que se enfocan en la mejora continua de los procesos de fabricación y montaje de estructuras metálicas</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2 Diferencias entre enfoque tradicional y enfoque por procesos</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3 Tipos de estructuras metálicas</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4 Normas ecuatorianas de la construcción</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5 Normas extranjeras usadas para la norma NEC</i>	<i>29</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

*Anexo 1 Bodega de RE cimentación- zapatas- planta - detalles*

*Anexo 2 Bodega de RE Entrepisos-pórticos ejes 1 y 3 planta - elevación- detalles*

*Anexo 3 Bodega de RE, Elevación pórticos y columnas*

*Anexo 4 Bodega de RE elevación de pórtico F cerchas elevaciones y detalles*

*Anexo 5 Bodega RE , detalle de cubierta y escalera*

## **1 INTRODUCCIÓN**

El sector de la construcción ha ido cambiando drásticamente con el uso de nuevos materiales y métodos constructivos, uno de ellos es la utilización de estructuras metálicas para remplazar el uso de vigas y columnas de hormigón armado por perfiles metálicos, ofreciendo tiempos reducidos de ejecución de obra, excelente resistencia mecánica, reducción de peso en el diseño de estructuras de grandes claros, eficacia al momento de ejecutar el montaje, estas son algunas ventajas que existen dentro del proceso de fabricación y montaje empleando estructuras metálicas. Para realizar las construcciones utilizando perfiles metálicos se deben llevar a cabo un modelo de gestión basada en procesos para la fabricación y montaje de estructuras metálicas para de esta manera tener el control y verificación de cada uno de los procesos constructivos y generar resultados óptimos que permitan obtener infraestructuras que cumplan los estándares de calidad y normativa correspondiente de la construcción.

En el siguiente documento se aborda una propuesta de implementación de un modelo de gestión por proceso para la fabricación y montaje de estructuras metálicas, en donde se especificará cada proceso de una forma cronológica y detallada

## **2 PROBLEMA**

### **2.1 Antecedentes.**

En el sector de la construcción a partir de la revolución industrial se tiene un excelente avance de las tecnologías usadas en la construcción de todo tipo de estructuras. Dentro de la construcción en base de acero, la soldadura es uno de los principales procesos en la elaboración de los elementos estructurales como en el montaje, por esta razón se debe hacer un análisis de los procesos de fabricación y montaje de las estructuras metálicas que cumplan con la normativa vigente, se han desarrollado propuestas como el de implementación de un Modelo de Gestión por Procesos y Calidad en O&C Metals S.A.C., empresa dedicada a la realización de proyectos de fabricación y montaje de estructuras metálicas para el sector minero e industrial, con el objetivo de eliminar las falencias en la gestión de los procesos de la empresa que generan descontento y reclamos de los clientes y por ende pérdida de ventaja competitiva con respecto a los demás competidores del sector, de manera semejante en el año 2019 se presenta una investigación que tiene como objetivo dar una propuesta de mejora en el área de producción de la empresa Fabricaciones Metálicas Lujan donde se identificaron los problemas

de mapeo de los procesos actuales, medición de los tiempos actuales de cada proceso para de esta forma dar una propuesta de mejora en el área de producción.

*Tabla 1 Proyectos de titulación nacional e internacionales que se enfocan en la mejora continua de los procesos de fabricación y montaje de estructuras metálicas*

Autor (año)	Titulo	Descripción	Tipo de documento
Taípe 2014 [1]	<i>Manual de fabricación y montaje Shelters metálicos (galpones)</i>	El presente manual establece los procedimientos aplicables para la fabricación de Shelters –galpones metálicos que se pueden construir materia prima, insumos y mano de obra calificada existente en el país.	Tesis
Gavidia y Subía 2015 [2]	Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo	Basados en el beneficio del empleo de estructuras metálicas en la construcción de edificios por su resistencia y durabilidad y en efectividad del uso de la soldadura en la fabricación de las juntas de la estructura metálica se ha visto en la necesidad de un análisis profundo de los procedimientos para la fabricación y montaje de edificios de estructuras metálicas.	Tesis
Cordero 2015 [3]	Incorporación de conceptos de la metodología Lean en la fabricación y montaje de estructuras metálicas	El presente proyecto de graduación consiste en la aplicación de la filosofía LEAN en la fabricación y montaje de la estructura metálica en proyectos.	Tesis
Maldonado 2016 [4]	Análisis del proceso de fabricación de estructuras metálicas y su repercusión en la productividad de la empresa m.a.c. plan estratégico para potenciar la productividad	El presente proyecto de estudio, 2016” está enfocado directamente en analizar el proceso de fabricación de estructuras metálicas en la empresa M.A.C., donde se identificarán las debilidades existentes de los procesos de fabricación que se ejecutan para obtener el producto terminado.	Tesis
Huamán 2016 [5]	Diseño de un proceso de fabricación de estructura metálica en la empresa metal mecánica fixer servicios generales s.a.c .	El presente trabajo de tesis surgió a raíz de que en la empresa FIXER SERVICIOS GENERALES S.A.C. constantemente tenían retrasos en la culminación y entrega en los proyectos de fabricaciones de estructuras metálicas de uso estructural para construcción de infraestructuras. Esto debido a que en el proceso de fabricaciones existen diversas falencias y defectos en la distribución de planta, así como ambientes que no cuentan con las especificaciones para poder garantizar un producto de calidad	Tesis
Coaguila 2017 [6]	“Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la Empresa O&C Metals S.A.C.”	El presente estudio está centrado en el desarrollo de una propuesta de implementación de un Modelo de Gestión por Procesos y Calidad en O&C Metals S.A.C., empresa dedicada a la	Tesis

		realización de proyectos de fabricación y montaje de estructuras metálicas para el sector minero e industrial, con el objetivo de eliminar las falencias en la gestión de los procesos de la empresa que generan descontento y reclamos de los clientes y por ende pérdida de ventaja competitiva con respecto a los demás competidores del sector.	
Sandoval 2018 [7]	Proceso de montaje de estructura metálica, selección de equipos y maquinarias en la construcción del "torre c del estadio George capwell", en la ciudad de Guayaquil	La problemática de la investigación indicó que las empresas ecuatorianas no cuentan con métodos documentados para la ejecución de procesos de montaje de acero, por ello se planteó como objetivo diseñar el proceso mejorado para el montaje de estructura metálica y selección de equipos en construcción de Torre C del estadio Capwell de Guayaquil.	Tesis
Castillo y Guimaray 2019 [8]	Análisis de procesos y propuesta de mejora en el área de producción de la empresa fabricaciones metálicas lujan s.a.c. de la ciudad de Trujillo	La presente investigación tiene como objetivo dar una propuesta de mejora en el área de producción de la empresa Fabricaciones Metálicas Lujan S.A.C. de la ciudad de Trujillo, año 2019. Se identificaron los problemas, mapeo de los procesos actuales, medición de los tiempos actuales de cada proceso y la propuesta de mejora en el área de producción.	Tesis
Díaz 2019 [9]	Aplicación del código Aws d1.1/d1.1m:2015 en la inspección de juntas soldadas de las estructuras metálicas del proyecto ampliación del mercado municipal del distrito de chancay.	El desarrollo de la tesis se basa en la aplicación del Código AWS D1.1/D1.1 M: 2015 durante los trabajos de inspección que se realizan a las juntas soldadas de las estructuras metálicas.	Tesis
García 2019 [10]	"Estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa tegmer de la ciudad de Riobamba"	El presente trabajo de investigación determina la relación existente entre su proceso y su productividad; uno de los problemas detectados fue el inadecuado manejo de los procesos de producción.	Tesis
Morales 2019 [11]	Optimización del proceso de montaje de estructuras en una refinería	El objetivo de la tesis es disminuir el tiempo de actividad del montaje de las estructuras Disminuyendo tiempo de personal, de equipos y diversos recursos en general, adoptando nuevas técnicas de montaje propuestas.	Tesis

La empresa Galvasur dedicada a la fabricación y montaje de estructuras metálicas, ubicada en la ciudad de Cuenca en el sector Monay – Baguanchi, presenta deficiencias en los procesos constructivos de estructuras metálicas, como son: la falta de optimización de recursos, inadecuada organización en los procesos administrativos, carencia de orden cronológico al

momento de efectuar cada proceso constructivo (Figura 1), errores al momento de fabricar elementos que conforman una estructura metálica, todo esto conllevaba a que la empresa tenga pérdidas económicas, retrasos en la entrega de las obras, inconsistencias del producto final y falta de cumplimiento al cliente.



*Figura 1 Inadecuada organización de los procesos constructivos y montaje en obra. Fuente: Autor*

La empresa Galvasur no posee un modelo de gestión basada en procesos que permita a la misma favorecer condiciones óptimas de trabajo para poder desarrollar un proceso productivo y eficaz que permita obtener buenos resultados al momento de la construcción de elementos mecánicos y así evitar pérdidas de recursos económicos y tiempos en mano de obra.

## **2.2 Importancia y Alcance**

En el presente proyecto se describe un modelo de gestión basado en procesos para la empresa GALVASUR que permita desarrollar un proceso productivo más eficaz que logre disminuir tiempos y costos. Al no tener un modelo de gestión se produce pérdidas económicas, retrasos en la entrega de las obras, inconsistencias del producto final.

A partir de esta problemática se plantea una propuesta de implementación de un modelo de gestión basada en los procesos para optimizar recursos y mejorar la calidad del producto

final generando un mejor control de los procesos y cumpliendo la normativa vigente para la construcción de infraestructuras metálicas.

Los modelos de gestión basada en procesos existen y se pueden aplicar a la empresa Galvasur garantizando así que se lleve de una mejor manera las diferentes fases constructivas y garanticen la calidad de sus trabajos en estructura metálica.

### **2.3 Delimitaciones**

El proyecto se ejecutará en la provincia del Azuay, en el cantón de Cuenca, en la empresa GALVASUR. Para el desarrollo del proyecto la empresa brindo sus instalaciones para obtener toda la información necesaria. Para la implementación del modelo de gestión en la empresa se analizaron los recursos necesarios que posee para que se pueda ejecutar de una manera eficiente.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Desarrollar un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas, que permita organizar de una manera eficiente sus recursos y actividades, considerando procedimientos estructurados de acuerdo a la normativa vigente para disminuir tiempos y costos de producción.

### **3.2 Objetivo Específicos**

- Analizar la situación actual de los procesos para la fabricación y el montaje de estructuras metálicas, poniendo énfasis en la aplicación de normativa, para la identificación de problemas en el manejo de recursos, organización de actividades en la empresa Galvasur
- Identificar modelos para la gestión de procesos que permitan aplicar la normativa para la construcción y el montaje de estructuras metálicas considerando la realidad local, nacional e internacional para establecer los

criterios de aplicación dentro de la empresa en estudio.

- Desarrollar un modelo de gestión para la construcción y montaje de estructuras metálicas que posibilite la disminución de tiempos muertos y que contemple desde la adquisición de materia prima hasta la entrega de la estructura para su uso, garantizando procesos eficientes y cumplimiento de normativa vigente.

## **4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En el sector de la construcción se ha venido utilizado el empleo de hormigón para la realización de edificaciones de diferentes tipos como casas, edificios, losas, etc. En los últimos años la nueva tendencia es el uso de acero estructural en la construcción de edificaciones, ya que ofrece excelencias como son el ahorro de tiempo en el proceso constructivo y la disminución de riesgos en eventos sísmicos. Estas son las ventajas que destaca en el uso de estos materiales, por esta razón el objetivo central del presente estudio es realizar una propuesta de implementación de un modelo de gestión basada en los procesos.

En el siguiente acápite se va a realizar el análisis sobre los modelos de gestión que existen y pueden aplicarse a diferentes tipos de empresas, para que los parámetros investigados puedan ser utilizados y sirvan de ejes conceptuales para poder basarse en la información otorgada, para aplicarlo en sectores donde se especializan en la fabricación de estructuras metálicas

### **4.1 Técnicas de construcción ajustada**

La construcción ajustada es una forma de diseñar sistemas de producción para minimizar el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo con el fin de generar la máxima cantidad de valor posible. Utiliza los mismos principios que la producción ajustada para reducir el desperdicio y aumentar la productividad y la eficacia en el trabajo de construcción. Se supone que los determinantes más importantes de la construcción son la confiabilidad del flujo de trabajo y el flujo de mano de obra, pero la construcción ajustada ha cambiado la visión tradicional del proyecto como transformación y adopta el concepto de flujo y generación de valor.[12]

De manera similar, comparte los mismos objetivos de producción ajustada, por ejemplo, reducción del tiempo de ciclo, eliminación de desperdicios y reducción de la variabilidad. La mejora continua, el control de la producción de arrastre y el flujo continuo han sido la dirección para la implementación de la construcción ajustada

## 4.2 Sistemas de gestión

Las Organizaciones están sufriendo nuevos cambios ya que se está viviendo en mercados más exigentes, competitivos y globalizados donde deben actualizarse y mejorar sus procesos para poder cumplir sus objetivos empresariales o al menos subsistir en esta nueva era para tratar de garantizar buenos resultados a sus clientes.[13]

En las organizaciones se necesita tener objetivos claros para poder administrar sus actividades y recursos con una sola finalidad de cumplir los mismos, por esta razón las organizaciones están adoptando nuevas metodologías y el uso de herramientas que les permita tener un sistema de gestión que logre cumplir con todas sus metas. [14]

*“Un sistema de gestión es una herramienta necesaria para el desarrollo de una organización para implantar las metodologías, los recursos, las responsabilidades, las actividades, etc. que permitan una excelente gestión con un solo objetivo de obtener buenos resultados” [15]*

En el siguiente diagrama (figura 2) de gestión se observa que se necesita para poder cumplir los objetivos a partir de un sistema de gestión para obtener resultados óptimos para las organizaciones.

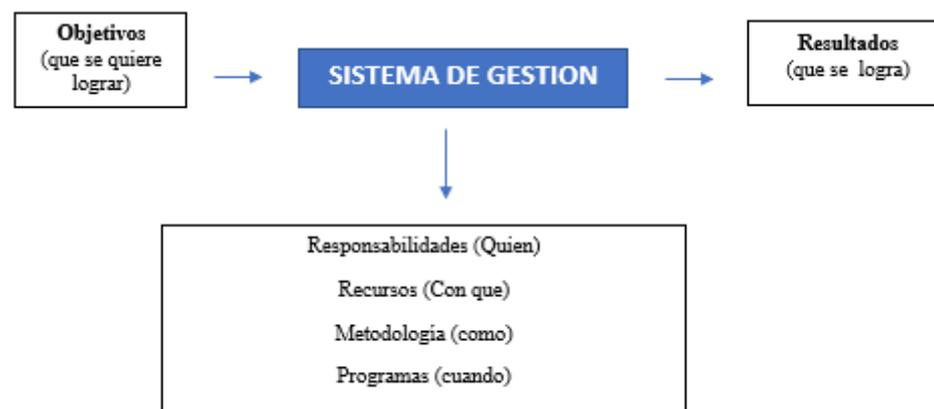


Figura 2 Sistema de Gestión para cumplir con los objetivos[16]

Las organizaciones plantean nuevos modelos a partir de normas estandarizadas para establecer, documentar y mantener sistemas de gestión que permita dirigir y controlar de una manera adecuada sus organizaciones.

Un sistema de gestión está conformado por procesos que tienen como finalidad poder cumplir los objetivos que se plantean las empresas para satisfacer las necesidades de los clientes de una forma adecuada, por esta razón es importante que una empresa debe contar con un sistema de gestión que le permita controlar las diferentes actividades y recursos de las empresas. [16]

### 4.3 Modelo de gestión basado en procesos

Un modelo de gestión basado en los procesos sirve como una herramienta para la mejora continua de una empresa con la utilización de nuevas herramientas que sirvan para optimizar la gestión y la organización de cada una de las actividades de la misma. [17]

Una gestión basada en procesos tiene un solo objetivo de hacer cumplir las metas de las organizaciones mediante un análisis de resultados de satisfacción por parte de sus colaboradores, clientes, proveedores y la sociedad para en base a estos resultados realizar cambios organizativos, eligiendo modelos de gestión eficiente para aplicarlos a los procesos para obtener resultados en beneficio de la empresa. [15]

A continuación, se examinan los diferentes enfoques como son el tradicional y el basado en el proceso (Tabla 2) para analizar cuáles son sus diferencias según su enfoque.

*Tabla 2 Diferencias entre enfoque tradicional y enfoque por procesos*

<b>El Enfoque Tradicional</b>	<b>El Enfoque en el Proceso</b>
Los trabajadores son el problema.	El Proceso es el que provoca los problemas
Realizar el trabajo.	Ayudar a que el trabajo se haga.
Entendimiento de "mi trabajo"	Conocer cómo mi trabajo se realiza con el proceso.
Cambiar a la persona.	Cambiar el proceso.
Evaluación de los individuos.	Evaluación del proceso.
Siempre se puede encontrar mejores empleados.	Siempre se puede mejorar el proceso.
Controlar a los empleados.	Desarrollar gente.
No hay confianza en nadie.	Todos somos responsables.
¿Quién cometió el error?	¿Quién permite que el error ocurra?
Corrección de errores.	Reducción de variaciones.
Énfasis en el producto	Énfasis en el cliente.

Los diferentes enfoques tradicionales y el basado en el proceso, tienen diferencias al momento de su interpretación lo cual se distinguen por su perspectiva de analizar cada acción que se ejecuta de acuerdo al enfoque que están orientados.

Los objetivos en los procesos deben prevalecer en forma permanente para establecer una relación causa-efecto, en cada uno de los procesos enfocándose a la actividad que se esté ejecutando, conforme a las especificaciones técnicas.[18]

#### 4.4 Los Procesos

Los Procesos forman un conjunto de actividades que tienen un solo objetivo a partir de entradas (inputs) como es la materia prima transformar en un producto terminado (outputs) de más valor, con la utilización de herramientas como son las máquinas, y la mano de obra para obtener un producto que cumpla con estándares de calidad.[13]

Los procesos son la parte fundamental en un modelo de gestión basado en procesos ya que consiste en mejorar cada vez el proceso para obtener mejores resultados realizando una evaluación del mismo se puede optar por realizar mejoras, de esta manera evitar problemas en la cadena de producción y así poder ofrecer al cliente un producto de calidad. [19]

Factores que se toman en cuenta en los procesos

En el siguiente grafico se analizará cada uno de los factores principales que se deben tomar en cuenta ejecutar un proceso. (Figura 3)

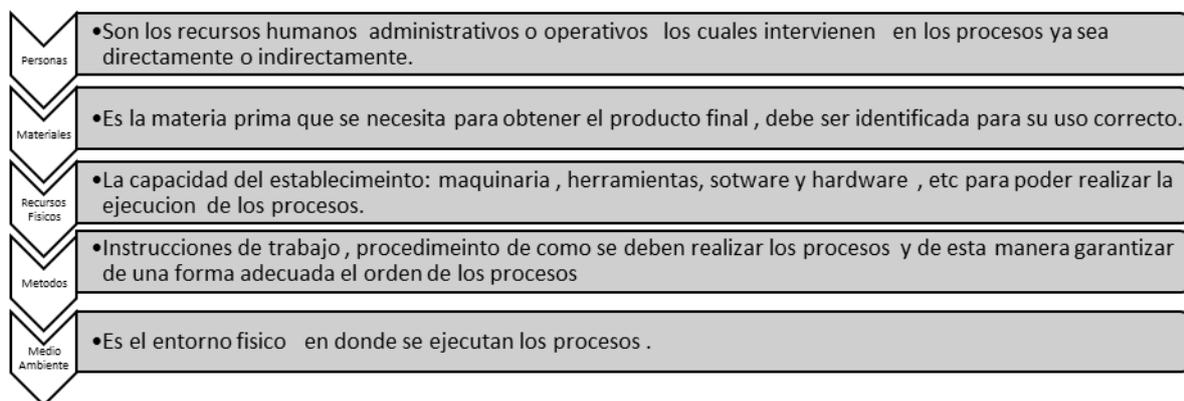


Figura 3 Factores principales enfocados en los procesos[13]

#### 4.5 El modelo Deming Prize

El modelo Deming Prize inicia en los años de 1951 en Japón con un solo objetivo de establecer una herramienta de control y gestión de calidad en las empresas japonesas, para obtener resultados económicos y mejoras de desempeño en los procesos productivos.

Para que este modelo tenga éxito en la organización se requieren dos puntos importantes que son: Que la organización se comprometa a tener un mejor control de los procesos evitando tener cero defectos en la producción. [20]

Las acotaciones al modelo de calidad estaban basadas en la estadística de los procesos para el diseño de nuevos productos, la visión sistemática de las organizaciones debe estar interrelacionadas entre sí, todas las conexiones bajo el mismo objetivo ayudan a elevar el espíritu de una empresa, para orientar los planes de negocios.[14]

- Adoptar una filosofía
- Dejar las auditorías masivas
- Utilizar proveedores
- Mejorar constantemente los procesos
- Instaurar un programa de capacitación y adiestramiento al personal
- Establecer el liderazgo

#### **4.6 El modelo de excelencia EFQM (Modelo Europeo de Excelencia Empresarial)**

Un modelo EFQM es una herramienta práctica que está siendo utilizada por muchas organizaciones empresariales ya que les permite obtener un sistema de gestión apropiado con el propósito de cumplir sus objetivos y metas a nivel de empresa para poder tener un producto que cumpla con todos los estándares de calidad, esto quiere decir que gracias a este modelo se puede identificar los posibles problemas que se dan en las organizaciones y de esta manera optar por medidas que logren corregir estos problemas. [19]

Para el portal web ISO 9001 los criterios de agentes y resultados de excelencia son nueve según el modelo EFQM son:

- Agentes de liderazgo: tareas del sistema para la gestión por medio del desempeño en la misión, visión y valores, modelos de excelencia para fomentar el crecimiento y desarrollo.
- Agente de estrategias: estrategias respaldadas por planes, programas, estrategias y objetivos con el fin de cubrir las diferentes necesidades de la institución empresarial.
- Agente de Recursos Humanos: se evalúa a las personas de forma individual y equipo de trabajo, su desenvolvimiento en función de la gestión de desarrollo, conocimiento y responsabilidades en cuanto a la comunicación.

- Agente de alianzas externas y recursos internos: gestión externa para el adecuado funcionamiento de los procesos.
- Agente de procesos: se evalúa los recursos económicos, información, diseño entre otros atributos para generar un mejoramiento del valor para los diferentes clientes.
- Resultado de clientes: son las metas y cumplimiento de objetivos que se han logrado obtener con el cliente.
- Resultado de empleados: cuales son los resultados, aquí se determina los resultados a nivel internacional, nacional y local, los indicadores de rendimiento para la gestión y organización están en valuación.
- Resultados de la sociedad: las personas que integran deben ser evaluados conforme al desempeño.
- Resultados clave: resultado de la planificación en cuanto al rendimiento que ha tenido los actores involucrados en el proceso de gestión

A continuación, se observa una metodología del modelo EFQM que sirve como una herramienta para la evaluación de resultados, para de esta manera analizar en donde se puede realizar una mejora del proceso e identificar posibles cambios estratégicos. (Figura 4)



Figura 4 Estructura del modelo de excelencia de la EFQM[15]

## 7.6 La familia de normas ISO 9000

Su principal función es establecer normas que permitan establecer requisitos o directrices estandarizadas que se puedan aplicar a cualquier organización empresarial o empresas que se dedican a la producción de bienes o servicios.

Entre las normas más comunes se tiene la "ISO 9000 que establece fundamentos y definiciones para sistemas de gestión de calidad; ISO 9001 da los lineamientos para su

implementación; *ISO 9004 establece directrices para mejorar el desempeño global y el éxito sostenido en la organización, por otra parte, la ISO 9004 establece un sistema de gestión de calidad orientado a los clientes, accionistas, proveedores y sociedad.* " [21]

Es importante mencionar a estas normas ya que son parte fundamental de un sistema de gestión, debido a que gracias a estas, los procesos se pueden estandarizar con directrices globales y obtener buenos resultados con el único objetivo de satisfacer al cliente con el producto final.

#### 4.7 Mejora continua de procesos. Ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar)

El seguimiento de los procesos permite obtener datos que se pueden analizar en cada una de las etapas de los procesos para a partir de estos datos conocer en qué estado se encuentran para saber si se está obteniendo resultados adecuados o si se necesita hacer una mejora del proceso.

Japón uno de los países más desarrollados a nivel mundial, se basa en una metodología de mejora continua y se denomina ciclo PDCA que ha venido siendo utilizada por largos años y aplicada en diferentes tipos de situaciones, con el pasar de los años se modificó el ciclo PDCA ya que se encontraron insuficiencias en las acciones preventivas, uno de los pasos fundamentales al momento de aplicar esta metodología; por esta razón se modificó el ciclo y quedo como se observa en la (figura 5).

El ciclo PDCA se plantea 4 pasos importantes para la ejecución de la mejora continua de los procesos.

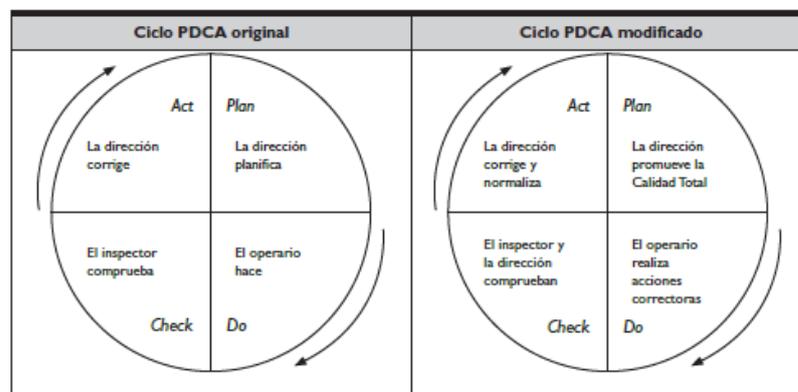


Figura 5 Evolución del ciclo PDCA[6]

#### **4.7.1 Desarrollo del ciclo PDCA**

El uso del ciclo PDCA sirve como una herramienta de mejora continua para la organización empresarial ya que es un sistema de gestión documentado, que sirve para realizar un análisis de la situación actual de la empresa, realiza una evaluación de cómo se están ejecutando [6]

##### **a) (P) Plan-Planear:**

Se debe planificar de acuerdo al personal que se tenga en planta y que realicen el trabajo de una forma adecuada, para poder cumplir las necesidades de los clientes y poder involucrar a personal adecuado para cada actividad específica, teniendo en cuenta el orden cronológico de los procesos.

##### **b) (D) Do- Hacer:**

Se procede a realizar la implementación de los cambios en los procesos o en el personal estableciendo una prueba piloto para analizar su funcionamiento antes de proceder cambios a gran escala y de esta forma evitar errores a futuro.

##### **c) (C) Check -Revisar:**

Revisar los datos tomados y verificar si se han alcanzado los resultados deseados, para de esta manera poder comprender y registrar cada una de las inconsistencias, y poder resolver problemas a futuro para evitar problemas en los procesos.

##### **d) (A) Actuar:**

Implementar un sistema de mejora al proceso para de esta manera ir realizando la mejora en cada una de las fases para obtener un producto de calidad y obtener buenos resultados de desempeño con la finalidad de evitar pérdidas económicas.

#### **4.8 Aplicaciones del acero en estructuras metálicas**

En las construcciones modernas el acero es uno de los materiales más utilizados, ya que al utilizar el acero estas son más ligeras, en comparación de las que se realizan con otros materiales, por esta razón la aplicación del acero en estructuras metálicas ofrece grandes ventajas en las construcciones de edificaciones como: [22]

- Alta resistencia mecánica

- Reducido peso propio
- Facilidad al momento de realizar el montaje
- Rapidez de ejecución en comparación con el concreto
- Material homogéneo

Según Ferros el concepto de estructura metálica se refiere a todo tipo de estructuras realizadas y compuestas de materiales metálicos, uno de los elementos es el acero, se usa por lo general en el campo de la construcción, sus requisitos son:

- Estabilidad
- Resistencia
- Rigidez

Dichas estructuras están compuestas de:

- Estructuras metálicas principales: sus componentes transportan la carga a los cimientos, asegura la estabilidad y la forma de la construcción, sus elementos son las vigas y pilares metálicos.
- Estructuras metálicas secundarias: conocida como subestructura o llamada fachada, suele colocarse encima de la estructura metálica.

#### 4.9 Tipos de estructuras metálicas

Las estructuras metálicas son una de las partes principales en una construcción, y con la aplicación de nuevos métodos constructivos se realizan cambios con el fin de ir consiguiendo estructuras más adaptables según sea el tipo de construcción que se necesite por esta razón existen diferentes tipos de estructuras metálicas como se muestran en la Tabla 3 la cual se las utiliza dependiendo de las necesidades del consumidor. [22]

*Tabla 3 Tipos de estructuras metálicas*

<b>Tipos de estructura</b>	<b>Descripción</b>
Estructuras Parabólicas	Son estructuras que tienen formas curvas las cuales se utilizan para cubrir grandes espacios y por su forma y diseño soportan grandes pesos de la misma estructura.
Estructuras entramadas	Son estructuras que se utilizan para la edificación de viviendas y edificios, constan de columnas, vigas unidas entre sí, en donde las columnas soportan esfuerzos a compresión y las vigas esfuerzo de flexión y compresión
Estructuras trianguladas	Son las estructuras que tienen barras en forma de triángulos, lo cual ofrecen una ventaja de resistencia y ligeras son utilizadas en naves industriales o en estructuras de grandes claros.

Estructuras colgantes	Son estructuras en la que se utilizan cables para la sujeción de las mismas mejor conocido como tirantes metálicos que ayudan a soportar esfuerzos de tracción.
-----------------------	---

#### 4.10 Normas para el diseño de estructuras

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción enfocada a estructuras de acero, uno de sus objetivos claves es identificar normativas para la construcción considerando los avances que ha tenido el campo tecnológico ya que esto permite el mejoramiento en el control de los procesos donde se puede definir el cumplimiento de principios para fijar responsabilidades, a su vez contar con las respectivas obligaciones y derechos de los involucrados el proceso de la construcción. [23]

La normativa ecuatoriana surge acorde a la demanda existente, ya que la ciudadanía busca mejorar la calidad seguridad de las construcciones además de velar por el cuidado y desarrollo del entorno urbano en el ámbito sostenible.

Existen normativas ecuatorianas de la construcción y también normativas extranjeras usadas para la norma NEC-SE-AC.

Las normas para el diseño de estructuras metálicas se fundamentan en diferentes principios técnicos estandarizados con el objetivo de establecer parámetros para dar garantía a las estructuras que van a soportar los esfuerzos calculados en el diseño. Unas de las principales ventajas de trabajar con normativa es que todos los parámetros son estandarizados y se puedan utilizar en diferentes tipos de estructuras metálica. [24]

#### 4.11 Normativa en la construcción y montaje de estructuras metálicas.

En el campo de la construcción de estructuras metálicas se basa en la normativa NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) y en normas internacionales en la que incluyen los requerimientos para la construcción en el Ecuador, a continuación, en la Tabla 4 se muestran las normas que se utilizan en el país para la construcción. [23]

El montaje de estructuras metálicas es pieza clave en el modelo de construcción, cada uno de los elementos son trabajados indistintamente, es decir se elabora por forma separada, luego se incorpora y se ensambla para tener un elemento sólido.

La planificación de este tipo de estructuras se rige a las normativas, lineamiento y principios para ellos deben considerar:

- Arreglo
- Tipo
- Localización

*Tabla 4 Normas ecuatorianas de la construcción*

Siglas de Normas	Descripción
NEC-SE-CG:	Cargas (no sísmicas)
NEC-SE-DS:	Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente
NEC-SE-RE:	Rehabilitación Sísmica de Estructuras
NEC-SE-GM:	Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
NEC-SE-HM:	Estructuras de Hormigón Armado
NEC-SE-AC:	Estructuras de Acero
NEC-SE-MP:	Estructuras de Mampostería Estructural
NEC-SE-MD:	Estructuras de Madera
NEC-SE-VIVIENDA:	Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m2.2.

Las normas escritas en la tabla 4 son normas que se utiliza en el Ecuador para el sector de la construcción en los diferentes campos para dar cumplimiento con todos los requerimientos técnicos para garantizar la efectividad en las construcciones.

También existen normas internacionales en las que se realiza especificaciones sobre estudios sísmicos realizado en Estados Unidos aplicados a la construcción de edificios estructurales, a continuación en la Tabla 5 se muestran las especificaciones y códigos de la normativa americana. [25]

*Tabla 5 Normas extranjeras usadas para la norma NEC[23]*

Siglas de Normas	Descripción
ANSI/AISC 360-10	Specification for Structural Steel Buildings (American Institute of Steel Construction (AISC))
ANSI/ AISC 358-10	Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications (American Institute of Steel Construction (AISC))
ANSI / AISC 341-05	Seismic Provisions for Structural Buildings
ANSI/AISC341-10	Seismic Provisions for Structural Buildings (American Institute of Steel Construction (AISC))
AWS D1.8/ D1.8M:2009	Structural Welding Code-Seismic Supplement (American Welding Society (AWS))
ANSI/AWS B4.OM:2000	Standard Methods for Mechanical Testing of Welds (Metric Customary Units) (American Welding Society (AWS))

ANSI/AWS B4.0:2007	Standard Methods for Mechanical Testing of Welds (U.S. Customary Units) (American Welding Society (AWS))
ASNT SNT TC 1a-2001	Recommended Practice for the Training and Testing of Nondestructive Testing Personnel (American Society for Nondestructive Testing (ASNT))
AWS B5.1-2003	Specification for the Qualification of Welding Inspectors FEMA
FEMA 350, JULY 2000	Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings (Federal Emergency Management Agency (FEMA))

#### **4.12 Aws (American Welding Society)**

Las normas American Welding Society están dirigidos a expertos de soldadura y afines que se desenvuelven en el campo de mejora para la calidad, su logro es que las empresas adquieran este tipo de certificación que se resumen en un modelo de alta calidad por muchos profesionales de la construcción. [24]

Las certificaciones profesionales de soldadura garantizan la aplicación de los procedimientos de soldadura de una forma más técnica que garantizan la aplicación correcta de soldadura, tomando en cuenta lo que dice la norma que todo procedimiento debe garantizar la unión completa de los dos elementos y que pueda soportar grandes esfuerzos en toda la longitud de la soldadura.

Este Código contiene los requerimientos para la fabricación del montaje de las estructuras de acero soldadas. Cuando este código está estipulado en los documentos del Contrato, se requerirá la conformidad de todas las estipulaciones del código excepto aquellas en que los documentos del Ingeniero o del Contrato las modifiquen específicamente o las exima.[9]

Esta normativa posee diferentes generalidades como:

- Requerimientos Generales
- Diseño de conexiones soldadas
- Precalificación de las Especificaciones de los Procedimientos de Soldadura
- Calificación
- Fabricación
- Inspección

#### **4.13 Montaje de estructuras metálicas.**

Las estructuras metálicas están compuestas por la unión de varios elementos como: vigas, columnas, placas base, etc., por medio de soldadura, pernos, remaches o por cualquier

otro proceso que cumpla con la normativa, por lo tanto el proceso de montaje es ir uniendo todos los elementos de una forma ordenada y de acuerdo a los planos de montaje para así ir formando la estructura metálica, se debe verificar que todos los elementos tengan paralelismo entre sí y perpendicularidad, así mismo verificar los niveles de cada uno de ellos para tener un montaje exitoso . [26]

“Aprovechando la prefabricación de la estructura, un montaje programado y contando con equipos y mano de obra adecuados, deberá desarrollarse en un tiempo menor al necesario para optimizar recursos ”

#### **4.14 Planos de Montaje**

El plano de montaje es uno de los pasos donde se evidencia los detalles de aquellos elementos que se lleva a la obra civil, es parte del desarrollo del proyecto de distribución de plantas, trazados, departamentos, secciones y áreas que son aprobados en cuanto a los equipos, por tanto, es el punto para ensamblar un conjunto de elementos.

Los planos de montaje de estructuras metálicas deben cumplir con los siguientes requisitos para poder efectuarse el montaje de una forma correcta. [26]

- Especificaciones de uniones precalificadas
- Técnicas de soldadura o especificación especial de soldadura
- Medidas de acuerdo al plano de construcción tomada desde los ejes de referencia
- Planos con todas las medidas necesarias para la ejecución del montaje.

## **5 MARCO METODOLÓGICO**

El presente trabajo es una investigación de tipo no experimental con un enfoque exploratorio – descriptivo, que emplea el conocimiento para la creación de un modelo de gestión basado en los procesos para la adquisición de técnicas, procedimientos y productos en base a la investigación de modelos de gestión de procesos para la ejecución de estructuras metálica, en la empresa Galvasur para poder ejecutar el modelo se debe analizar primero la situación actual de la empresa a través de un análisis en situ en la empresa para analizar cómo se están realizando las actividades, para posterior a ello desarrollar un modelo de gestión basado en procesos que permita a la empresa realizar las actividades de una mejor manera y así evitar pérdidas de recursos económicos, humanos y técnicos.

La metodología que se va a llevar a cabo esta representada en la Figura 6 para el desarrollo de un modelo de gestión basado en los procesos.

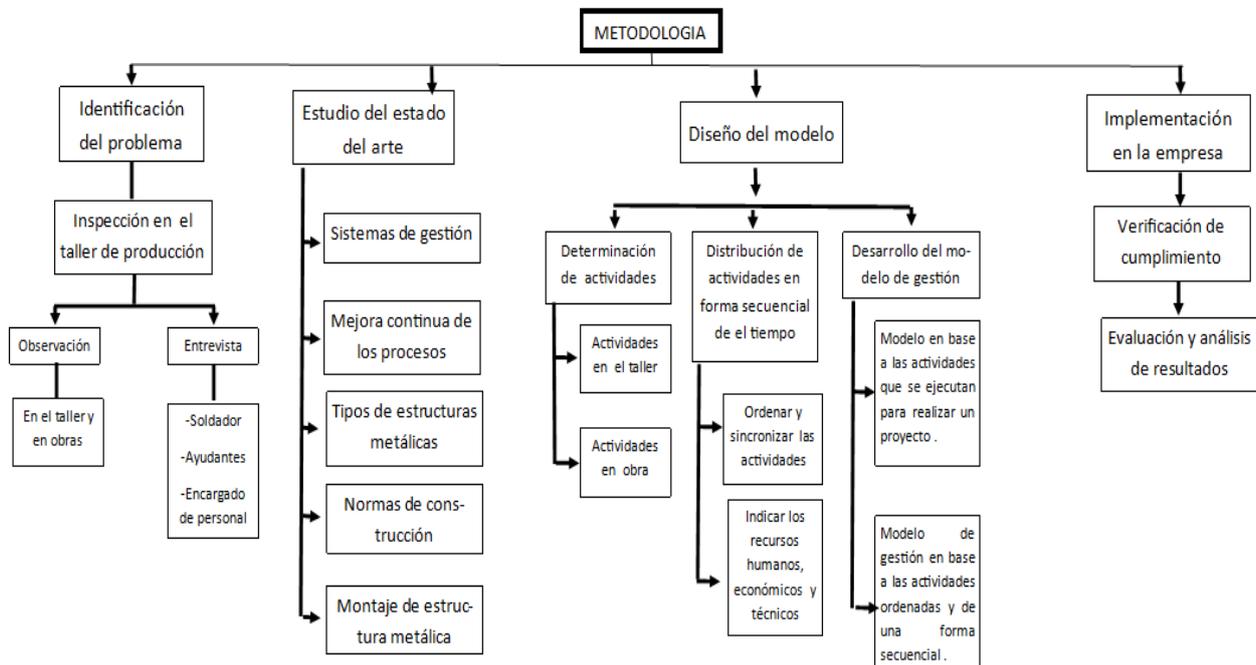


Figura 6 Metodología para la fabricación y montaje de estructuras metálicas

Para alcanzar con éxito la realización de este proyecto se establecieron 3 fases importantes de trabajo que sirvieron para el cumplimiento de los objetivos planteados, para lo cual se requiere 400 horas de trabajo distribuido en 20 semanas como se detalla a continuación:

En primer lugar se analizará como se ejecutan los procesos en la empresa Galvasur para la fabricación y montaje de estructuras metálicas, en esta primera fase se estudia cómo se lleva a cabo los procesos para la construcción de estructuras metálicas y verificar si está aplicando normativa vigente para desarrollar los procesos, luego se procede a realizar una clasificación de toda la información encontrada para analizar los diferentes procesos que se utilizan para identificar problemas en el manejo de recursos y la organización de actividades.

En segundo lugar, se identificará modelos de gestión basado en procesos y se adecuara los parámetros necesarios para el procedimiento de fabricación de elementos que conforman una estructura metálica, seleccionando los procesos correctos que se utilizan, en base a una normativa nacional e internacional para de esta forma establecer los mecanismos correctos de fabricación y tengan cronología al momento de ejecutar cada acción.

En esta última fase de desarrolla un modelo de gestión que integre desde la compra de la materia prima hasta la entrega final de la estructura metálica aplicando la normativa

nacional e internacional para ejecutar los procesos constructivos para la fabricación de estructuras metálicas y para el montaje de las mismas, esta fase es una de las más importantes porque se describirá cada uno de los procesos constructivos basados en un modelo de gestión, que garantice seguridad y un producto de calidad.

## **5.1 Levantamiento de la necesidad**

Para identificar los problemas y las necesidades de la empresa Galvasur se analiza cómo se ejecutan los procesos para la fabricación de estructuras metálicas, para realizar el levantamiento respectivo de información se visitó la empresa, identificando como está llevando a cabo sus procesos, si cumple con todas las normas de construcción y si el proceso actual es eficiente o genera inconvenientes

En la empresa se encontró a varios trabajadores entre ellos soldadores y armadores los cuales se encargan de realizar la producción de vigas, columnas, placas base, conectores, y demás elementos que conforman una estructura metálica, a los cuales se les preguntó mediante una entrevista, si tenían un protocolo o algún modelo de gestión que ellos se basaban para la fabricación de los elementos metálicos y comentan que ellos realizaban toda la fabricación de elementos metálicos de acuerdo al material que tengan en ese momento dependiendo las medidas que estén en los planos o las medidas que les del ingeniero que esté a cargo de todo el taller.

Al consultarles si es que tienen inconvenientes al momento de fabricar los elementos metálicos en una forma ordenada, supieron manifestar que tenían ese inconveniente que fabricaban elementos que no tenían mucha importancia (Figura 7) como son los pórticos metálicos que se fabricaban y no tenían luego espacio para realizar las columnas que era lo principal que se necesitaba ya que al momento de realizar el montaje de la estructura metálica, era elementos que eran principales para el montaje y que ni siquiera se las empezaba a fabricar, lo cual producía inconvenientes, por lo tanto, pérdidas económicas y pérdida de tiempo.



*Figura 7 Realización de pórticos metálicos, falta de espacio para fabricación. Fuente: Autor*

El material que llega al taller se descarga de una forma inadecuada sin tener en cuenta qué material va hacer usado principalmente, lo que ocasiona que luego se debe estar buscando el material (Figura 8) que se necesita de acuerdo a las medidas y espesores según el plano de producción



*Figura 8 Material almacenado para su producción Fuente: Autor*

El soldador que está a cargo de todo el personal comentó que necesitan una mejor planificación de las actividades en donde se especifique el orden de las actividades en forma secuencial para la fabricación y posteriormente para el montaje de las estructuras (Figura 9), ya que al no tener todos los elementos para la realización del montaje se complica ya que algunos elementos necesitan de otros para continuar su ensamblaje y al no tener todos los elementos completos se produce pérdidas de tiempo y recursos económicos.



*Figura 9 Montaje de estructura metálica Fuente: Autor*

La empresa Galvasur al no tener un modelo de gestión basado en los procesos, se fabrican elementos que todavía no se van a ensamblar como son vigas secundarias (Figura 10) y material que realmente se necesita para empezar el montaje que no se ha fabricado.



*Figura 10 Vigas secundarias apiladas hasta que se realice su respectivo montaje Fuente: Autor*

Al momento de ejecutar el montaje (Figura 11) necesitan personal calificado y una persona que esté a cargo del personal para que vaya comprobando que el montaje se vaya realizando con todas las normas de construcción y las medidas de seguridad correspondientes.



*Figura 11 Montaje de columnas mediante soldadura a placa base Fuente: Autor*

Existen problemas de planificación y análisis de especificaciones técnicas dado el caso que se pide que la estructura sea de un color específico en este caso color rojo (Figura 12) la estructura debía ser pintada de acuerdo a las especificaciones del contrato para así evitar luego pintar la estructura cuando ya esté realizado el montaje lo cual es más complicado y se emplean más recursos.



*Figura 12 Pintado de estructura de color rojo según especificaciones. Fuente: Autor*

Uno de los mayores problemas de la constructora Galvasur, es que no posee las herramientas necesarias para que sus operarios puedan trabajar de una forma adecuada lo cual complica en sus procesos, conversamos con los ayudantes y nos supieron comentar que por falta de herramientas adecuadas les toca a ellos mismo hacer fuerza para poder transportar las vigas (Figura 13 ) y poder realizar el pintado de las mismas.



*Figura 13 Movimiento de vigas para proceder a pintar. Fuente: Autor*

Se observó que para el método de pintado no cumplen con normas técnicas básicas, y lo hacen de una manera inadecuada empírica, lo cual estéticamente no deja un buen acabado, por lo que se entrevistó a un ayudante y comentó que por el espacio y por falta de un lugar específico

(Figura 14) para el pintado de los elementos estructurales se los realiza en cualquier parte del taller donde se tenga espacio disponible.



*Figura 14 Limpieza y pintado de vigas metálicas. Fuente: Autor*

Luego de haber visitado la empresa Galvasur se identificaron los problemas que tenían en sus procesos de producción, que no tenían un modelo de gestión o procedimientos de cómo realizar sus trabajos de una forma adecuada cumpliendo con normas de construcción, y que se estaba teniendo pérdidas materiales y económicas para la empresa, lo cual dificultaba los procesos de montaje y entrega de obra teniendo problemas con tiempos para entregas de trabajos, por esta razón es necesario implementar un modelo de gestión basado en los procesos para que de esta manera se optimicen todos los recursos y se puedan llevar los procesos de una forma más adecuada teniendo en cuenta normas de calidad y que las actividades se lleven de una forma ordenada.

### **5.1.1 Encuesta para la obtención de datos**

Para concretar las necesidades detalladas y establecer los objetivos se desarrolló una encuesta dirigida hacia personal de la empresa, que permitirá determinar la situación actual del objeto de estudio, mismos que serán tabulados a fin de lograr el análisis de resultados.

La encuesta está conformada mediante la siguiente estructura:



**Encuesta al Personal de la empresa**

En la siguiente encuesta se evaluará en qué estado se encuentra la empresa y si poseen conocimiento en modelos de gestión solo serán unos minutos de tu tiempo y tus respuestas serán y anónimas.

1. ¿Poseen un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	Desconozco

2. ¿Las actividades se realiza en orden cronológico de acuerdo a un cronograma?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	Desconozco

Evalúa la empresa Galvasur según tu experiencia

- 3. Limpieza de las instalaciones
- 4. Comodidad de las instalaciones
- 5. Cronograma de actividades
- 6. Maquinaria
- 7. Calidad de armado
- 8. Calidad de soldadura
- 9. Tiempos de entrega de estructuras metálicas

	100-70%	70-40%	40-10%	10-0%
	<b><i>Excelente</i></b>	<b><i>Buena</i></b>	<b><i>Regular</i></b>	<b><i>Mala</i></b>

10. La empresa necesita realizar algún cambio en la parte de gestión de proyectos.

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

11. ¿Detallar que cree Ud. que la empresa necesite cambiar para realizar de una manera eficiente sus proyectos?

---



---

12. ¿Tienes algún comentario para que la organización de la Empresa sea más eficiente? ?

---



---

Gracias por tu valioso tiempo.

---

La encuesta se aplica a 15 trabajadores y se obtienen los siguientes resultados:



Figura 15 Posee un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas



Figura 16 Las actividades se realiza en orden cronológico de acuerdo a un cronograma

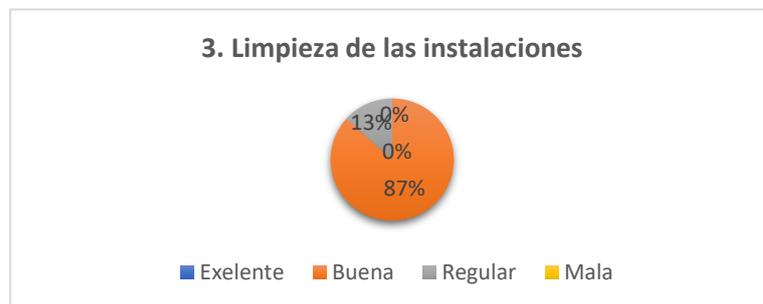


Figura 17 Limpieza de las instalaciones

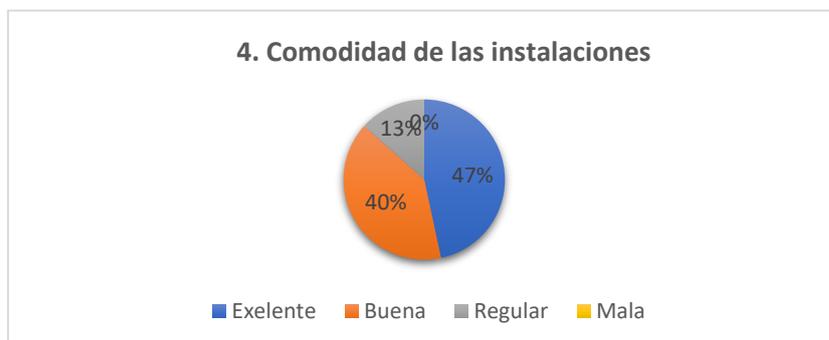


Figura 18 Comodidad de las instalaciones

### 5. Cronograma de actividades

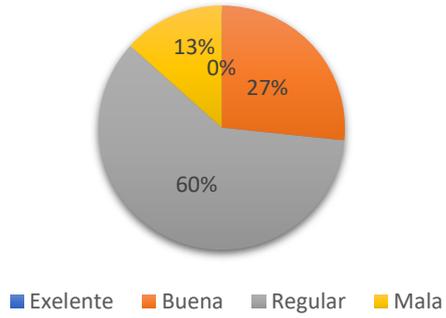


Figura 19 Cronograma de actividades

### 6. Maquinaria

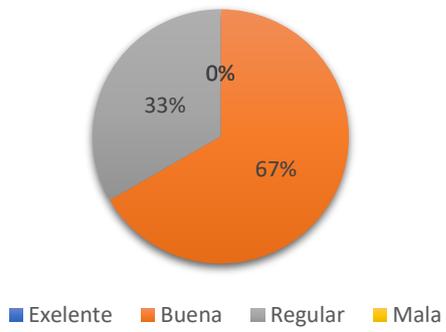


Figura 20 Estado de Maquinaria

### 7. Calidad de armado

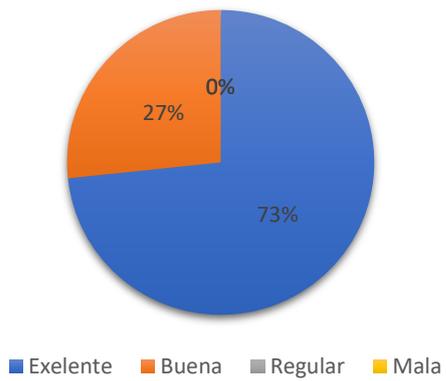
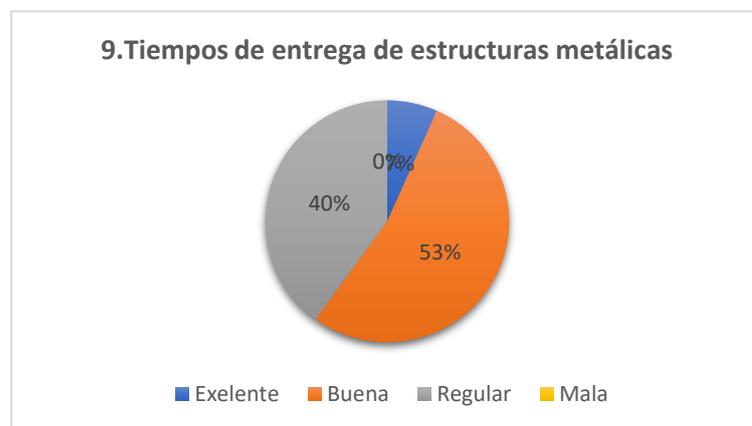


Figura 21 Calidad de armado



*Figura 22 Calidad de la soldadura*



*Figura 23 Tiempos de entrega de estructuras metálicas*



*Figura 24 La empresa necesita realizar algún cambio en la parte de gestión de proyectos.*

### 5.1.2 Análisis de datos obtenidos.

Luego de haber realizado la encuesta en la empresa Galvasur se observa a partir de los datos obtenidos que los procesos constructivos se ejecutan de una forma empírica, desordenada, sin cumplir con estándares de calidad, no existe control en cada una de las fases constructivas, al no poseer una correcta planificación y organización en los procesos la empresa no se puede entregar los trabajos a tiempo lo cual generan pérdidas financieras. A continuación, se detalla la forma en cómo se llevan los procesos (Figura 25) en la empresa, desde la fase de revisión de planos para adquisición de materiales, hasta la entrega de toda la estructura metálica.

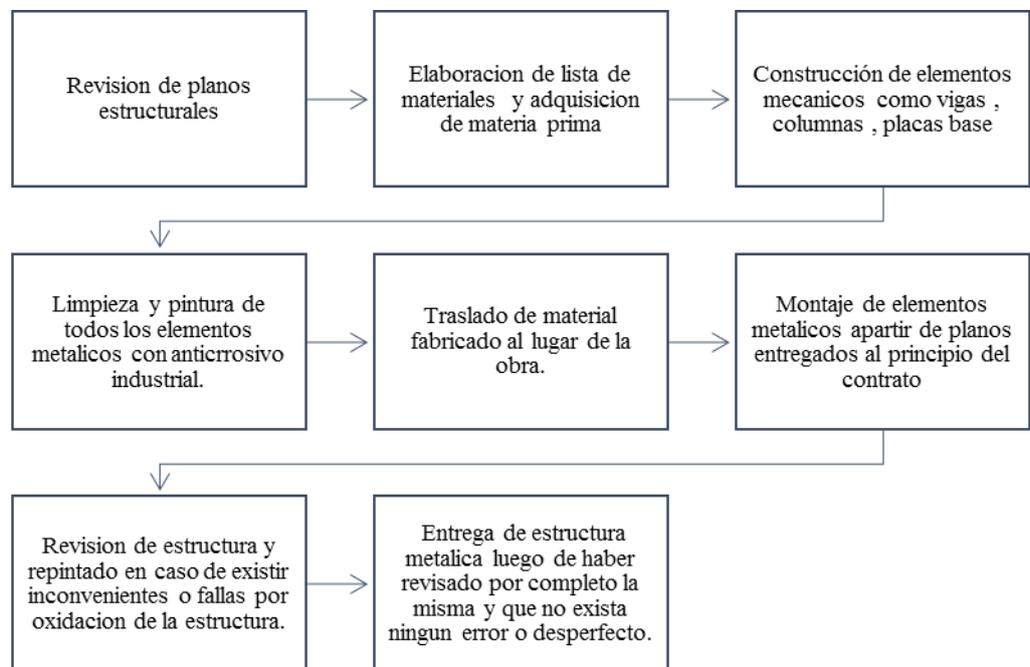


Figura 25. Proceso constructivo actual de la empresa Galvasur

### 5.2 Diseño del modelo de gestión basado en procesos.

Para el diseño del modelo de gestión basado en procesos se debe tener claro los procedimientos que se siguen para la fabricación y montaje de una estructura, cada uno debe tener interrelación entre sí. Estos procesos y subprocesos que se deben aplicar para en la fabricación y montaje de una estructura metálica se representan mediante un diagrama de flujo que se muestra en la Figura 26

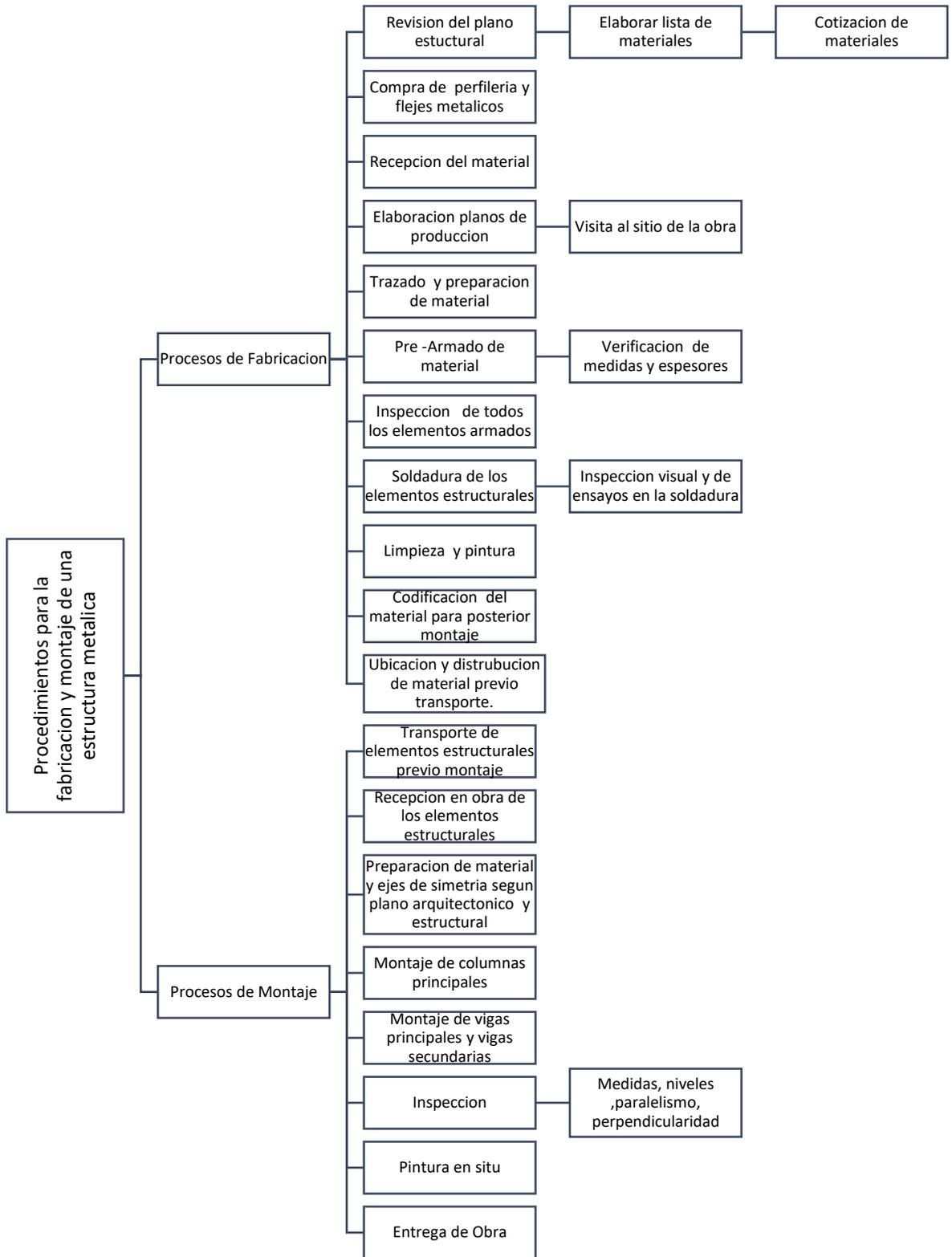


Figura 26 Diagrama de proceso constructivo.

En la Figura 27 se presenta un cuadro en donde se coloca cada uno de los recursos principales para la fabricación y montaje de una estructura metálica

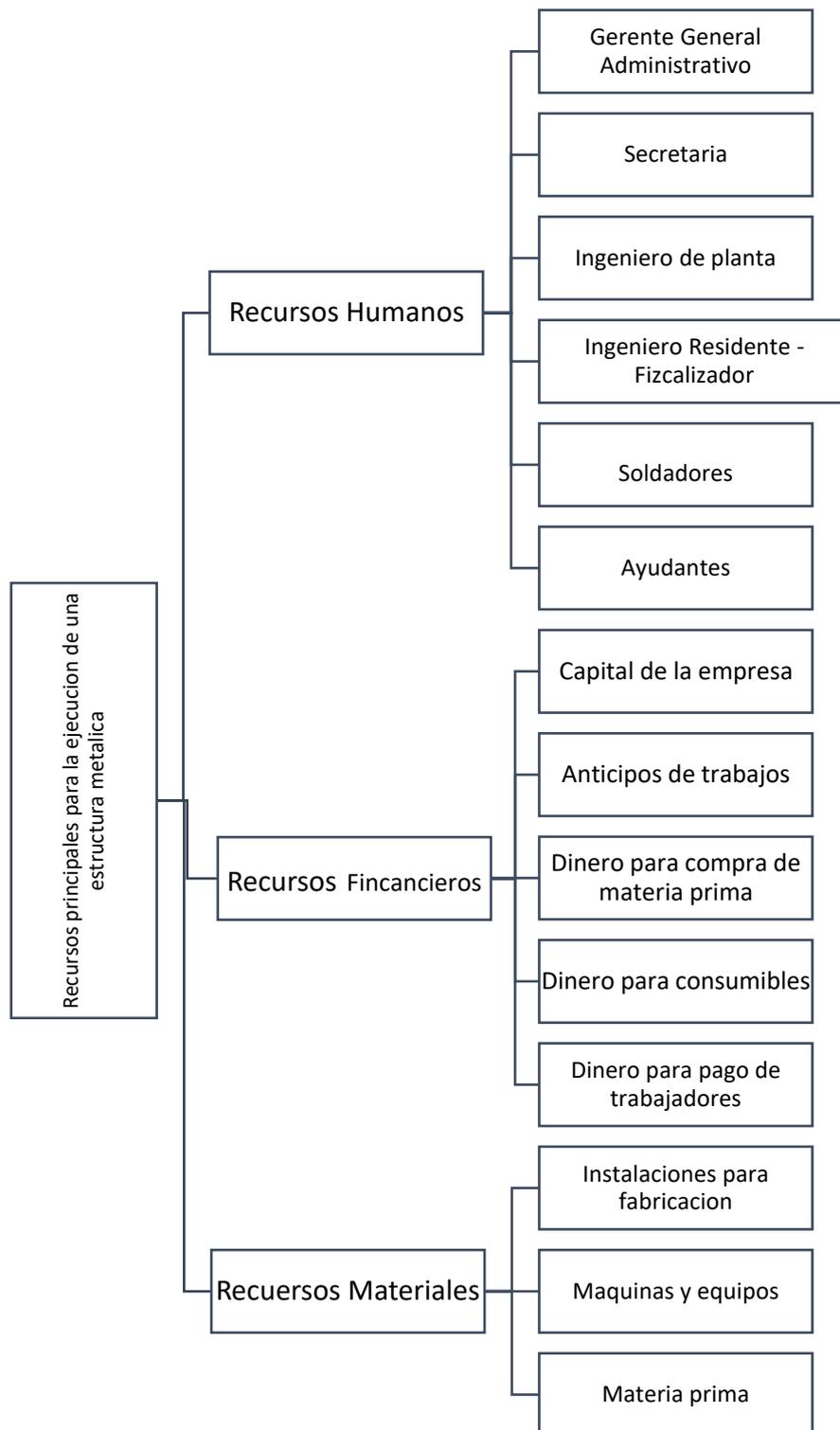


Figura 27. Diagrama de recursos administrativos

### **5.2.1 Procedimientos para la fabricación y montaje de una estructura metálica.**

Para el modelo de gestión se plantea las siguientes directrices, para establecer una guía en donde se indiquen los pasos que se deben seguir para la fabricación y montaje de una estructura metálica considerando que cuenta que cada uno debe tener interrelación, cronología, importancia durante todo el proceso constructivo a partir de los procesos y subprocesos que se deben aplicar y que se explicó en un diagrama de flujo de la Figura 26 del acápite anterior.

### **5.2.2 Procesos de Fabricación**

A continuación, se detalla los procesos de fabricación basado en un modelo de gestión por procesos que servirá para que cada actividad tenga interrelación entre sí, de una manera sencilla, ordenada y eficaz reduciendo tiempos muertos y actividades desincronizadas.

- **Revisión del plano estructural**

En la revisión del plano estructural se procede a revisar cada uno de los elementos metálicos que conforman la estructura metálica, las medidas, los ejes de simetría, los elementos que está conformando la estructura como: vigas, columnas, rigidizadores, placa base, atiesadores, etc., lo cual es muy importante y se debe tener presente para la parte constructiva de la estructura metálica.

Se debe analizar las especificaciones generales, que contiene el plano como las que se muestran a continuación.

Especificaciones generales:

- Acero estructural, astm a36,  $f_y=2500 \text{ kg/cm}^2$
- Soldadura conforme AWS, electrodos e7018 y e7011

Normas utilizadas:

- ACI 318-14
- Norma ecuatoriana de la construcción, nec-15
- AISC 360-16

- **Elaborar lista de materiales**

Se elabora la lista de materiales de acuerdo a la lista que contiene el plano estructural y revisando cada uno de los elementos metálicos como placas base, columnas, vigas principales,

vigas secundarias, atiesadores, cerchas, etc. teniendo en cuenta que las medidas coincidan con la del plano para evitar pedir material que no se va a utilizar (Figura 28).

		<b>LISTA DE MATERIALES</b>		
		PROYECTO		
FECHA:			HORA:	
RESPONSABLE:				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		Observaciones	
DESPACHADO POR:				
RECIBIDO POR:				
OBSERVACIONES:				
REALIZÓ: _____			REVISADO POR: _____	

Figura 28. Ficha de lista de materiales

- **Cotización de materiales**

La cotización de materiales se la realiza en los establecimientos en donde se vende perfilería metálica, como son IPAC, DIPAC, GERONETO, CENTROACERO, IMPORTACEROS, etc. El material siempre se cotiza en lugares donde el material tenga certificación y cumpla con los registros necesarios.

- **Compra de perfilería y flejes metálicos**

Para la realización de la compra se debe verificar el lugar donde el precio sea competitivo y ofrezcan disponibilidad de la materia prima, ya que algunos lugares por cuestiones de tiempo no facilitan la entrega inmediata lo cual retrasa el proceso de fabricación

- **Recepción del material**

La recepción de material se debe tener en cuenta que cumpla con los espesores y medidas de acuerdo con el plano estructural para proceder a la preparación del mismo para la fabricación de elementos metálicos, para esto se va a utilizar una ficha técnica (Figura 29) , la cual permite tener una bitácora de materiales recibidos de cada proveedor con su respectiva hoja de calidad, para garantizar que se cumpla con la normativa de calidad.

		<b>RECEPCIÓN DE MATERIAL</b>				
		FECHA:				
		HORA:				
PROYECTO						
RESPONSABLE:						
CANT	No DE REMISIÓN	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	ESTADO DEL MATERIAL		
				B	R	M
DESPACHADO POR:						
RECIBIDO POR:						
OBSERVACIONES:						
REALIZÓ: _____			REVISADO POR: _____			

Figura 29 Ficha de Recepción de materiales

- **Elaboración de planos de producción**

Los planos estructurales son entregados por el contratista partir de estos se elaboran los planos de producción con las medidas que están en los mismo y detallar cada parámetro de construcción para evitar inconvenientes al momento de fabricar, detallando el tipo de material que se va a utilizar, si va o no con traslape, que tipo de procedimiento de soldadura se debe aplicar, y si el elemento metálico tiene una característica en particular se lo debe anotar.

- **Visita al sitio de la obra**

Se realiza una visita de inspección al sitio de obra, para conocer en qué estado se encuentra el terreno, como se va a construir y tener claro las condiciones ambientales, así como las características referentes al grado de dificultad del trabajo a desarrollar y sus implicaciones de carácter técnico.

- **Trazado y preparación de material**

A partir del plano de producción se traza sobre la superficie metálica del elemento a fabricar las medidas de cortes o destajes, se debe inspeccionar cada elemento si tiene la medida según el plano, que cumpla con los espesores indicados, para la verificación se llenará una

ficha de inspección (Figura 30) para llevar un control dimensional de todo el proceso para evitar errores en el siguiente proceso que es el pre-armado.

	<b>CONTROL DIMENSIONAL PROCESO CONSTRUCTIVO</b>				Cód.:
					FECHA:
					Referencia:
Proyecto					
Descripción de elemento metálico	MEDIDAS	Valor tomado (muestra)	Tolerancia	Resultado	Observaciones
1.1					
1.2					
1.3					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE: _____ REVISADO POR: _____					

Figura 30 Ficha de control dimensional del proceso constructivo

- **Pre -Armado de material**

Para la ejecución del pre-armado se prepara los elementos metálicos de forma que tenga una posición referente a los planos estructurales, para verificar las tolerancias geométricas y dimensionales. El control de este proceso se llena con una ficha de inspección de armado (Figura 31)

	<b>FICHA DE INSPECCION DE ARMADO DE ELEMENTOS METALICOS</b>					
	PÁGINA ____ de ____					
OBRA:						
ACTIVIDAD:						
CONTRATISTA:	Ubicación:		FECHA:			
Descripción						
<b>ELEMENTOS</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Ubicación-Plano de ref</b>	<b>Archivo fotográfico generado</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Rechazado</b>	<b>Firma</b>
			1.1			
			1.2			
			1.3			
<b>OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:</b>						
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>						
<b>1.1</b>			<b>1.2</b>			
Observaciones						
RESPONSABLE: _____ REVISADO POR: _____						

Figura 31 Ficha de inspección de armado de elementos metálicos

- **Verificación de medidas y espesores**

Se procede a verificar medidas de todos los elementos estructurales con el plano original para constatar que se cumplan con las medidas de acuerdo al plano, caso contrario se rechazará si presentan alguna inconformidad, ya que luego va afectar al momento de realizar el montaje en obra, ocasionando interrupciones de tiempo y pérdida de recursos.

- **Inspección de todos los elementos armados**

La inspección de los elementos armados es para verificar las fallas o deformaciones, que posean las medidas según el plano, para proceder a la ejecución permanente de la soldadura, en el caso que no cumpla con los requisitos según el plano se llenará una ficha de no conformidad para reparaciones correspondientes (Figura 32)

		<b>FICHA DE INSPECCIÓN DE ACUERDO AL PLANO ESTRUCTURAL</b>		Cód.:	
				Fecha:	
				PÁGINA: ____ DE ____	
PROYECTO:					
ACTIVIDAD:					
<b>item</b>	<b>Elemento metalico</b>	<b>Documentación-Plano de referencia</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Rechazado</b>	<b>Firma</b>
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE: _____			REVISADO POR: _____		

*Figura 32 Ficha de inspección de acuerdo al plano estructural*

- **Soldadura de los elementos estructurales**

El proceso de soldadura de los elementos metálicos es de acuerdo a la especificación técnica que indique en el plano, se debe tener claro qué tipo de material de aporte se va a utilizar, el proceso de soldadura indicado para cada elemento estructural de acuerdo al WPS establecido al inicio del proyecto. Las especificaciones se establecen en la ficha de la Figura 33.

GALVASUR ESTRUCTURAS		WPS					
Especificaciones del Procedimiento de Soldadura							
Nombre de la empresa :						N° WPS	
Proceso de soldadura :							
Tipo:		Manual <input type="checkbox"/>	Semiautomático <input type="checkbox"/>	Automático <input type="checkbox"/>	N° Soporte de PQR		
Nombre del Soldador							
Diseño de Unión				Posición			
Tipo de unión:				Ranura			
Tipo de Soldadura				Filete			
Abertura de raíz				Plancha			
Angulo de ranura				Tubería			
Respaldo <input type="checkbox"/>		Material de respaldo		Características Eléctricas			
Limpieza de raíz <input type="checkbox"/>		Método		Método de Trasferencia (GMAW)			
METAL BASE				Corto circuito <input type="checkbox"/>			
GRUPO		MB 1		MB 2		Globular <input type="checkbox"/>	
				Spray <input type="checkbox"/>			
Especificaciones del acero				Corriente			
Grado				AC <input type="checkbox"/>		DCEP <input type="checkbox"/>	
Espesor de plancha				DCEN <input type="checkbox"/>		Técnica	
METAL DE APORTE				Aportación: Oscilante <input type="checkbox"/>			
Especificación AWS				Recta <input type="checkbox"/>			
Clasificación AWS				Pase : Múltiple <input type="checkbox"/>			
Marca				Simple <input type="checkbox"/>			
Tamaño del electrodo				Limpieza entre pases SI <input type="checkbox"/>			
Diámetro de alambre				NO <input type="checkbox"/>			
Método de limpieza:				PRECALENTAMIENTO			
PROTECCION				Temperatura de precalentamiento			
Fundente		N/A		Temperatura de interfase			
Gas				POSTCALENTAMIENTO			
Velocidad de flujo				Temperatura			
Tamaño de boquilla				Tiempo			
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
				Metales de Aporte		Corriente	
Pase	Proceso	Progresión	Clase	Diámetro	Amperaje(A)	Voltaje (V)	Velocidad de avance
Elaborado Por					Fecha		
Aprobado Por					Hora		

Figura 33 WPS (Especificación del proceso de soldadura)

- **Inspección visual y de ensayos en la soldadura**

Para la aprobación de cada elemento estructural soldado se realiza una inspección luego de haber sido soldado el elemento, para saber si se aplicó de una forma adecuada la técnica de soldadura, se revisa si se cumple con los procedimientos de soldadura WPS, se verifica la limpieza luego de cada pase de soldadura en el caso de existir más de un pase, para de esta forma emitir un criterio de aceptación visual, para esto se va a llenar la ficha de la Figura 34 que ayudará a un mejor control de inspección.

ITEM		DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN	Tipo de inspeccion			OBSERVACIÓN
N°	Punto de inspección				IV	TP	US		
1.1									
1.2									
1.3									

PROYECTO: \_\_\_\_\_ Cód.: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Figura 34 Ficha de inspección y ensayos

• **Limpieza y pintura**

Este proceso es de vital importancia, al no cumplirse este paso puede producirse oxidación y corrosión en los elementos metálicos, el método que se utiliza es aplicar anticorrosivo mediante el uso de pistola con compresor, rodillo, o brocha a cada uno de los elementos metálicos para evitar que sufran daños por oxidación, para tener control del proceso se ha implementado la ficha de control de la Figura 35 que ayudará a optimizar el pintado y el terminado del elemento metálico.

GALVASUR ESTRUCTURAS		INSPECCIÓN DE LIMPIEZA				Codigo:	
PROYECTO						Fecha:	
<b>Elementos de Inspección</b>	Vigas	Columnas	Placas	Perfil G	Otros:		
<b>Tipo de limpieza:</b>	Limpieza con solventes			MÉTODO			
	Limpieza con herramientas manuales						
	Limpieza con herramientas mecánicas						
<b>OTROS</b>							
<b>Tipo de VERIFICACIÓN</b>	<b>VISUAL</b>	<b>Inspección de la limpieza en</b>	<b>TALLER</b>	<b>OBRA</b>	<b>Almacenamiento</b>	<b>Montaje</b>	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>MATERIAL</b>	<b>Herramientas</b>						<b>Responsable de la inspección</b>
Solvente y Desengrasantes	Disco	Bordes		<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL METODO DE LIMPIEZA</b>			
	Trensado						
	Disco de copa	Perforaciones					
	Pulidora	Uniones					
	Clean&Strip	Empalmes					
	OTROS	Superficies Planas					
		OTROS					
Descripcion de elemento metalico		ACEPTADO	RECHAZADO	Observaciones			
1.1							
1.2							
1.3							

Responsable: \_\_\_\_\_ REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Figura 35 Ficha de inspección de limpieza

Para la inspección de pintura se va a llenar ficha de la Figura 36 que proveerá información muy importante para saber qué tipo de pintura se está aplicando y como se está ejecutando el proceso, se revisará cada elemento metálico uno por uno para ver si la aplicación de la pintura se la realizó de una forma adecuada, si es que no cumple con las especificaciones, se procederá con las correcciones necesarias para que el elemento cumpla con este requisito.

		<b>FICHA DE INSPECCION DE PINTURA</b>				CÓDIGO:	
						Fecha:	
Actividad		PINTURA DE PROTECCIÓN:		PINTURA DE ACABADO:			
ELEMENTO A PINTAR		ÁREA A PINTAR:		TIPO DE PINTURA:			
MARCA DE LA		NÚMERO DE CAPAS:		COLOR DE PINTURA:			
		PINTURA CON BRILLO:		PINTURA MATE:			
TEMPERATURA:						MÉTODO DE APLICACIÓN	
LA SUPERFICIE A PINTAR SE ENCUENTRA:		SI	NO	Muestra de adherencia		BROCHA <input type="checkbox"/>	
LIMPIA						RODILLO <input type="checkbox"/>	
SECA						ESPÁTULA <input type="checkbox"/>	
LIBRE OXIDACION						PISTOLA POR AIRE <input type="checkbox"/>	
LIBRE DE POLVO						ATOMIZADOR <input type="checkbox"/>	
						PISTOLA CALIENTE <input type="checkbox"/>	
						AIRLESS <input type="checkbox"/>	
ELEMENTO METALICO		TIEMPO DE SECADO		ACEPTADO/RECHAZADO		RESPONSABLE DE LA INPESCCIÓN	OBSERVACIONES
1.1							
1.2							
1.3							
RESPONSABLE: _____ REVISADO POR: _____							

Figura 36. Ficha de inspección de pintura

- **Codificación del material para posterior montaje**

A cada elemento terminado luego que cumplió con una serie de procesos se lo debe identificar mediante una etiqueta (Figura 37) para el posterior montaje para reducir tiempos y saber que material se está alistando, y tener en una bitácora si el material está completo, caso contrario habría que fabricar el faltante para completar todos los elementos metálicos.

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL			
	Proyecto:		
	Código :		
	Descripción:		
	Fecha:		
Medidas:			
Cantidad total			
Material			
INSPECCIÓN	B <input type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES			

Figura 37 Etiqueta de identificación de material

- **Ubicación y distribución de material previo transporte.**

Se debe almacenar los elementos metálicos en las mejores condiciones para que los agentes ambientales no afecten superficialmente a los elementos metálicos, para almacenarlo de forma adecuada se debe buscar un lugar, que no posea humedad en condiciones extremas, que sea un área en donde no impida realizar otra actividad y tenga acceso fácilmente para luego realizar el transporte de cada uno de ellos.

### 5.2.3 Procesos de Montaje

A continuación, se detalla los diferentes pasos a realizar para el montaje de estructura metálicas, teniendo en cuenta el orden cronológico de los procesos para la ejecución de montaje.

- **Transporte de elementos estructurales previo montaje**

Para realizar el transporte se debe coordinar que los elementos estructurales que se vayan descargando de acuerdo con el montaje coordinado y planificado para evitar pérdidas de tiempo por no tener una metodología que beneficie el montaje de cada uno de los elementos metálicos.

- **Recepción en obra de los elementos estructurales**

Se llenará la ficha de la Figura 38 de recepción de elementos metálicos en la obra, para constatar que todos elementos son llevados a la obra se verificará mediante una ficha técnica de recepción de materiales.

		<b>Nota de entrega</b>		
		PROYECTO		
FECHA:		HORA:		
RESPONSABLE:				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	ESTADO DEL MATERIAL		
		B	R	M
DESPACHADO POR:				
RECIBIDO POR:				
OBSERVACIONES:				
REALIZÓ: _____		REVISADO POR: _____		

*Figura 38 Ficha de nota de entrega*

Para un mejor desempeño y optimización de recursos y tiempos se debe ubicar cada elemento lo más cercano al punto de montaje para de esta forma facilitar el mismo, lo cual se optimiza tiempo de montaje, lo que implica beneficios en costos ya que cada elemento estaría casi listo en su posición donde va a ir colocado de esta manera facilitaría y optimizaría el proceso de montaje.

- **Preparación de material y ejes de simetría según plano arquitectónico y estructural**

Se procede a preparar el material de acuerdo con el plano estructural, y en cada lugar donde se va a realizar el montaje, en las placas base donde va a ir colocadas las columnas principales se procede a marcar los ejes de simetría para el posterior montaje, de esta manera se va marcando las líneas de referencia que servirá como guía para la colocación de columnas teniendo en cuenta que las dimensiones coincidan con el plano civil y estructural.

- **Montaje de columnas principales**

Este proceso consiste en colocar cada una de las columnas en los ejes respectivos según el plano estructural por medio de una soldadura provisional, se debe cuadrar y sujetar cada elemento metálico de tal forma que cumpla los requisitos del plano estructural, para el posterior remate por medio de soldadura, todo el montaje se lo realiza con la ayuda de una grúa lo cual facilita la operación de montaje.

- **Montaje de vigas principales y vigas secundarias**

Luego de haber realizado el izaje de las columnas principales se realiza el montaje de vigas principales y secundarias teniendo en cuenta cómo van colocadas según el plano estructural, respetando los niveles, las dimensiones de cada viga, la posición en donde van a ser colocadas para evitar pérdidas de tiempo, se debe verificar si los niveles de las alturas son los correctos para proceder con el montaje de las demás vigas.

- **. Inspección de medidas, niveles, paralelismo, perpendicularidad**

Se realiza una inspección de cada uno de los elementos que conforman la estructura metálica general, para ver si están de acuerdo con el plano estructural y si se está cumpliendo con todos los parámetros según las especificaciones técnicas de los planos generales.

- **Pintura in situ.**

Se procede a realizar correcciones de pintura en el lugar de la obra en las partes donde se realizó el proceso de soldadura, o si ocurrió algún inconveniente durante el transporte al sitio de montaje y existen partes donde la pintura fue removida o sufrió algún daño o las partes en donde se puede ocasionar oxidación se debe realizar la reparación, volviendo a limpiar la superficie y volver a pintar para evitar inconvenientes a futuro por corrosión.

- **Entrega de Obra**

Esta es la última fase del proyecto constructivo, se realiza la recepción de la infraestructura la entrega de la obra se debe revisar absolutamente toda la estructura metálicas que todos los elementos estén bien soldados, que esté de acuerdo al plano estructural, que cumpla con todas las especificaciones técnicas según el contrato, cuando la obra esté

completamente revisada se procede a realizar el acta de entrega para finalizar el trabajo y de existir algún problema se informa y se procede a la correcciones necesarias.

### **5.3 Implementación en la empresa**

Se va a realizar la implementación del modelo de gestión basado en los procesos en la Constructora Galvasur a partir del modelo de gestión planteado con cada uno de los pasos y fichas para estructurar de una forma cronológica cada uno de sus procesos y obtener resultados que demuestren que al obtener un modelo de gestión la empresa optimiza recursos y entrega los proyectos de una manera adecuada dentro de un control de procesos.

Para la implementación se va a tomar como ejemplo el proyecto Bodega de Residuos Especiales de la empresa eléctrica (Figura 39), esta infraestructura se la realizó en el terreno de la subestación N8 de la CENTROSUR, ubicado en la parroquia de Turi, del Cantón Cuenca en el mes de febrero del 2021.



-----

**Contratista**  
Ing. Juan Larrieva

**GALVASUR**  
Ing. Paul Real

**Fiscalización**  
Ing. Guillermo Utreras

REV.	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	EJECUTADO	VERIFICADO (Observaciones)	REVISADO (Firma y sello)
A1	A1	Verificación de firmas	12/02/2021	José Pinco	Ing. Diego Abrazo	Ing. Pablo Martínez
CLIENTE	REV. FABRICANTE					
CLIENTE: <b>CENTROSUR</b>			NÚMERO DOCUMENTO CLIENTE: <b>EERC5-001</b>			
PROYECTO: <b>BODEGAS EN EL TERRENO DE LA SE Nº8</b>						
GRUPO: <b>BODEGA DE RESIDUOS ESPECIALES</b>						
UBICACIÓN: <b>GENERAL</b>			REVISANDO LOS DISEÑOS DEBEN SER CUMPLIDOS LOS DISEÑOS Y LAS NOMBRACIONES RELEVANTES DE LA PRODUCCIÓN EN EL MOMENTO DE LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO.			
DENOMINACIÓN DEL GRUPO: <b>BODEGA DE RESIDUOS ESPECIALES</b>			TÍPOLOGÍA: <b>-</b>	FORMATO: <b>A4</b>	Escala: <b>S/E</b>	Escala: <b>S/E</b>
DENOMINACIÓN: <b>Verificación de Firmas</b>			NÚMERO DOCUMENTO: <b>EERC5-BOD-DTO-DC-R0</b>			SÉRIE: <b>00</b>
						PÁGINA TOTAL: <b>1/1</b>

*Figura 39 Control de calidad de bodega de residuos especiales*

- **Revisión del plano estructural**

Se procede a revisar el plano estructural (Figura 40) entregado por el contratista en donde se analizan los siguientes puntos:

-Elementos que conforman la estructura metálica como: placas base, columnas, cerchas, pórticos, vigas principales y vigas secundarias.

-Especificaciones generales: Acero estructural, astm a36, fy=2500 kg/cm<sup>2</sup>,

-Soldadura conforme AWS, electrodos e7018 y e7011



en este proyecto se necesita flejes , perfiles G , Canales U y ángulos, cada uno con su respectiva medida.

		LISTA DE MATERIALES		
PROYECTO	Bodega de Residuos Especiales			
FECHA:	15/1/2021		HORA:	mar-21
RESPONSABLE: Jose David Pinos				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		Observaciones	
48	C150*50*3mm		A36	
44	L 30 * 30 *3 mm		A36	
8	Flejes 234*4 mm		A36	
4	Flejes 230 *4 mm		A36	
4	Flejes 330*5mm		A36	
2	Flejes de 380*6		A36	
26	Canal U 280*95*8		Gr50	
2	Canal U 280*140*8		Gr50	
10	Flejes 100*5 mm		A36	
1	Flejes 70*6 mm		A36	
1	Flejes 70*4mm		A36	
1	Flejes 200*3mm		A36	
16	Flejes 150* 8		A36	
7	Flejes 170*10		A36	
8	Flejes 110* 5		A36	
5	Flejes 180 * 10		A36	
62	G 175*50*15*3		A36	
2	C 100 *50*3		A36	
6	G 200*50*15*3		A36	
3	G 280*40*20*3		A36	
RECIBIDO POR: Jose David Pinos				
OBSERVACIONES: Se debe mandar a fabricar los canales u de acuerdo a lo que este en la lista.-				
REALIZÓ: _____		REVISADO POR: _____		

Figura 41 Ficha de elaboración de lista de materiales

- **Cotización de materiales**

A partir de la lista de materiales se realiza la cotización en CENTROACERO (Figura 42), se cotiza en este lugar porque garantizan que el material tenga certificación y cumpla con los registros necesarios, aparte ofrece precios competitivos en sus materiales lo cual beneficia a la empresa en la parte financiera.



**CENTRO ACERO S.A.**  
RUC: 0992169982001  
DIRECCION: AV. PASCUALES KM. 16 1/2 VIA DAULE  
TELEFONOS: 2162006 / 2162009 / 2162067  
EMAIL: [ventas@centroacero.com.ec](mailto:ventas@centroacero.com.ec)  
WEB: <http://www.centroacero.com.ec/>

**PROFORMA #0028545 REVISION: 1 DEL 13/04/2021**  
**REAL AREVALO, PAUL XAVIER**  
**MATERIALES**  
**MARTES, 13 DE ABRIL DE 2021**

**ATENCION: ING. PAUL REAL**

### 1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

ITEMS DE LA OFERTA # (A) ELEMENTOS EN 3MM					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UN	USS/UN	TOTAL \$
A.1-0	PERFILES NACIONALES CORREA ASTM A572 G50 200X50X18X6000X3 MM	118.00	UN	47.62	5,618.81
A.2-0	PERFILES NACIONALES CANAL ASTM A572 G50 200X50X50X6000X3 MM	48.00	UN	43.95	2,109.36
A.3-0	PERFILES NACIONALES CANAL ASTM A572 G50 150X50X50X6000X3 MM	20.00	UN	36.32	726.40
A.4-0	PERFILES NACIONALES CANAL ASTM A572 G50 100X50X50X6000X3 MM	10.00	UN	28.69	286.85
A.5-0	PERFILES NACIONALES ANGULO ASTM A572 G50 40X40X6000X3 MM	12.00	UN	11.30	135.56
A.6-0	PERFILES NACIONALES ANGULO ASTM A572 G50 30X30X6000X3 MM	143.00	UN	8.24	1,178.32
A.7-0	PERFILES NACIONALES FLEJE ASTM A572 G50 360X6000X3 MM	1.00	UN	54.94	54.94
<b>SUB-TOTALS</b>					<b>10,110.24</b>

ITEMS DE LA OFERTA # (B) ELEMENTOS EN 5MM Y 10MM					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UN	USS/UN	TOTAL \$
B.1-0	PERFILES NACIONALES FLEJE ASTM A572 G50 50X6000X5 MM	1.00	UN	12.72	12.72
B.2-0	PERFILES NACIONALES FLEJE ASTM A572 G50 125X6000X5 MM	12.00	UN	31.80	381.54
B.3-0	PERFILES NACIONALES CANAL ASTM A572 G50 350X150X150X6000X10 MM	31.00	UN	310.30	9,619.15
<b>SUB-TOTALS</b>					<b>10,013.41</b>

**SUBTOTAL US\$ 20,123.65**

**IVA 12% US\$ 2,414.84**

**TOTAL US\$ 22,538.48**

*Figura 42 Proforma de cotización de materiales*

- **Compra de perfilería y flejes metálicos**

Se analiza la oferta de cotización presentada por el proveedor y se revisa que este todo el material necesario en la proforma, caso contrario requerir una nueva cotización con el material faltante, se debe revisar las dimensiones, precios unitarios y global para aceptar la oferta y ejecutar la compra.

- **Recepción del material**

Se realiza la recepción de la materia prima, se revisa con la guía de remisión del proveedor para comprobar que el material cumpla las especificaciones y se llena la ficha de la Figura 43 para tener un registro del material que ingresa.

			RECEPCIÓN DE MATERIAL			
			FECHA:	marzo 29/2021		
			HORA:	10:00 a.m.		
PROYECTO		Bodega de Residuos Especiales				
RESPONSABLE: Jose David Pinos						
CANT	No DE REMISIÓN	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	ESTADO DEL MATERIAL		
				B	R	M
48	0324-96	Centro Acero	C150*50*3mm	✓		
44	0324-97	Centro Acero	L 30 * 30 *3 mm	✓		
8	0324-98	Centro Acero	Flejes 230 *4 mm	✓		
4	0324-99	Centro Acero	Flejes 330*5mm	✓		
4	0324-100	Centro Acero	Flejes de 380*6	✓		
2	0324-101	Centro Acero	Canal U 280*95*8	✓		
26	0324-102	Centro Acero	Canal U 280*140*8	✓		
2	0324-103	Centro Acero	Flejes 100*5 mm	✓		
10	0324-104	Centro Acero	Flejes 70*6 mm	✓		
1	0324-105	Centro Acero	Flejes 70*4mm	✓		
1	0324-106	Centro Acero	Flejes 200*3mm	✓		
1	0324-107	Centro Acero	Flejes 150* 8	✓		
16	0324-108	Centro Acero	Flejes 170*10	✓		
7	0324-109	Centro Acero	Flejes 110* 5	✓		
8	0324-110	Centro Acero	G 175*50*15*3	✓		
5	0324-111	Centro Acero	C 100 *50*3	✓		
62	0324-112	Centro Acero	G 200*50*15*3	✓		
REALIZÓ: _____ N1:W28 _____ REVISADO POR: _____						

Figura 43 Recepción de material en la fabrica

- **Elaboración planos de producción**

Se procede a realizar los planos de producción a partir de los planos entregados por el contratista, en la Figura 44 se observa el elemento estructural, en este caso es una viga metálica de 240x110x5x4mm y de longitud 4000 mm, se especifica el pase de soldadura y los destajes a sus extremos para el respectivo montaje, este proceso se realiza para cada uno de los elementos estructurales del proyecto para tener el plano de producción de cada

elemento se debe realizar en este formato con todas las características y especificaciones técnicas que se requieran .

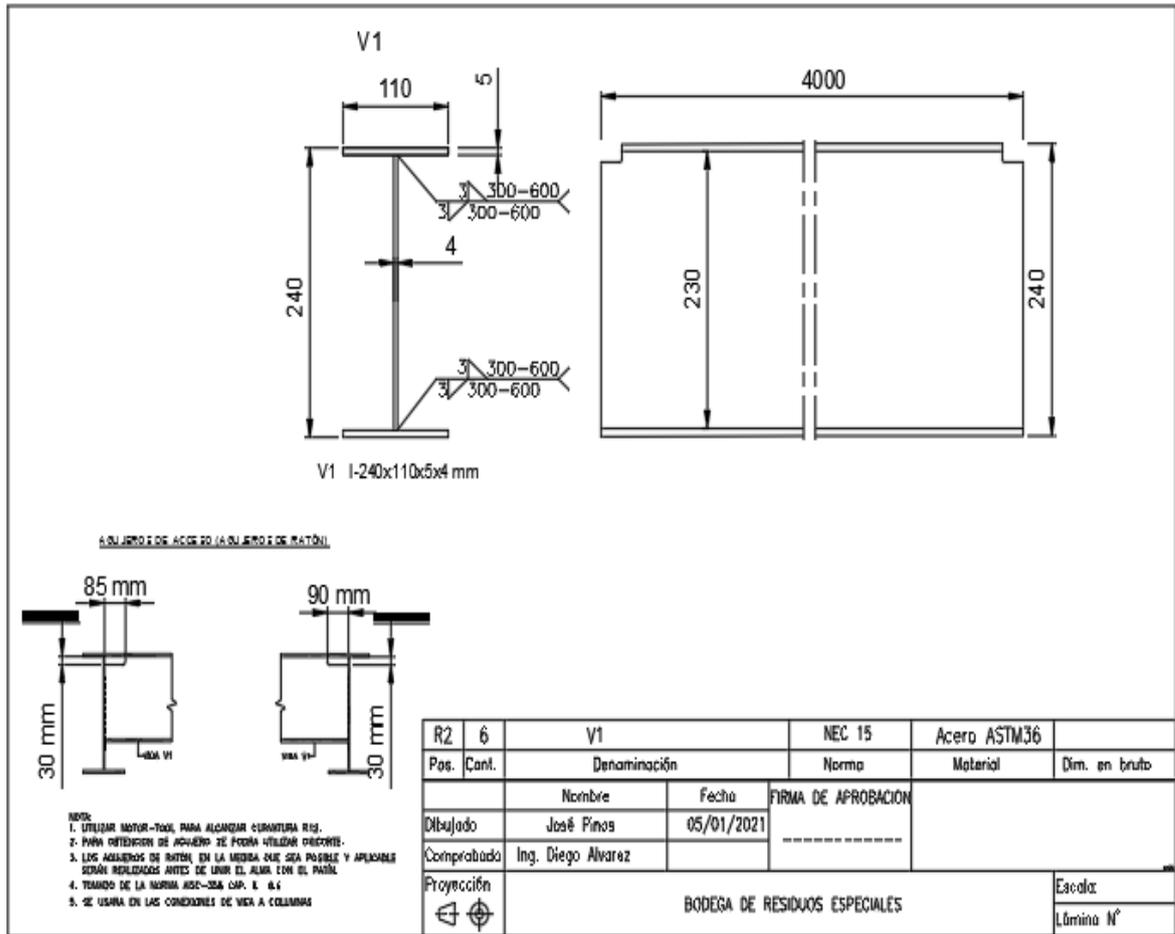


Figura 44 Diseño de plano de producción

- **Visita al sitio de la obra**

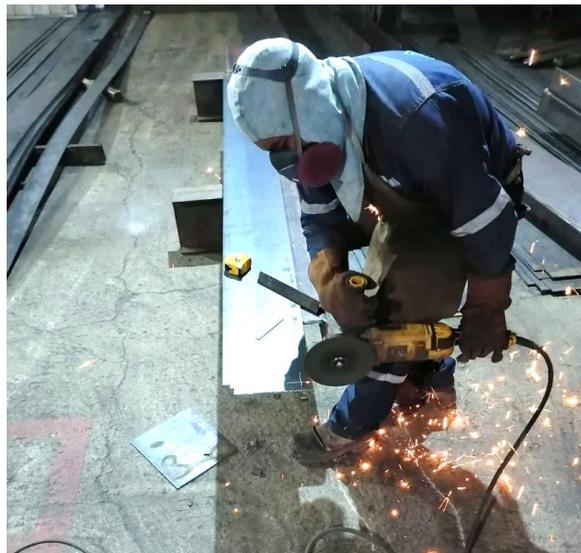
Se realiza la visita de campo en los terrenos de la empresa eléctrica ubicada en el sector Turi (Figura 45) en donde va a ser instalada la infraestructura metálica, para dar un seguimiento a la obra civil, constatar que se respeten las medidas de los planos como son ejes y medidas antes de empezar con la ejecución de la estructura metálica para evitar inconvenientes a futuro.



*Figura 45 Visita en situ al lugar en donde va a ser instalada la estructura metálica*

- **Trazado y preparación de material**

A partir del plano de producción se traza sobre la superficie metálica del elemento a fabricar para realizar los respectivos cortes como se muestra en la Figura 46, tomando en cuenta detalles constructivos para su fabricación, se va llenando la ficha de la Figura 47, para tener un control de cada uno de los elementos metálicos y evitar errores en la producción.



*Figura 46 Trazado y corte del fleje metálico*

	<b>CONTROL DIMENSIONAL PROCESO CONSTRUCTIVO</b>				Cód.:
					FECHA:
					Referencia:
Proyecto	Bodega Residuos Especiales				
Descripcion de elemento metalico	MEDIDAS	Valor tomado (muestra)	Tolerancia	Resultado	Observaciones
V1	240*110*5*4	240*110*5*4	0	Ok	-----
V2-A	250*150*8*4	250*150*8*4	0	Ok	-----
V2-B	250*150*8*4	250*150*8*4	0	Ok	-----
V2-C	250*150*8*4	250*150*8*4	0	Ok	-----
VT1	350*170*10*5	350*170*10*5	0	Ok	-----
VT2	400*180*10*6	400*180*10*6	0	Ok	-----
VP1	400*180*10*6	400*180*10*6	0	Ok	-----
C1	280*190*8mm	280*190*8mm	0	Ok	-----
C2	280*280*8mm	280*280*8mm	0	Ok	-----
C3	280*190*8mm	280*190*8mm	0	Ok	-----
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE: _____ REVISADO POR: _____					

Figura 47 Ficha del control dimensional durante el proceso constructivo

- **Pre -Armado de material**

Se procede a armar las vigas metálicas V1, V2-A, V2-B, V2-C, VT1, VT2, etc. se revisa que todas las vigas cumplan con las medidas de acuerdo al plano de producción y que el proceso constructivo sea el adecuado, para verificar las tolerancias geométricas y dimensionales, el control de se lo realiza mediante la ficha de inspección de armado como se muestra en la Figura 48 para llevar un registro de cada elemento, en caso de existir algún problema en la fabricación de elementos metálicos, notificar para proceder con la debida reparación.

		FICHA DE INSPECCION DE ARMADO DE ELEMENTOS METALICOS				
		PÁGINA ____ de ____				
OBRA:	Bodega de Residuos Especiales					
ACTIVIDAD:	Control de calidad					
CONTRATISTA:	LyC	Ubicación: Turi	FECHA:			
Descripción	Inspeccion de armado de vigas metalicas para la nave de residuos especiales					
ELEMENTOS	Tiempo de ejecución	Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
V1	3 horas	240*110*5*4	1.1	✓		
V2-A	3 horas	250*150*8*4	1.2	✓		
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:						
REGISTRO FOTOGRÁFICO						
1.1			1.2			
<b>Observaciones :</b> El material tiene medidas variabes en la seccion transversal , se debe tomar un punto de referencia para el armado del alma de la viga.						
RESPONSABLE: _____			REVISADO POR: _____			

Figura 48 Ficha de control de elementos armados

- **Verificación de medidas y espesores**

Se procede a verificar medidas vigas metálicas V1, V2-A, V2-B, V2-C, VT1, VT2, etc. con el plano original para constatar que se cumplan con las medidas de acuerdo al plano (Figura 40) caso contrario se rechazará si presentan alguna inconformidad, ya que luego va afectar al momento de realizar el montaje en obra, ocasionando interrupciones de tiempo y pérdida de recursos.



Figura 49 Verificación de medidas junto a fiscalización

- **Inspección de todos los elementos armados**

Se procede a realizar la inspección de todos los elementos armados (Figura 50) para verificar las fallas o deformaciones, que posean las medidas según el plano, para proceder a la ejecución permanente de la soldadura, en el caso que no cumpla con los requisitos según el plano se llenara una ficha de no conformidad para reparaciones correspondientes.

		<b>FICHA DE INSPECCIÓN DE ACUERDO AL PLANO ESTRUCTURAL</b>		Cód.:	
				Fecha:	
				PÁGINA: ___ DE ___	
PROYECTO:	Bodega de residuos especiales				
ACTIVIDAD:	Inspeccionar los elementos metalicos según el plano original				
ítem	Elemento metalico	Documentación-Plano de referencia	Aceptado	Rechazado	Firma
V1	240*110*5*4	V1	ok		<i>[Firma]</i>
V2-A	250*150*8*4	V2-A	ok		<i>[Firma]</i>
V2-B	250*150*8*4	V2-B	ok		<i>[Firma]</i>
V2-C	250*150*8*4	V2-C	ok		<i>[Firma]</i>
VT1	350*170*10*5	VT1	ok		<i>[Firma]</i>
VT2	400*180*10*6	VT2	ok		<i>[Firma]</i>
VP1	400*180*10*6	VP1	ok		<i>[Firma]</i>
C1	280*190*8mm	C1	ok		<i>[Firma]</i>
C2	280*280*8mm	C2	ok		<i>[Firma]</i>
C3	280*190*8mm	C3	ok		<i>[Firma]</i>
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE: _____			REVISADO POR: _____		

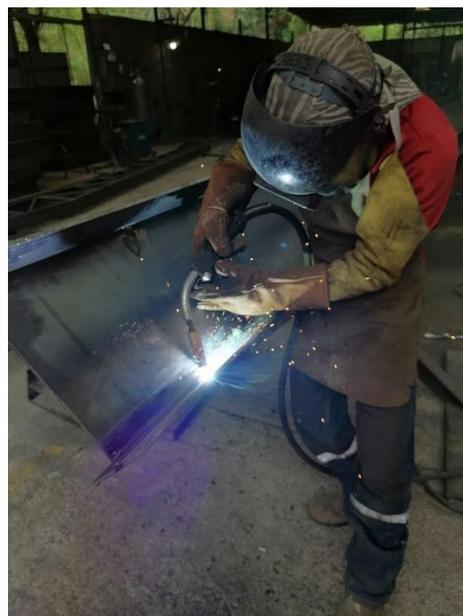
Figura 50 Ficha de inspección de acuerdo al plano estructural



*Figura 51 Elementos metálicos apilados para su revisión*

- **Soldadura de los elementos estructurales**

El proceso de soldadura de los elementos metálicos es de acuerdo a la especificación técnica que se indique en el plano y según la AWS, se debe llenar el WPS como se muestra en la Figura 53 en donde se especifica el procedimiento de soldadura que se va a realizar en los elementos estructurales, el proceso principal se lo realiza mediante proceso MIG (Figura 52), lo cual garantiza penetración, y continuidad en los tramos de soldadura.



*Figura 2. Ejecución de proceso de soldadura según WPS*



si se está realizando la limpieza luego de cada pase de soldadura, para de esta forma emitir un criterio de aceptación visual. (Figuras 54 y 55)

ITEM		DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN	Tipo de inspeccion			OBSERVACIÓN
N°	Punto de inspección				IV	TP	US		
1.1	1/3 L	V1	AWS D.1.1	Lupa	v	v		Aprueba	
1.2	1/3 L	C1	AWS D.1.1	Lupa	v	v		Aprueba	
1.3	1/3 L	V2-C	AWS D.1.1	Lupa	v	v		Aprueba	

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Figura 53 Ficha de registro de END



Figura 54 Pruebas de tintas penetrantes a las columnas C1 por parte de fiscalización

Se realiza una liberación en el taller por parte de fiscalización al 25% de todos los elementos metálicos, para verificar que se están utilizando los procedimientos adecuados de soldadura, en el caso de no pasar los END (ensayos no destructivos) se procede a reparar el elemento metálico para que pueda ser liberado y posteriormente a su respectivo montaje.

- **Limpieza y pintura**

Se procede a realizar la limpieza de cada elemento V1, V2-A, V2-B, V2-C, VT1, VT2, etc. El método que se utiliza es sacar todas las salpicaduras, imperfecciones, daños por oxidación, para que se proceda con el siguiente paso que es la pintura, para tener control del proceso se llenó la ficha de control (Figura 56) que ayudará a tener un mejor control de limpieza y el procedimiento que se debe realizar.

		<b>INSPECCIÓN DE LIMPIEZA</b>			Codigo:		
					Fecha:	12/6/2021	
PROYECTO		Bodega de Residuos Especiales					
Elementos de Inspección		Vigas <input checked="" type="checkbox"/>	Columnas	Placas	Perfil G	Otros:	
Tipo de limpieza:	<input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza con solventes			MÉTODO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza con herramientas manuales					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza con herramientas mecánicas					
OTROS							
Tipo de VERIFICACIÓN	VISUAL <input checked="" type="checkbox"/>		Inspección de la limpieza en	TALLER <input checked="" type="checkbox"/>	OBRA <input type="checkbox"/>	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	
MATERIAL		Herramientas		Responsable de la inspección: Jose David Pinos			
Solvente	Disco	<input checked="" type="checkbox"/>	Bordes	DESCRIPCION GENERAL DEL METODO DE LIMPIEZA Se procede a limpiar cada elemento metalico , utilizando gratas de copa para retirar las salpicadura de soldadura y las imperfecciones de los materiales			
	Trensado	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
	Disco de copa	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Pulidora	<input checked="" type="checkbox"/>	Perforaciones		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Clean&Strip		Uniones Empalmes		<input checked="" type="checkbox"/>		
OTROS		Planas	<input checked="" type="checkbox"/>				
Descripcion de elemento metalico			OTROS				
1.1	V1	ACEPTADO	RECHAZADO	Observaciones			
1.2	V2-A	<input checked="" type="checkbox"/>		cumple con la limieza requerida			
1.3	V2-B	<input checked="" type="checkbox"/>		cumple con la limieza requerida			
Responsable: _____		REVISADO POR: _____					

Figura 55 Control de limpieza en elementos metálicos

Para la inspección de pintura se va a llenar la ficha de la Figura 57 que proveerá información muy importante para saber qué tipo de pintura se está aplicando y como se está ejecutando el proceso, se revisará cada elemento metálico uno por uno (Figura 58) para ver si la aplicación de la pintura se la realizó de una forma adecuada.

		<b>FICHA DE INSPECCION DE PINTURA</b>				CÓDIGO:	
						Fecha:	24-06-2021
Actividad: Aplicacion de pintura anticorrosiva a todos los elementos metalicos para evitar la corrosion.		ÁREA A PINTAR: Todo el elemnto metalico		PINTURA DE ACABADO: Base			
				TIPO DE PINTURA: Anticorrosivo esmalte			
ELEMENTO A PINTAR:	V1 , V2-A , V2-B	NÚMERO DE CAPAS: 2		COLOR DE PINTURA: Negro			
MARCA DE LA PINTURA:	UNIDAS	PINTURA CON BRILLO: Si		PINTURA MATE: No			
TEMPERATURA:						MÉTODO DE APLICACIÓN	
LA SUPERFICIE A PINTAR SE ENCUENTRA:		SI	NO	Muestra de adherencia 		BROCHA <input type="checkbox"/>	
LIMPIA		<input checked="" type="checkbox"/>				RODILLO <input type="checkbox"/>	
SECA		<input checked="" type="checkbox"/>				ESPÁTULA <input type="checkbox"/>	
LIBRE OXIDACION		<input checked="" type="checkbox"/>				PISTOLA POR AIRE <input checked="" type="checkbox"/>	
LIBRE DE POLVO		<input checked="" type="checkbox"/>				ATOMIZADOR <input type="checkbox"/>	
						PISTOLA CALIENTE <input type="checkbox"/>	
ELEMENTO METALICO	TIEMPO DE SECADO	ACEPTADO/RECHAZADO		RESPONSABLE DE LA Inspección	OBSERVACIONES		
1.1 V1	60 MINUTOS	ACEPTADO		Jose Pinos	Ninguna		
1.2 V2-A	61 MINUTOS	ACEPTADO		Jose Pinos	Ninguna		
1.3 V2-B	62 MINUTOS	ACEPTADO		Jose Pinos	Ninguna		
RESPONSABLE: _____		REVISADO POR: _____					

Figura 56 Control de pintura



Figura 57 Control de adherencia parte de fiscalización

- **Codificación del material para posterior montaje**

A cada elemento terminado luego que cumplió con una serie de procesos se lo identifica con una etiqueta (Figura 59) como se muestra en la Figura 60, para el posterior montaje para reducir tiempos y saber que material se está alistando para montaje, y tener en una bitácora si el material está completo de acuerdo al plano estructural.

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL			
	Proyecto: BRE		
	Código : 01		
	Descripción: Placa Base		
	Fecha: 02/04/2021		
Medidas:	350x350x15 mm		
Cantidad total	16		
Material	A 36		
INSPECCIÓN	B <input checked="" type="checkbox"/>	R <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES	Ninguna		

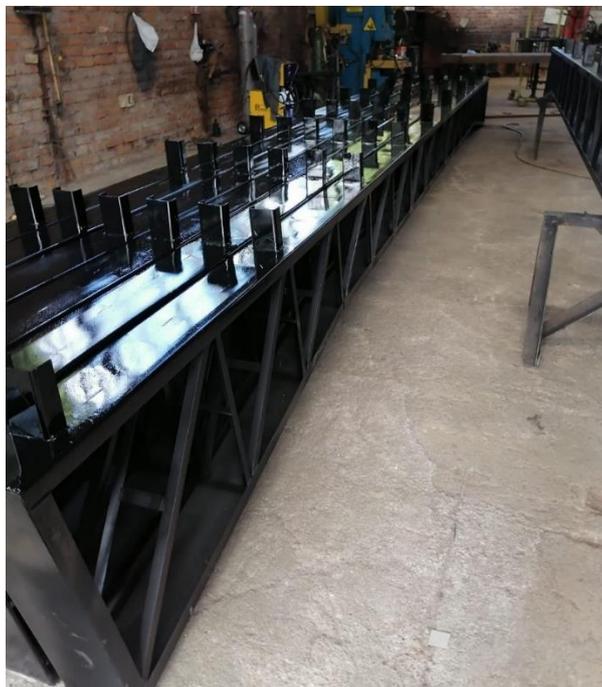
Figura 58 Identificación de material



*Figura 59 Identificación de placas base*

- **Ubicación y distribución de material previo transporte.**

Se almacena los elementos metálicos en las mejores condiciones que las condiciones ambientales no afecten superficialmente a los elementos metálicos, para almacenarlo de forma adecuada se debe buscar un lugar, que no posea humedad en condiciones extremas, que sea un área en donde no impida realizar otra actividad y tenga acceso fácilmente para luego realizar el transporte de cada uno de ellos (Figura 61).



*Figura 60 Almacenamiento de pórticos metálicos*

## Procesos de Montaje

Para la ejecución de montaje se debe seguir las siguientes fases para tener un mejor control de los procesos, optimizar recursos técnicos y económicos.

- **Transporte de elementos estructurales previo montaje**

Se realiza el transporte de columnas (Figura 62), por lo que son elemento principal para el montaje, luego se procede con los pórticos (Figura 63) que son elementos secundarios, se debe coordinar que los elementos estructurales que se vayan descargando de acuerdo con el montaje coordinado y planificado para evitar pérdidas de tiempo por no tener una metodología que beneficie el montaje de cada uno de los elementos metálicos.



*Figura 61 Transporte de columnas al lugar de montaje*



*Figura 62 Transporte de pórticos al lugar de montaje*

Se debe garantizar que los elementos vayan bien sujetos al camión para evitar que se desfasen y dañen la superficie de los mismos, se utilizan métodos de sujeción como son fajas y cables metálicos para posicionar de una forma adecuada.

- **Recepción en obra de los elementos estructurales**

Se realiza la recepción de elementos metálicos en la obra; para constatar que todos elementos son llevados a la obra se llena una nota de entrega con los materiales que se va ingresando junto al contratista para tener el registro de todos los elementos fabricado. (Figuras 64 y 65).

		Nota de entrega		
PROYECTO	BODEGA DE RESIDUOS ESPECIALES			
FECHA:	3/3/2021	HORA:	10:00	
RESPONSABLE: Jose David Pinos				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	ESTADO DEL MATERIAL		
		B	R	M
6	V1	■		
2	V2-A	■		
2	V2-B	■		
2	V2-C	■		
1	VT1	■		
2	VT2	■		
1	VP1	■		
10	C1	■		
2	C2	■		
2	C3	■		
DESPACHADO POR: Jose David Pinos				
RECIBIDO POR: Ing. Juan Larriva				
OBSERVACIONES: sin observaciones				
REALIZÓ: _____		REVISADO POR: _____		

Figura 63 Nota de entrega de elementos metálicos al contratista



Figura 64 Recepción de pórticos al lugar de montaje

## **Preparación de material y ejes de simetría según plano arquitectónico y estructural**

Se procede a preparar el material (Figura 66) de acuerdo con el plano estructural, y en cada lugar donde se va a realizar el montaje, en las placas base donde va a ir colocadas las columnas principales se procede a marcar los ejes de simetría para el posterior montaje, de esta manera se va marcando las líneas de referencia que servirá como guía para la colocación de columnas teniendo en cuenta que las dimensiones coincidan con el plano civil y estructural.



*Figura 65 Preparación de pórticos estructurales para su posterior montaje*

- **Montaje de columnas principales**

Se coloca cada una de las columnas en los ejes respectivos según el plano estructural por medio de una soldadura provisional, se debe cuadrar y sujetar cada elemento metálico de tal forma que cumpla los requisitos del plano estructural, para el posterior remate por medio de soldadura, todo el montaje se lo realiza con la ayuda de una grúa lo cual facilita la operación de montaje (Figura 67).



*Figura 66 Montaje de columnas principales de la bodega de residuos especiales*

- **Montaje de vigas principales y vigas secundarias**

Luego de haber realizado el izaje de las columnas principales se realiza el montaje de vigas principales y secundarias teniendo en cuenta cómo van colocadas según el plano estructural, respetando los niveles, las dimensiones de cada viga, la posición en donde van a ser colocadas para evitar pérdidas de tiempo, se debe verificar si los niveles de las alturas son los correctos para proceder con el montaje de las demás vigas (Figura 68).



*Figura 67 Montaje de amarres de columna a columna*

- **Inspección de medidas, niveles, paralelismo, perpendicularidad**

Se realiza una inspección de cada uno de los elementos, que conforman la estructura metálica general como se muestra en la Figura 69, para ver si están de acuerdo

con el plano estructural y si se está cumpliendo con todos los parámetros según las especificaciones técnicas de los planos generales



*Figura 68 Verificación de nivel en viga metálica*

- **Pintura in situ.**

Se procede a realizar correcciones de pintura en el lugar de la obra en las partes donde se realizó el proceso de soldadura, o si ocurrió algún inconveniente durante el transporte al sitio de montaje y existen partes donde la pintura fue removida o sufrió algún daño o las partes en donde se puede ocasionar oxidación se debe realizar la reparación, volviendo a limpiar la superficie y volver a pintar para evitar inconvenientes a futuro por corrosión (Figura 70).



*Figura 69 Correcciones de pintura en la estructura metálica*

- **Entrega de Obra**

Esta es la última fase del proyecto constructivo, se realiza la recepción de la infraestructura la entrega de la obra se debe revisar absolutamente toda la estructura metálica (Figuras 71 y 72)



*Figura 70 Infraestructura metálica terminada con todos los detalles constructivos según el plano estructural*



*Figura 71 Nave de residuos especiales terminada con mampostería y estructura metálica vista.*

## 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizar el levantamiento de información con visita in situ, los datos obtenidos de los procesos constructivos dan a conocer que estos se ejecutan de una forma empírica, desordenada, sin cumplir con estándares de calidad, no existe control en cada una de las fases constructivas, al no poseer una correcta planificación y organización en los procesos la empresa no se puede entregar los trabajos a tiempo lo cual generan pérdidas financieras.

El estudio de campo realizado con las encuestas dirigidas al personal de la constructora Galvasur y profesionales en el área, permitió definir sus criterios de relevancia, donde se indica que lo principales problemas que se ocasiona al momento de la fabricación y montaje de una estructura metálica es no contar con un modelo gestión basado en los procesos que se debe seguir para cada una de las fases constructivas, desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega de la infraestructura metálica.

Luego de considerar varias opciones para la realización del modelo de gestión que permite organizar de una mejor manera las actividades que se realizan en la empresa, se determinó un modelo de gestión basado en los procesos lo cual permite ordenar cada actividad en forma cronológica para evitar realizar actividades de una forma desordenada y de esta forma evitar pérdida de tiempo y productos de mala calidad.

Se definen el diagrama de procesos constructivos y el diagrama de recursos administrativos, los cuales determinan las acciones y los diferentes encargados para establecer la jerarquía de procesos y la secuencia de ejecución (Figura 73)

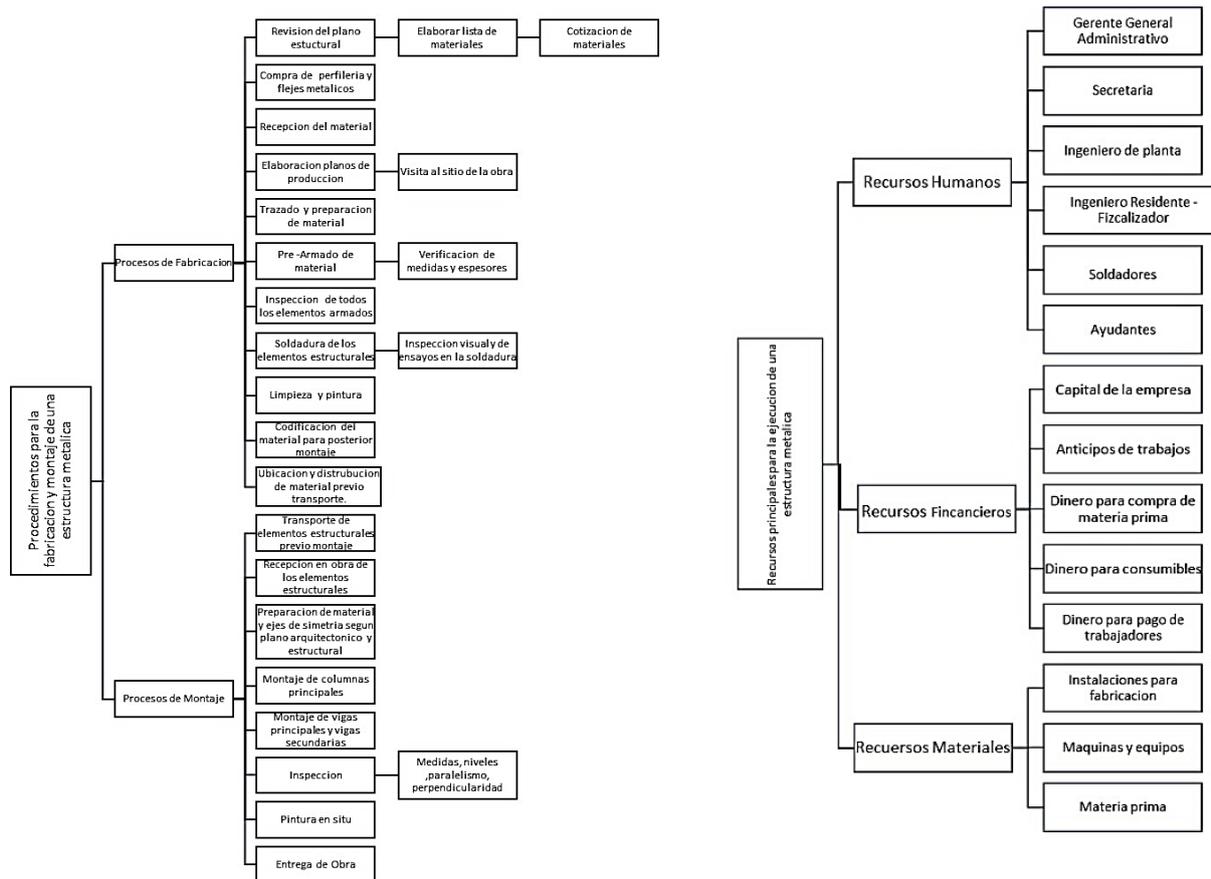


Figura 73. Diagramas de procesos y recursos administrativos

Para la implementación del modelo de gestión se utilizó fichas de registro de información con la finalidad de realizar un control más eficiente de cada uno del proceso de tal manera que la información sea revisada por la persona adecuada y sirva para la mejora continua de los procesos.

El modelo de gestión basado en los procesos planteado para la Constructora Galvasur cumple con el propósito, por lo que todas sus actividades están ordenadas de una forma cronológica siguiendo un proceso, y supervisado mediante fichas técnicas que permiten tener un control adecuado en cada fase, con esto se logró optimizar tiempos muertos, recursos económicos, recursos humanos y recursos administrativos.

Para finalizar, se ejecutó el modelo de gestión basado en procesos con un proyecto de la CentroSur que son las bodegas de la empresa eléctrica en donde la implementación fue de gran ayuda para el control de cada una de las fases constructivas por parte de fiscalización y del contratista en donde se pudo observar el control en cada proceso constructivo, pudiendo

aprobar la estructura metálica y poder realizar el acta de recepción de la misma en los tiempos establecidos y con los estándares de calidad exigidos, sin incurrir en gastos extras.

## **7 CONCLUSIONES**

Para garantizar un adecuado desarrollo del modelo de gestión basado en procesos se debe seguir paso a paso cada fase para evitar alterar el orden cronológico de cada actividad y de esta manera que el proceso se lleve de una forma ordenada y controlada en cada uno de sus procesos.

Luego de haber realizado el respectivo análisis de la empresa Galvasur con encuestas a sus colaboradores y visitas de campo se verificó que no tenían un orden al momento de realizar sus actividades lo cual afectaba de forma directa a cada una de las fases de trabajo, esta primera actividad fue el primer paso para sugerir un cambio a partir de este problema y plantear la implementación de una solución.

Se estableció una serie de procesos constructivos de una forma cronológica que se ejecuten paso a paso para establecer los criterios de aplicación dentro de la empresa en estudio con la intención de mejorar su sistema de producción de estructuras metálicas, y su rendimiento al momento de realizar el montaje de las mismas optimizando recursos económicos y administrativos.

Se implementó el modelo de gestión para la construcción y montaje de una estructura metálica para la CentroSur (empresa eléctrica) en donde se utilizó el modelo de gestión basado en los procesos y permitió la disminución de tiempo y garantizando que los procesos se lleven de una forma eficiente y controlados en todas sus fases de esta manera se dio cumplimiento a la normativa de la construcción de estructuras metálicas.

## **8 RECOMENDACIONES**

Para la implementación del modelo de gestión en la empresa es necesario realizar una capacitación a todos sus colaboradores, para indicarles cómo se van a llevar los procesos, la forma en cómo se deben realizar cada una de las actividades.

Para cada proyecto que se realice de construcción de estructuras metálicas se debe realizar un nuevo modelo de gestión con cada una de sus fases para evitar alterar el mismo y todos los procesos lleven un control adecuado.

Revisar periódicamente como se están llevando las actividades en la empresa luego de la implementación del modelo, para registrar algún inconveniente durante todo el proceso.

## 9 REFERENCIAS

- [1] E. Taípe, «Manual de fabricación y montaje de estructuras metálicas (Galpones)», Universidad de las Américas, 2014. Consultado: oct. 17, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3655/1/UDLA-EC-TTCD-2014-01%28S%29.pdf>
- [2] A. Gavidia y A. Subia, «Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio Tipo», Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10578/1/CD-6256.pdf>
- [3] D. Cordero, «Incorporación de conceptos de la metodología Lean en la fabricación y montaje de estructuras metálicas», TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN, COSTA RICA, 2015. [En línea]. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6738/incorporacion\\_conceptos\\_metodologia\\_lean\\_fabricacion\\_montaje\\_estructuras\\_metalicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6738/incorporacion_conceptos_metodologia_lean_fabricacion_montaje_estructuras_metalicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [4] L. Guerrero y A. Maldonado, «ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SU REPERCUSIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA M.A.C. PLAN ESTRATÉGICO PARA POTENCIAR LA PRODUCTIVIDAD 2016.pdf», Universidad Tecnológica Indoamericana, 2017.
- [5] Y. G. Huamán, «DISEÑO DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA EN LA EMPRESA METAL MECÁNICA FIXER SERVICIOS GENERALES S.A.C.», HUANCAYO – PERÚ, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCPC/1566>
- [6] A. Coaguila, «Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la Empresa O&C Metals S.A.C.», Universidad Católica de San Pablo, Arequipa, 2017.
- [7] H. Sandoval, «PROCESO DE MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA, SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA “TORRE C DEL ESTADIO GEORGE CAPWELL”, EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL», UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, Ecuador, 2018.

- [8] A. Castillo y D. Guimaray, «Análisis de procesos y propuesta de mejora en el área de producción de la empresa fabricaciones metálicas lujan s.a.c. de la ciudad de Trujillo», Trujillo -Peru, 2019.
- [9] I. Diaz, «APLICACIÓN DEL CODIGO AWS D1.1/D1.1M:2015 EN LA INSPECCION DE JUNTAS SOLDADAS DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS DEL PROYECTO AMPLIACION DEL MERCADO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CHANCA Y», Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”, Huacho-Peru, 2019.
- [10] K. García, «“Estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa tegmer de la ciudad de Riobamba”», UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA, AMBATO – ECUADOR, 2019.
- [11] D. Morales, «Optimización del proceso de montaje de estructuras en una refinería», Universidad de Piura, Peru, 2019.
- [12] V. Cruz y P. Rosa, «Modelo de Planificación Basado en Construcción Ajustada para Obras de Corta Duración», *18 1 107- 118 2007*, vol. 18, 2007, [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000100015>
- [13] J. A. P. F. de Velasco, *Gestion Por Procesos. 3 Edicion*. ESIC Editorial, 2009.
- [14] S. MARTÍNEZ y Á. NGONO, «BARRERAS QUE DIFICULTAN LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LAS ORGANIZACIONES», p. 26, 2019.
- [15] J. Beltran, M. Carmona, R. Carrasco, M. Rivas, y F. Tejedor, «Guia para una gestion basada en procesos». Instituto Andaluz de Tecnologia, 2009.
- [16] C. Camison, S. Cruz, y T. Gonzalez, *GESTIÓN DE LA CALIDAD: CONCEPTOS, ENFOQUES, MODELOS Y SISTEMAS*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S. A., 2006.
- [17] M. Á. Mallar, «LA GESTIÓN POR PROCESOS: UN ENFOQUE DE GESTIÓN EFICIENTE», *Revista Científica «Visión de Futuro»*, vol. 13, núm. 1, p. 23, jun. 2010.
- [18] Captio y C. Paco, «Como mejorar el desempeño de tu empresa con la gestion basada en procesos».
- [19] Ader, «Modelo de excelencia EFQM». Gobierno de la Rioja, 2014.
- [20] L. Prado, «LIDERAZGO Y GESTIÓN DE PERSONAL». 1998 Fundación OSD. [En línea]. Disponible en: <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/Liderazgo/LecturasFalt/liderazg.pdf>
- [21] R. Carro y D. Gonzalez, «Normalizacion Serie Normas ISO 9000». Universidad Nacional de Mar de Plata, 2010. [En línea]. Disponible en: [http://nulan.mdp.edu.ar/1615/1/10\\_normas\\_iso\\_9000.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1615/1/10_normas_iso_9000.pdf)
- [22] J. C. McCormac, *Diseño de estructuras de acero*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, 2015.
- [23] Norma Ecuatoriana de la Construcción, «NEC, Estructuras de acero». Dirección de comunicación Social, MIDUVI, dic. 2014.

- [24] American Welding Society, «Codigo de soldadura estructurar-acero». AWS, jul. 28, 2015.
- [25] C. Ahumada, «ANSI/AISC 360-10Specification». Asociación Latinoamericana del Acero. [En línea]. Disponible en: [acero@alacero.ERG](mailto:acero@alacero.ERG)
- [26] «2018PROCESO DE MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA, SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS EN LA CONSTRUCCION DE.pdf».











