

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“SUPERVISIÓN Y CONTROL APLICADO A LA FABRICACIÓN  
Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA CENTRO  
DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA LURIN - 2019”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:

Ingeniero Civil

**Autor:**

William Armando Flores Villalta

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores  
<https://orcid.org/0000-0003-3998-5671>

Lima - Perú

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por darme la fuerza,  
motivación necesaria para poder terminarla  
a pesar de ser un año muy complicado para  
mí. También a mis padres por su apoyo  
incondicional en todo momento, a mi hermana  
y sobrino.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por sobre todas las cosas ya que sin su ayuda nada sería posible. A mis padres por todo su apoyo desde el primer día que empecé la carrera, a la empresa ISG BUILDING PROJECTS S.A.C. por ayudarme con el desarrollo del proyecto en mención y a mi asesor MBA. Ing. Alejandro Vildoso por sus buenas recomendaciones para poder terminar con gran satisfacción este trabajo.

## INDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
Antecedentes de estudio.....	10
Descripcion de la Empresa.....	17
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>44</b>
Descripción del proyecto.....	44
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIA .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>
Anexo 1: Relación de los materiales y normas .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cuadro de GPS -----	46
<b>Tabla 2</b> Cuadro de puntos de control -----	46
<b>Tabla 3</b> Acero según ASTM A36 -----	63
<b>Tabla 4:</b> Procesos de corte -----	68
<b>Tabla 5</b> Parámetros de inspección de técnicas de bisel -----	69
<b>Tabla 6</b> Amperajes recomendados para electrodos E601 y E718 -----	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama de la Empresa -----	20
<b>Figura 2</b> Ingeniería de detalle en plataforma -----	20
<b>Figura 3</b> Desmontaje de Estructura Metálica-----	21
<b>Figura 4</b> Fabricación Y Montaje Colegio Abraham Lincoln-----	22
<b>Figura 5</b> Montaje Estructura Patio Central Colegio Santa Rosa De Lima Maryknoll -----	23
<b>Figura 6</b> Estructura Abovedada -----	25
<b>Figura 7</b> Estructuras Entramadas-----	26
<b>Figura 8</b> Estructuras Triangulares-----	27
<b>Figura 9</b> Estructuras Colgantes-----	27
<b>Figura 10</b> Estructuras Laminares-----	28
<b>Figura 11</b> Estructuras Geodésicas-----	28
<b>Figura 12</b> Soldadura Estructuras Metálicas-----	29
<b>Figura 13</b> Conexiones Empernadas -----	31
<b>Figura 14</b> Indicador de Tensión Directa-----	33
<b>Figura 15</b> Partes de Elementos Metálicos Montados -----	34
<b>Figura 16</b> Transmisión de Cargas en Estructuras Metálicas -----	35
<b>Figura 17</b> Pintura de Estructuras Metálicas -----	36
<b>Figura 18</b> Diagrama de Flujo-----	43
<b>Figura 19</b> Ubicación Geográfica -----	45
<b>Figura 20:</b> Fabricación de Estructuras Metálicas en la Construcción-----	56
<b>Figura 21:</b> Esquema de conexión Columna – Placa Base -----	66
<b>Figura 22:</b> Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas -----	67
<b>Figura 23:</b> Flujograma del proceso de montaje de una estructura -----	75

**Figura 24:** Herramientas de precisión----- 80

## RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia profesional permitió implementar una supervisión y control aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución Saga Falabella Lurin -2019 en base a los conocimientos recibidos en la Universidad, para luego aplicarlos durante mi estadía en la empresa ISG BUILDING PROJECTS S.A.C.

desempeñándome como asistente del residente de obra, con diversas funciones como el control de los avances, planificación, levantamiento de observaciones que se realizaron durante el proyecto desde la recepción de materiales hasta el montaje.

Como conclusión final, para la fabricación y montaje se debe ceñir estrictamente a lo indicado en los planos, supervisar que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas según norma.

Existen diferentes formas para la fabricación, planeación de un montaje de estructura metálica, es decir no hay un método único establecido como procedimiento correcto. Este trabajo se desarrolló con la finalidad de aportar procedimientos detallados para una supervisión y control aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para que futuras investigaciones puedan aplicarlos a proyectos similares.

**Palabras Claves:** Supervisión, estructura metálica, residente de obra, planificación, especificaciones técnicas.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el uso tradicional del hormigón armado ha formado parte importante en la construcción de las obras civiles, siendo el principal sistema para la elaboración de viviendas y edificaciones. Conforme se ha dado un crecimiento demográfico en el mundo los métodos de construcción tradicionales se han visto reemplazados por sistemas relativamente nuevos como los sistemas de acero estructural. (Pereira Reinteria, 2012) Durante los últimos años la industria metal mecánica ha ido creciendo e implementándose de manera progresiva en el mundo. El uso de estructuras metálicas soldadas constituye un proceso de fabricación con el cual se puede elaborar estructuras para soluciones habitacionales e industriales, mismas que poseen graves ventajas en comparación con la construcción de hormigón armado, tales como: tiempos reducidos de ejecución, alta resistencia del acero por unidad de peso, dimensiones menores de los elementos estructurales, soluciones económicas, entre otras (Bueno Carrasco, 2010), mismas que requieren al igual que la construcción de hormigón un control para garantizar la calidad.

En el Ecuador los distintos sectores de la industria se han desarrollado principalmente adoptando especificaciones y normativas extranjeras (en particular las de origen estadounidense), estas normativas empiezan adoptarse en el país con el inicio del boom petrolero en la década de los setenta debido a la explotación realizada principalmente por empresas norteamericanas. (M. Duarte, S. Dueñas, & D. Zorrila).

Dentro del rubro de la industria de la construcción, al momento de construir las losas aligeradas, el procedimiento de encofrado que se realiza abarca mucho tiempo. Luego de ello se realiza la colocación de los ladrillos (los cuales se caracterizan por ser pesados para que los manipule una persona), y se lleva a cabo la colocación del acero de refuerzo en las viguetas, para de esta manera terminar con el vaciado monolítico de la losa. Por ello la presente tesis

propondrá la aplicación del sistema de entresijos de viguetas prefabricadas a fin de reducir el tiempo que demanda todo el procedimiento anteriormente descrito, como también, el costo que éste implica. Se expondrá también la contribución de dicho sistema, en el aspecto sísmico. (Cueto Alberto, 2019).

Las losas aligeradas son elementos estructurales importantes en un proyecto, que se está en constante investigación para encontrar buenos materiales que mejoren su procedimiento constructivo aumentando el rendimiento y reduciendo su costo. Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior existen muchas ideas innovadoras para mejorar o sustituir los procesos constructivos con los que se cuentan actualmente. Por ese motivo buscamos un nuevo sistema de losas aligeradas que incluya nuevos materiales con un procedimiento constructivo más sencillos y que se competitivo con el sistema convencional y el sistema de viguetas pretensados. (Quingua Diaz , 2016)

Actualmente en el Perú las empresas constructoras buscan la manera de optimizar sus operaciones, es por eso por lo que se implementan distintos sistemas constructivos o medidas de control (Ej.: Encofrados metálicos o uso de materiales prefabricados). Es por eso que en la presente tesis se busca una manera de mejorar el proceso constructivo de los sistemas de losas aligeradas. (Quingua Diaz , 2016).

### **Antecedentes de estudio**

En el ámbito **internacional** tenemos:

Canga Ortiz & Beltran Ramirez, (2019), en la tesis **“CONTROL DE CALIDAD EN LA SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA METALICA DEL TERMINAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEL CANTON GUALACEO DE LA PROVINCIA DEL AZUAY”** que realizaron para la Univesidad Politecnica Salesiana sede Cuenca cuyo objetivo es aplicar la normativa Ecuatoriana RTE INEN 040 para garantizar la calidad de la soldadura de la estructura metalica del terminal de Transporte Terrestre del Canton Gualaceo de la Provincia de Azuay, determinaron que se realizaron tres tipos de END, los cuales

fueron: inspección visual, tintas penetrantes y ultrasonido industrial, para los criterios de aceptación y rechazo se aplicó la normativa AWS D1. 2015. y para la selección, mediante muestreo de los elementos soldados se aplicó el apéndice K, el cual nos indica como realizar la selección de los elementos a ensayar mediante porcentajes. En los END mediante el método de inspección visual tanto en la fabricación como en el montaje no se encontraron discontinuidades en las juntas soldadas que sobrepasen los límites para ser considerada rechazada, en los END con tintas penetrantes no se encontraron discontinuidades en las juntas soldadas que sobrepasen los límites para ser considerado rechazada, en los EDN con ultrasonido industrial se encontraron discontinuidades que si sobrepasaron los límites permitidos por la normativa, se tuvieron que reparar algunas juntas las cuales se aprobaron luego de la reparación.

Armijos Galarza, (2015) en la tesis **“PATOLOGÍAS POR DEFICIENCIAS EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS”** que realizó para la Universidad De Especialidades Espíritu Santo por el título de ingeniero civil la cual tiene como objetivo Identificar errores constructivos que se han generado en edificios de estructura metálica, tanto en las fases de fabricación como en la de montaje, para corregir estos problemas de manera técnica determina que algunos de los errores presentados se debieron a una incorrecta interpretación del detallamiento en los planos estructurales. De la experiencia en fiscalización de obras, se puede afirmar que algunos de los problemas se debieron a la falta de criterio de los trabajadores y a la falta de supervisión del personal técnico del contratista encargado del control de calidad, además, La participación efectiva de una fiscalización técnica y competente permite realizar un trabajo de garantía de calidad para identificar, evitar y corregir los problemas de patologías estructurales, y por último La participación efectiva de una fiscalización técnica y competente permite realizar un trabajo de

garantía de calidad para identificar, evitar y corregir los problemas de patologías

estructurales.

**Guerrero Burbano, (2017), en la tesis “DISEÑO DE UN PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE PUENTES**

**METÁLICOS DE VIGAS DE ALMA LLENA PARA LUCES MAYORES A 40**

**METROS Y MENORES A 100 METROS EN LA EMPRESA BULLCANDLE**

**COMPANY CIA.LTDA.”** que realizo para la Universidad Técnica De Ambato que tiene

como objetivo diseñar un proceso de control de calidad para la construcción y montaje de

puentes metálicos de vigas de alma llena para luces mayores a 40 metros y menores a 100

metros para la empresa BULLCANDLE COMPANY CIA. LTDA determina que no solo es

suficiente tener una estrategia de calidad, sino que se lo debe aplicar; se da como resultado

aprovechar todos los cambios generados en la estrategia, formatos y herramientas construidos

en el presente trabajo para el mejoramiento de la calidad del producto, además, el

procedimiento de montaje de puentes en la empresa BULLCANDLE se lo realizaba de

manera rudimentaria sin el uso de estudios técnicos, después de haber analizado los datos

tomados de los proyectos anteriores y conocidos los procesos aplicados se establece un

procedimiento adecuado dependiendo del obstáculo a superar el cual cumple mecanismos

técnicos y comprobados para una mejor optimización de recursos.

**Navarrete Zuñiga, (2019), en la tesis “MODELAMIENTO DE PROCESOS DE LOGÍSTICA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE DESPACHOS DE**

**ESTRUCTURAS METÁLICAS E INSUMOS A OBRAS EN LA COMPAÑÍA**

**ESTRUCTURA DE HIERRO EDEHSAS.A.”** que realizo para la Universidad de

Guayaquil y que tiene como objetivo diseñar un proceso de logística para la planificación y

control de los traslados de materiales y estructuras metálicas para minimizar los riesgos de

retraso de los proyectos determino que el principal problema de logística para el traslado de

estructuras a las diferentes obras se veía afectada por la falta de planificación y control de los requerimientos solicitados por el residente de obra, haciendo que la producción no cumpliera con los tiempos de entrega de las estructuras ocasionando retrasos en los entregables de las obras, por otro lado, con la actualización del modelo actual se pudo tener un mejor control de los requerimientos de obra para el desarrollo del proyecto, también se consideró realizar en primera instancia la creación del diseño de órdenes de taller para luego proceder con la generación de requerimientos de montaje y así reducir tiempos de aprobación por parte del jefe de producción para el abastecimiento de materia prima debido que esta ya está contemplada en la planificación general.

Narvaez Polania & Ruiz Prieto, (2021) en la tesis **“CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN ESTRUCTURA METÁLICA DE EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA CON GRADO DE DISIPACIÓN SÍSMICA MODERADO “DMO”** que realizaron para la Universidad Distrital Francisco José De Caldas por el título de ingeniero civil cuyo objetivo es realizar un manual con los criterios de inspección y evaluación para labores de interventoría en la construcción de edificios de estructura metálica de altura mediana con disipación de energía moderada determinaron que gracias a los diferentes formatos de inspección propuestos, se fundamenta la base para revisar minuciosamente cada una de las actividades que comprenden la construcción de estructuras metálicas, desde su conexión a la cimentación hasta los acabados tales como la pintura; considerando los parámetros de normas técnicas de una manera consolidada, pero sin dejar de lado la rigurosidad y la buena práctica laboral, además se logra determinar cuáles son los parámetros de inspección y de interventoría necesarios para una estructura metálica, enfocándonos en una edificación de altura media de disipación de energía moderada, teniendo en cuenta sólo elementos estructurales analizando a fondo los componentes más importantes de la misma, desde la

cimentación, pasando por, uniones soldadas, uniones atornilladas, izaje, reconocimiento de elementos metálicos hasta los acabados.

Como antecedentes **nacionales** podemos mencionar:

Rivera Granados, (2017), en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA PRE-FABRICADO DE LOSA ALIGERADA VIGACERO VS EL SISTEMA CONVENCIONAL DE UNA EDIFICACION DE 6 PISOS EN HUANCAYO, 2016”** que realizo para Universidad Peruana Los Andes por el titulo de ingeniero civil y que tiene como objetivo comparar el nivel de aporte del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional para alcanzar mejores resultados en la construcción de losa de entrepiso de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016, determina, que la ventaja más destacada del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero es agilizar los tiempos de montaje simplificando los procesos de trabajo, mejorando el desempeño de mano de obra al tratar con elementos livianos y anular tiempos muertos, para el desarrollo de un trabajo continuo y organizado. De manera general entonces es posible reducir el tiempo de ejecución del entrepiso en 27 días principalmente por ser un sistema auto soportante que no requiere encofrado.

Cueto Alberto, (2019), en su tesis **“DISEÑO DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR EMPLEANDO SISTEMA DE ENTREPISOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, LIMA”** que realizo para la Universidad Nacional Federico Villarreal, por el titulo de ingeniero civil cuyo objetivo es realizar el diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima. Determino que Las viguetas prefabricadas de acero llamadas “vigacero” tienen una sección transversal en forma de doble te invertida (TT) y reemplazan al acero estructural. De acuerdo a las especificaciones para este sistema, la separación de viguetas es un poco más del doble que las viguetas

convencionales además de hacer innecesario el uso de encofrados. Por ello es posible reducir la cantidad de materiales a emplear, haciendo posible una reducción de costos en la ejecución del proyecto de edificación, además del tiempo que éste demanda.

Gonzales Zorrilla, (2019), en su tesis “ **CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS TIPO TUBULARES DE 1.6 TON. URBANIZACION NUEVA FUERABAMBA-CHALHUAHUACHO-APURIMAC** ” que realizo para la Universidad Nacional Del Callao y que tiene como objetivo Asegurar que los procedimientos seguidos en el control de la calidad en la fabricación y montaje de estructuras metálicas tipo tubulares de 1.6 Ton. Garanticen la habilitación segura de las viviendas multifamiliares en la Urbanización Nueva Fuerabamba - Chalhuhuacho – Apurímac, determina que el uso de los procedimientos de fabricación de estructuras metálicas dio como resultado la entrega de un producto según lo requerido en el expediente técnico del proyecto, además, los perfiles de acero usados para el montaje de las estructuras metálicas se armaron con facilidad mediante pernos y soldadura, cumpliendo con los plazos de entregas de cada vivienda.

Quingua Diaz , (2016) en su tesis “**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN NUEVO SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS UTILIZANDO VIGUETAS METÁLICAS DE PLANCHA DELGADA Y BLOQUES DE EPS PARA OFICINAS**” que realizo para la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas por el titulo de ingeniero civil y que tiene por objetivo realizar un análisis técnico y económico del nuevo sistema de losas aligeradas para demostrar si es que es conveniente la implementación en obra de este tipo de losas para mejorar los tiempos, el costo, la trabajabilidad, y la limpieza determino que El EPS brinda diversas características que lo ponen como una mejor opción ante el ladrillo de arcilla normal (más liviano, mejor comportamiento acústico, poca absorción de agua, auto extingible, etc.). Mientras que la vigueta metálica posee propiedades para que cumpla su

doble funcionalidad de acero de refuerzo y encofrado. Los materiales característicos a utilizar en la ejecución de losas (EPS y viguetas metálicas), no perjudican al medio ambiente de manera significativa, por otro lado, Tanto la vigueta metálica y la vigueta pretensada tienen la ventaja de utilizarse como encofrado, lo cual genera un ahorro significativo en el costo, lo único en que se diferencian estos sistemas es la separación de los puntales; en cambio en el sistema convencional por no tener esta característica, la gran cantidad de encofrado que se utiliza por m<sup>2</sup> se refleja en el costo.

Mendoza Acosta, (2018), en la tesis **“SISTEMA METÁLICO TUBEST PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE NAVES INDUSTRIALES EN LIMA EN EL 2018”** que realizó para la Universidad Cesar Vallejo por el título de ingeniero civil y cuyo objetivo es evaluar el sistema Tubest para la optimización en la construcción de una nave industrial en Lima en el año 2017 determina que En cuanto a montaje con el sistema metálico Tubest se obtuvo un mayor rendimiento en campo debido a que el detalle de ingeniería brindado por Tupemesa y la comunicación entre fabricante y montista, esto sumado a la rapidez de la colocación de conexiones atornilladas se logró alcanzar un rendimiento para vigas y columnas de 2080 kg/día y 2994 kg/día respectivamente Logrando montar toda la nave industrial en 35 Días. A comparación que con el sistema de alma llena que al tener que soldar traveses, realizar los barrenos en campo y contar con traveses más pesados se cuenta con una disminución en el rendimiento llegando a ser de 2048kg/día para columnas y 2944 kg/día. Lo cual, sumado al mayor peso de la nave con este sistema hace que la nave industrial se monte en 54 días. En conclusión, se obtuvo una disminución del 35 % (tabla 17) en los tiempos del montaje, de esta manera Tubest optimiza los tiempos de montaje de una nave industrial.



## **Descripcion de la Empresa**

### **➤ ISG BUILDING PROJECTS S.A.C.**

ISG BUILDING PROJECTS S.A.C. Es una empresa peruana que en los últimos 2 años ha venido desarrollando Proyectos Metal-Mecánicos a Nivel de Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Fabricación y Montaje en el sector industrial y comercial. Como complemento y de acuerdo a los requerimientos de los clientes ISG BUILDING PROJECTS S.A.C. ejecuta obras de cimentaciones, cercos perimétricos, muros de contención.

ISG BUILDING PROJECTS Cuenta con un equipo de profesionales, técnicos e inspectores en soldadura con certificación CWI, así también una Gama de equipos especializados que garantizan la calidad de nuestros procesos.

## **VISION**

Ser la empresa líder del mercado en desarrollo de ingeniería de detalle y construcciones metálicas, reconocida a nivel nacional por la calidad y eficiencia en los servicios brindados.

## **MISION**

Somos una empresa cuya misión es brindar servicios de ingeniería, fabricación y montaje de construcciones metálicas para la instalación de plantas industriales, locales comerciales, centros institucionales, colegios y empresas privadas, ejecutando los proyectos dentro del plazo y costo previsto, cumpliendo estándares de calidad y seguridad, respetando el medio ambiente, con profesionales que aportan valor agregado al proyecto y hacen uso permanente de la innovación tecnológica en los procesos constructivos.

## **VALORES**

ISG Building Projects SAC se posiciona en el mercado gracias al respeto a nuestros valores fundamentales corporativos que son:

- Cumplimiento en lo ofrecido al cliente.

- Criterio para dar la mejor solución a los requerimientos del cliente.
- Creatividad para el desarrollo de alternativas.
- Desarrollo Continuo.

## **NUESTROS SERVICIOS**

### **Área de Metalmecánica**

- Calculo, Análisis, Diseño y Evaluación Estructural.
- Elaboración de Planos de Fabricación y Montaje con Software TEKLA

### **STRUCTURES.**

• Suministro, Preparación Superficial, Fabricación, Protección Superficial, Transporte y Montaje de Estructuras Metálicas.

- Carpintería Metálica.
- Suministro e Instalación de Coberturas Metálicas.
- Desmontaje y Mantenimiento de Estructuras Metálicas.

### **Área de Obras Civiles**

• Calculo, Análisis, Diseño y Evaluación Estructural.

• Demolición y Eliminación de Estructuras de Concreto.

• Movimiento de Tierras: Excavación, Corte, Relleno y Eliminación.

• Obras de Concreto Armado: Cimentaciones Superficiales, Columnas, Placas, Muros de Contención, Losas de Piso, Losa Colaborante.

- Estudios de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación y Pavimentación.
- Acabados en General.

## **DATOS DE LA EMPRESA**

RAZON SOCIAL: ISG BUILDING PROJECTS S.A.C.

RUC: 20601298032

DIRECCIÓN: Mz. H Lte. 20 – Urb. San Gabriel – S.J.L.

TELEFONOS: Oficina Comercial Teléfono: 01 704 2878

EMAIL: isg.bpsac@gmail.com

TALLER DE FABRICACIÓN: Av. Perú Mz. EF Lote 4 Urbanización El Palomar

## JICAMARCA

### CONTACTOS

Representante Comercial SOTO FUENTES S. Cel. 953 686 972

Gerencia de Operaciones Ing. MUÑOZ ANTICONA, GIAN C. Cel. 948 332 847

Gerencia de Proyectos Metalmecánica Ing. YAURI PAREDES, HUGO E. Cel. 952  
791 452.

### PROYECTOS REALIZADOS

#### **PROYECTO: SUM. DE MATERIALES, FABRICACIÓN Y MONTAJE**

#### **ESCALERA HELICOIDAL PABELLON D – UPC SAN MIGUEL (EN PROCESO)**

UBICACIÓN: Av. La Marina 2810, San Miguel

SERVICIO: Suministro de Materiales, Fabricación y Montaje de Escalera Helicoidal  
Tramo 2, 3 y 4 Pabellón D UPC – San Miguel

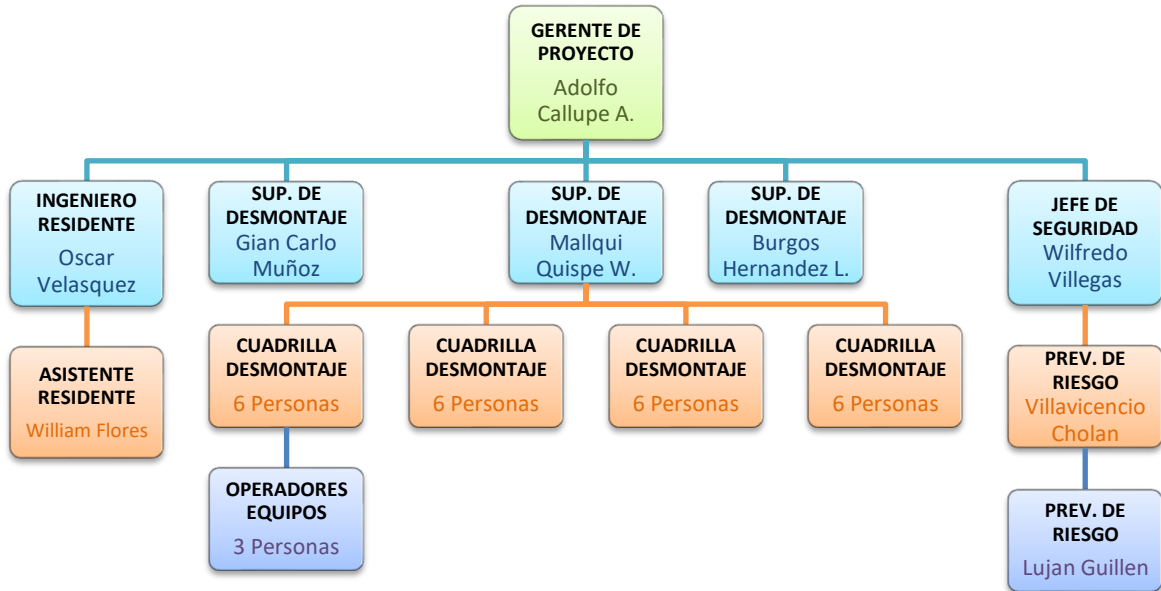
CLIENTE: Edificaciones del Sur S.A.C.

USUARIO FINAL: UPC FECHA: febrero 2020

OTROS SERVICIOS DESARROLLADOS: Desarrollo de Ingeniería de Detalle en  
Plataforma TEKLA STRUCTURES.

## Organigrama de la Empresa

**Figura 1**  
*Organigrama de la Empresa*



Fuente: ISG BUILDING PROJECTS

**Figura 2**  
*Ingeniería de detalle en plataforma*



Fuente: ISG BUILDING PROJECTS

## PROYECTO: SUM. DE MATERIALES, FABRICACIÓN Y MONTAJE

### AMPLIACIÓN PABELLON A, B Y C – UPC SAN MIGUEL

UBICACIÓN: Av. La Marina 2810, San Miguel

SERVICIO: Suministro de Materiales, Fabricación y Montaje de Estructuras Metálicas

Pabellón A, B y C UPC – San Miguel

CLIENTE: Edificaciones del Sur S.A.C.

USUARIO FINAL: UPC FECHA: noviembre 2019 – enero 2020

OTROS SERVICIOS DESARROLLADOS: Desmontaje de Estructura Metálica Existente Pabellón C y D.

#### Figura

3

*Desmontaje de Estructura Metálica*



Fuente: ISG BUILDING PROJECTS

**PROYECTO: SUM. DE MATERIALES, FABRICACIÓN Y MONTAJE**

**CUBIERTA PATIO PRINCIPAL COLEGIO ABRAHAM LINCOLN**

UBICACIÓN: Av. José Antonio 475 Urb. Parque Monterrico La Molina

SERVICIO: Suministro de Materiales, Fabricación y Montaje de Estructuras Metálicas

Cubierta Patio Principal

CLIENTE: TENSCO E.I.R.L.

USUARIO FINAL: Colegio Peruano Norteamericano Abraham Lincoln FECHA:

septiembre 2019 – octubre 2019

OTROS SERVICIOS DESARROLLADOS: E.M.S. y Calculo y Diseño Estructural.

**Figura 4**

*Fabricación Y Montaje Colegio Abraham Lincoln*



Fuente: ISG BUILDING PROJECTS

**PROYECTO: SUM. DE MAT. FAB. Y MONTAJE ESTRUCTURA PATIO**

**CENTRAL COLEGIO SANTA ROSA DE LIMA MARYKNOLL**

UBICACIÓN: Jr. Joaquín Bernal N° 650 - Lince SERVICIO: sum. de Materiales,

Fabricación y Montaje de Est. Metálicas Patio Central CLIENTE: TENSCO E.I.R.L.

USUARIO FINAL: Colegio Santa Rosa de Lima Maryknoll FECHA: agosto 2019.

**Figura 5**

*Montaje Estructura Patio Central Colegio Santa Rosa De Lima Maryknoll*



Fuente: ISG BUILDING PROJECTS

## Objetivo

### Objetivo General

Implementar una supervisión y control aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.

### Objetivo Especifico

- Describir la supervisión y control de recepción de materiales aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.
- Describir la supervisión y control de la fabricación de estructura metálica aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.
- Describir la supervisión y control de tolerancia y montaje aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### Estructuras metálicas

Se define como cualquier estructura donde la mayoría de las partes que la forman son materiales metálicos (80%), normalmente acero. Las estructuras metálicas se utilizan por norma general en el sector industrial porque tienen excelentes características para la construcción, son muy funcionales y su costo de producción suele ser más barato que otro tipo de estructuras. Normalmente cualquier proyecto de ingeniería, arquitectura, etc. utiliza estructuras metálicas.

El acero es una combinación de hierro (Fe) y carbono (C) siempre que el porcentaje de carbono sea inferior al 2%. Este porcentaje de carbono suele variar entre el 0,05% y el 2% como máximo. A veces se incorpora a la aleación otros materiales como el Cr (Cromo), el Ni (Níquel) o el Mn (Manganeso) con el fin de conseguir determinadas propiedades y se llaman aceros aleados.

### Tipos de estructuras Metálicas

#### Estructuras Abovedadas

Estas estructuras son todas aquellas en las que se emplean bóvedas, cúpulas y arcos para repartir y equilibrar el peso de la estructura, como por ejemplo puede verse en las catedrales o iglesias.

**Figura 6**  
*Estructura Abovedada*



*Fuente:* [proyectedestructurasmetalicas.blogspot.com](http://proyectedestructurasmetalicas.blogspot.com).

## Estructuras Entramadas

Estas son las más comunes ya que son las que utilizan la mayoría de los edificios que podemos ver en cualquier ciudad. Emplean una gran cantidad de vigas, pilares, columnas y cimientos, es decir, una gran cantidad de elementos horizontales y verticales para repartir y equilibrar el peso de la estructura. Estas estructuras son más ligeras porque emplean menos elementos que las abovedadas por ejemplo y así pueden conseguirse edificios de gran altura.

**Figura 7**  
*Estructuras Entramadas*



*Fuente:* [proyectedestructurasmetalicas.blogspot.com](http://proyectedestructurasmetalicas.blogspot.com).

## Estructuras Trianguladas

Las trianguladas se caracterizan como su propio nombre indica por disponer sus elementos de forma triangular, suelen ser muy ligeras y económicas. Suelen utilizarse para la construcción de puentes y naves industriales. En estos casos hay dos formas que son las más utilizadas, la cercha y la celosía.

**Figura 8**  
*Estructuras Triangulares*



Fuente: iesbinefar.es

### **Estructuras Colgantes**

Las estructuras colgantes son aquellas que utilizan cables o barras (tirantes) que van unidos a soportes muy resistentes (cimientos y pilares). Los tirantes estabilizan la estructura.

**Figura 9**  
*Estructuras Colgantes*



### **Estructuras Laminares**

Todas aquellas formadas por láminas resistentes que están conectadas entre sí y que sin alguna de ellas la estructura se volvería inestable, como pueden ser las carrocerías y fuselajes de coches y aviones.

**Figura 10**  
*Estructuras Laminas*



### **Estructuras Geodésicas**

Son estructuras poco comunes que están formadas por hexágonos o pentágonos y suelen ser muy resistentes y ligeras. Son estructuras que normalmente tienen forma de esfera o cilindro.

**Figura 11**  
*Estructuras Geodésicas*



### **Montaje de estructuras metálicas**

Para que todos los elementos de la estructura metálica se comporten perfectamente según se ha diseñado es necesario que estén ensamblados o unidos de alguna manera. Para escoger el tipo de unión hay que tener en cuenta cómo se comporta la conexión que se va a hacer y cómo se va a montar esa conexión. Existen conexiones rígidas, semirrígidas y

flexibles. Algunas de esas conexiones a veces necesitan que sean desmontables, que giren, que se deslicen, etc.

Dependiendo de ello tendremos dos tipos de uniones:

- **Por Soldadura:** La soldadura es la más común en estructuras metálicas de acero y no es más que la unión de dos piezas metálicas mediante el calor. Aplicándoles calor conseguiremos que se fusionen las superficies de las dos piezas, a veces necesitando un material extra para soldar las dos piezas.

**Figura 12**  
*Soldadura Estructuras Metálicas*



Principales tipos de soldadura:

### **Soldadura manual (MMA/SMAW)**

La Soldadura Manual con Electrodo revestido es los más antiguos y versátiles de los distintos procesos de soldadura por arco.

El arco eléctrico se mantiene entre el final del electrodo revestido y la pieza a soldar. Cuando el metal se funde, las gotas del electrodo se transfieren a través del arco al baño del metal fundido, protegiéndose de la atmósfera por los gases producidos en la descomposición del revestimiento. La escoria fundida flota en la parte superior del baño de soldadura, desde donde protege al metal depositado de la atmósfera durante el proceso de solidificación. La

escoria debe eliminarse después de cada pasada de soldadura. Se fabrican cientos de tipos diferentes de electrodos, a menudo conteniendo aleaciones que proporcionan resistencia, dureza y ductilidad a la soldadura. A pesar de ser un proceso relativamente lento, debido a los cambios del electrodo y a tener que eliminar la escoria, aún sigue siendo una de las técnicas más flexibles y se utiliza con ventaja en zonas de difícil acceso.

### **Soldadura GTAW/TIG**

La soldadura TIG, es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible.

El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

La soldadura TIG, proporciona unas soldaduras excepcionalmente limpias y de gran calidad, debido a que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza.

### **Soldadura arco sumergido SAW**

El arco de soldadura, sumergido bajo una capa de flux, funde el electrodo (alambre desnudo), el metal base y parte del flux, quedando el cordón protegido de oxidaciones y nitruraciones por una capa de escoria. El alambre o electrodo desnudo se alimenta a través de unos rodillos de arrastre controlando la velocidad con un motor, dependiendo de la intensidad de la velocidad de alimentación. El flux depositado en una tolva cae por gravedad sobre el arco eléctrico, pudiendo reciclar este mismo. Podemos diferenciar dos tipos de fluxes según su fabricación: aglomerados y fundidos.

### **Soldadura MIG/MAG o GMAW**

Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco

como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

### **Soldadura con Hilos Tubulares FCAW**

La soldadura con hilos tubulares, es muy parecida a la soldadura MIG/MAG en cuanto a manejo y equipamiento se refiere. Sin embargo, el electrodo continuo no es sólido sino que está constituido por un tubo metálico hueco que rodea al núcleo, relleno de flux. El electrodo se forma, a partir de una banda metálica que es conformada en forma de U en una primera fase, en cuyo interior se deposita a continuación el flux y los elementos aleantes, cerrándose después mediante una serie de rodillos de conformado.

- Por Pernos: Los pernos son conexiones rápidas que normalmente se aplican a estructuras de acero ligeras, como por ejemplo para fijar chapas o vigas ligeras.

**Figura 13**  
*Conexiones Empernadas*



Fuente: Supernova México.

Existen en la actualidad 4 métodos para realizar la instalación en pretensión de pernos de alta resistencia, a saber:

#### **Método de Control de Torque**

Uno de los métodos para realizar la precarga del perno es el método de Control de Torque, el mismo que consiste en registrar un torque determinado en el instrumento

instalador, el cual transmite esta energía de torque en el perno y se aprecia en una elongación determinada y por ende se obtiene la precarga deseada, la llave se detiene una vez que alcanza el torque especificado. Estudios realizados a este método han indicado la variabilidad de la relación torque-tensión, que en promedio es de  $\pm 40\%$ . Es decir que un perno al cual se le proporciona un torque determinado obtendrá la tensión requerida, pero el siguiente perno a instalar podría necesitar un mayor torque para la misma tensión requerida, o instalarlo con el mismo torque y obtener una menor tensión, esta variación es causada principalmente por las condiciones superficiales bajo las tuercas, lubricación, factores como la corrosión de las roscas de pernos y tuercas, cambios en el aire comprimido de la llave y mangueras.

### **Método de Control de Tensión**

Algunos pernos son instalados con calibradores de tensión, los cuales miden directamente la tensión en el perno y con esto se puede ajustar la llave para que se detenga en un valor mínimo del 5% más de la precarga deseada. Método de Giro de la Tuerca Otro de los métodos para realizar la instalación de precarga es el método del Giro de la Tuerca utilizando llaves de impacto. Este método depende del control de desplazamientos, una vez alcanzada la posición de perno ajustado, a la tuerca se le añade un adicional de  $1/2$  o  $3/4$  etc. de giro, dependiendo de la longitud del perno. La condición de perno ajustado es definida como el punto en el cual el impacto se hace presente en la llave.

Esto ocurre cuando el giro de la tuerca es resistido por la fricción entre la cara de la tuerca y la superficie de las placas de acero juntas. Este ajuste induce pequeñas fuerzas de sujeción en los pernos. En la condición de perno ajustado estas fuerzas de sujeción pueden variar considerablemente ya que las elongaciones aún están dentro del rango elástico. El promedio de esta fuerza de sujeción es de 26 kips.



### Método DTI, Indicador de Tensión Directa

Para este método se debe utilizar la normativa ASTM F959, la cual indica las especificaciones de arandelas de compresión para ser utilizadas con el método DTI. Este método se caracteriza en hacer llegar al perno a la pretensión mínima de un 1.05 veces el especificado en la figura 14.

**Figura 14**  
*Indicador de Tensión Directa*

Diámetro Nominal del Perno <i>db</i> , plg.	Pretensión Mínima para Perno <i>Tm</i> , kips (a)	
	Pernos ASTM A325 Y F1852	Pernos ASTM A490
1/2	12	15
5/8	19	24
3/4	28	35
7/8	39	49
1	51	64
1 1/8	56	80
1 1/4	71	102
1 3/8	85	121
1 1/2	103	148

(a) Igual al 70 por ciento de la Resistencia mínima para pernos como se detalla en las Especificaciones para ensayos de pernos en especímenes completos ASTM A325 y A490 con roscas UNC cargados en tensión axial, redondeado al más cercano *kip*

Fuente: Specifications for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts

### Estructura Metálica Principal:

La estructura metálica principal se compone de todos aquellos elementos que estabilizan y transfieren las cargas a los cimientos (que normalmente son de hormigón reforzado). La estructura metálica principal es la que asegura que no se vuelque, que sea resistente y que no se deforme. Normalmente está formada de los siguientes elementos:

**Vigas Metálicas:** Las vigas metálicas son barras horizontales que trabajan a flexión.

Dependiendo de las acciones a las que se les someta sus fibras Inferiores están

sometidas a tracción y las superiores a compresión. Existen varios tipos de vigas metálicas y cada una de ellas tiene un propósito ya que según su forma soportan mejor unos esfuerzos u otros.

**Viguetas:** Son las vigas que se colocan muy cerca unas de otras para soportar el techo o el piso de un edificio.

**Dinteles:** Los dinteles son las vigas que se pueden ver sobre una abertura, por ejemplo, las que están sobre las puertas o ventanas. sin terminar, suelen ser las vigas que vemos.

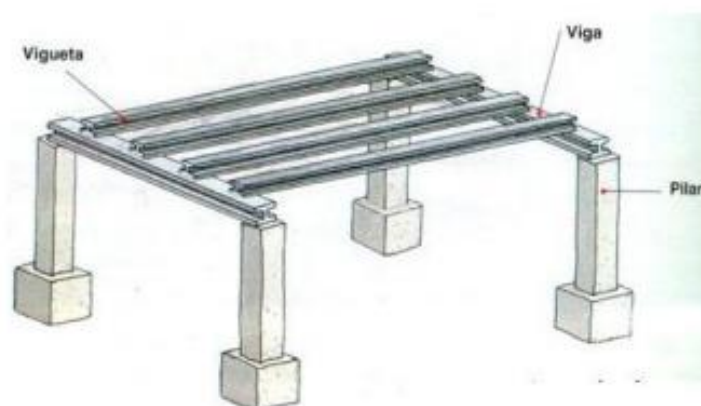
**Vigas de Tímpano:** Estas son las que soportan las paredes o también parte del techo de los edificios.

**Largueros:** También conocidas como travesaños o carreras son las que soportan cargas concentradas en puntos aislados a lo largo de la longitud de un edificio.

**Pilares metálicos:** Los pilares metálicos son los elementos verticales, todos los pilares reciben esfuerzos de tipo axial, es decir, a compresión. También se les llama montantes.

**Estructura Metálica Secundaria:** Esta estructura consta fundamentalmente a la fachada y a la cubierta, lo que llamamos también subestructura y se coloca sobre la estructura metálica principal, y ésta puede ser metálica o de hormigón.

**Figura 15**  
*Partes de Elementos Metálicos Montados*



## Transmisión de cargas en estructuras metálicas

Las fuerzas o cargas que soportan las estructuras se van repartiendo por los diferentes elementos de la estructura, pero las cargas siempre van a ir a parar al mismo sitio, a los cimientos o zapatas. Veamos cómo se distribuye la fuerza del peso sobre la vigueta de un piso superior hasta llegar a los cimientos en la siguiente figura:

**Figura 16**  
*Transmisión de Cargas en Estructuras Metálicas*



## Pintura de estructuras metálicas

Las pinturas son sustancias líquidas (casi siempre) que mediante el proceso de secado se transforman en sustancias sólidas, quedando adheridas en forma de film sobre el sustrato respectivo. Las pinturas y todos los productos químicos requieren estar almacenados en lugares secos protegidos de la lluvia o el sol y a una temperatura ambiente promedio (10° a 25°C).

**Figura 17**  
*Pintura de Estructuras Metálicas*



Fuente: Sherwin Williams.

### **Aspectos Normativos**

La normatividad esta descrita según las especificaciones técnicas del proyecto.

Las Normas listadas abajo forman parte de la especificación. Todos los trabajos deberán estar conformes con lo especificado en estas excepto indicación específica en los planos de diseño:

**ISO: International Organization for Standardization**, la Organización Internacional de Estandarización es una organización que tiene la función de crear y promover el desarrollo de normas internacionales, tanto de productos como de servicios, a través de la estandarización de normas voluntarias que se usan en las empresas para su mayor eficiencia y rentabilidad económica.

**ISO 9001: Requisitos para el sistema de Gestión de Calidad**, esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad para que una organización demuestre su capacidad de proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente los legales y reglamentarios aplicables.

**ISO 10013: la Organización Internacional de estandarización**, Esta norma proporciona lineamientos para el desarrollo, preparación y control de manuales de calidad, elaborados para las necesidades específicas del usuario.

**ISO 13920 International Organization for Standardization General tolerances**

**for welded constructions,** Esta norma Describe las Tolerancias generales en construcciones soldadas tanto en sus dimensiones longitudinales como angulares.

**AISC: American Institute of Steel Construction,** El Instituto Americano de construcción en Acero es una asociación que emite normas para el diseño de estructuras de acero estructural.

**AISC 360: American Institute of Steel Construction,** Esta Norma establece criterios para el diseño, fabricación y el montaje de edificios de acero estructural y otras estructuras.

**AISC 303: Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges** o también llamado código prácticas estándar para edificios y puentes de acero.

**RNE 090: Reglamento Nacional de Edificaciones Para Estructuras metálicas:** Esta Norma describe el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones conforme los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por Esfuerzos Permisibles (ASD).

**ASTM: American Society for Testing and Materials,** La sociedad americana de ensayos y materiales es la encargada de emitir normas técnicas de materiales, productos, sistemas y servicios así también como realizar métodos de pruebas de las mismas.

**ASTM A36M: Standard Specification for Carbon Structural Steel,** la Especificación estándar para acero estructural al carbono Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

**ASTM A325M: Standard Specification for Structural Bolts,** es un estándar para pernos estructurales hexagonales tratado térmicamente de alta resistencia.

**AWS: American Welding Society**, La sociedad americana de soldadura es una institución que provee asistencia técnica y liderazgo en la aplicación de los procesos de soldadura y unión de aleaciones, incluidos la soldadura fuerte, y la pulverización térmica.

**AWS D1.1: Structural Welding Code**, El código de soldadura de acero estructural contiene los requerimientos para el diseño, calificación, fabricación, inspección y reparación de procesos de soldadura.

**AWS A 5.1:** Esta especificación de soldadura se refiere al uso de electrodos revestidos para soldadura de aceros al carbono.

**AWS A 5.18:** la especificación abarca los requisitos del material de aporte para procesos con protección gaseosa (MIG/MAG, TIG y plasma).

**SSPC: Society for Protective Coating**, La Sociedad de recubrimientos protectores es una institución que desarrolla y publica estándares industriales ampliamente utilizados para la preparación de superficies, la selección de recubrimientos, la aplicación de recubrimientos, la certificación de contratistas de pintura y las pruebas.

**SSPC- SP2: Society for Protective Coating**, Es una norma que describe la preparación de superficie utilizando herramientas manuales (cepillos manuales, lijas, etc.).

**SSPC-SP3: Society for Protective Coating**, Es una norma que describe la preparación de superficie utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes.

**SSPC- SP6: Society for Protective Coating**, Es una norma que describe Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado – Grado Comercial.

## Simbología Técnica

En este punto se detallan definiciones usados en este trabajo para una mejor comprensión del mismo.

**Packing list:** Lista de estructuras metálicas fabricadas, embaladas y lista para entrega a obra.

**Check list:** Lista de partes de equipos en donde se establece el estado como se encuentra.

**Punch list:** documento realizado cerca del final de un proyecto donde se describe el trabajo que no cumple con las especificaciones del contrato y que el contratista debe levantarlos para finalizar el proyecto.

**ASTM A36:** Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

### **SSPC-SP6 Limpieza a Chorro hasta lograr una Superficie Casi Blanca:**

Eliminación de casi toda la escama de laminación, herrumbre, escamas de oxidación, pintura o materia extraña por medio de abrasivos (arena, moyuelo, munición) pueden quedar las sombras, ralladuras o decoloraciones muy ligeras producidas por manchas de oxidación, óxidos de escamas de laminación o residuos ligeros muy adheridos de pintura o recubrimientos.

**No Conformidad:** Incumplimiento de los requisitos especificados en el diseño.

**Procedimiento de Soldadura:** Especificación escrita y detallada de los procesos, métodos, variables operativas, posiciones, diseño geométrico, características físicas químicas del Material base y de aporte; con el objetivo de definir la construcción básica de una unión soldada.

**Grúa:** Es una máquina diseñada para izar carga basada en el principio de la palanca mediante un contrapeso, un punto de apoyo y carga que se desea izar.

**Rigger:** Es un auxiliar del operador de grúas, apoya y guía al operador de grúas por señales, mientras este se encuentra operando la máquina de elevación.

**Registro:** Es toda aquella información suficiente y necesaria para demostrar la ejecución de una actividad establecida en el SGC y puede ser utilizada como evidencia auditable.

**Dossier de calidad:** Es un compendio de toda la documentación que garantiza al Cliente que las actividades ejecutadas en el Proyecto han cumplido con los requisitos de Calidad establecidos al inicio del mismo.

**Plan de Inspección y Ensayos (PIE):** Cuadro que describe secuencialmente las diferentes actividades que se van a realizar, los controles pertinentes y los formatos que se deben llenar para evidenciar la realización de la inspección.

**Pernos de anclaje:** Barras de acero A - 36 (en algunos casos, el material puede variar dependiendo de las Especificaciones Técnicas del Proyecto) roscados y con arandelas que van embebidas en las estructuras de concreto armado y sirven para fijar las estructuras al concreto.

**Acero al carbono:** Es una mezcla de hierro y pequeñas cantidades de carbono.

**Electrodo:** un componente del circuito eléctrico que termina en el arco, escoria fundida conductiva, o metal base.

**Inspección Visual:** Ensayo no destructivo que consiste en la evaluación visual del acabado superficial de la soldadura.

**Escoria:** el material formado cuando los fundentes de soldadura o revestimientos de electrodos se combinan con gases atmosféricos o contaminantes durante la soldadura.



**Porosidad:** Cavidad tipo discontinuidad formada por gas atrapado durante la solidificación del metal líquido generalmente se presenta en forma esférica y cilíndrica. La porosidad es un indicativo del nivel de humedad de los consumibles utilizados (figuración por hidrógeno), grado de contaminación del Metal base.

**Torque:** fuerza aplicada en una palanca para producir un movimiento de rotación en un cuerpo.

**Eslinga:** Elemento longitudinal por lo general sintético, que es usado para izar carga, tiene ojales en sus extremos y su característica principal es la flexibilidad.

**Estrobo:** Son cables de acero que sus extremos poseen ojales y sirven para izar cargas, son más rígidas que las eslingas.

**Grillete:** Elemento de acero que se colocan en los ojales de los estrobos o de las eslingas.

## **2.1. Descripción de las actividades desarrolladas**

### **Etapas de las actividades**

#### *Etapas I: Ingeniería de detalle*

La ingeniería de detalle se hizo partiendo de la ingeniería básica proporcionada por el cliente y se desarrolló conforme las especificaciones técnicas usadas para este proyecto.

- Análisis y revisión del expediente técnico
- Elaboración y aprobación de los planos de detalle

#### *Etapas II: Sistema de Gestión de calidad*

El sistema de gestión de calidad busca describir los métodos de cómo planear, controlar y mejorar las actividades de este proyecto para la satisfacción plena del cliente.

- Política de calidad
- Manual de Calidad
- Plan de aseguramiento de la calidad (PAC)

- Plan de puntos de inspección y ensayo (PIE)
- Procedimientos de gestión y control
- Registros

*Etapa III: Control de calidad en la fabricación de estructuras metálicas*

Esta etapa describe detalladamente como se fabricaron las estructuras metálicas teniendo en consideración el control de calidad según los requerimientos técnicos del cliente.

- Recepción de Materiales
- Habilitado de elementos y armado de estructuras
- Control Dimensional
- Soldadura en Taller
- Preparación superficial y pintura
- Recepción y despacho de productos terminados

*Etapa IV: Control de calidad en el montaje de estructuras metálicas*

Para esta etapa tomamos en consideración todas las actividades de montaje de estructuras metálicas priorizando en forma detallada el control de calidad que se hizo en cada actividad.

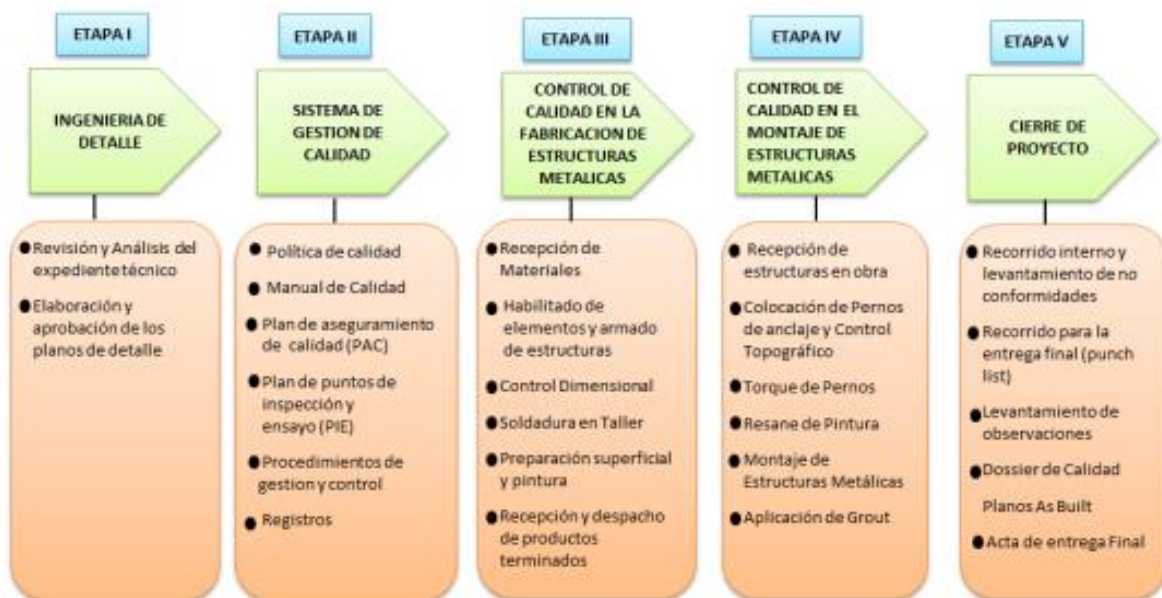
- Recepción de estructuras en obra
- Colocación de Pernos de anclaje y Control Topográfico
- Soldadura en Obra
- Torque de Pernos
- Resane de Pintura
- Montaje de Estructuras Metálicas
- Aplicación de Grout

*Etapa V: Cierre de proyecto*

Esta etapa es el final del proyecto, en ella abarca en gran parte el levantamiento de observaciones y la entrega final de la documentación buscando dar la plena satisfacción del cliente.

- Recorrido interno y levantamiento de no conformidades
- Recorrido para la entrega final (punch list)
- Levantamiento de observaciones
- Dossier de Calidad
- Planos As Built
- Acta de entrega Final

**Figura 18**  
*Diagrama de Flujo*



Fuente: Gonzales Hugo (2019)

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Mi participación en la empresa ISG BUILDING PROJECTS S.A.C. fue a partir del año 2020, hasta la actualidad me he desempeñado como bachiller en la carrera de ingeniería civil siendo la especialidad en desarrollo de estructuras metálicas, desde la recepción de los materiales hasta el montaje de ello y la gestión de proyecto (monitoreo, planificación, ejecución y levantamiento de observaciones), en el transcurso de mi estadía en la empresa ya mencionada e ocupado diversos cargos como, analista en la labor de detallamiento de ACEDIM, generación de consultas y propuestas con una solución técnica, asistente del responsable de obra y hoy en día estoy como asistente de residente, encargándome de los avances diarios, reportando semanalmente los avances y correcciones que se realizaron en el transcurso del proyecto correctamente sustentados por el residente a cargo, como también manejo un cuaderno de obra en donde especificaba cada punto de avance de los proyectos haciendo firmar en forma de aprobación de los encargados de cada actividad.

#### **Descripción del proyecto**

#### **Ubicación Geográfica**

El terreno en el cual se construirá el CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SAGA FALABELLA, cuenta con 115,456.16 m<sup>2</sup> de área de Terreno ubicada en Zona industrial de Lurin de Macropolis grupo Centenario.

**Figura 19**  
*Ubicación Geográfica*



Fuente: Google Maps

Existe personal calificado y no calificado en Lurín, por lo tanto, la mano de obra calificada y no calificada será necesariamente de la localidad, fomentando el empleo en la zona.

La asistencia técnica estará a cargo de un Ingeniero Civil colegiado, así mismo el proyecto contará con otro Ingeniero Civil colegiado que cumpla con las funciones de Supervisor.

El día 22 de octubre se realizó la visita para ejecutar los trabajos de topografía, los cuales constaron en realizar el levantamiento topográfico, realizando las siguientes actividades:

Ubicación de los puntos geodésicos de replanteo:

## CUADRO DE COODENADAS GEODESICAS DE REPLANTEO

**Tabla 1**

*Cuadro de GPS*

<b>Código</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Cota</b>
GPS 3	8644779.903	302646.004	173.226
GPS 6	8644798.716	301264.783	177.650

Se creó una poligonal de apoyo dejando referenciado los puntos para ser usados en los trabajos requeridos, a continuación, la descripción de los puntos de control:

## CUADRO DE COORDENADAS DE PUNTOS DE CONTROL

**Tabla 2**

*Cuadro de puntos de control*

<b>Código</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Cota</b>
C 12 - 03	8644290.568	301599.013	111.870
C 13 - 01	8643898.641	301533.100	102.414
L - 1	8644336.231	302545.648	121.858
C 1 - 07	8644092.910	301909.945	120.202

## CARACTERISTICAS DEL TERRENO

El terreno presenta desniveles en diferentes partes, por lo que es necesario para los fines correspondientes realizar movimiento de tierras para poder obtener el nivel que se requiere.

El terreno no cuenta con servicios básicos de agua, alcantarillado, energía eléctrica, pero es factible su instalación al encontrarse sectores urbanos colindantes.

### Suelo

El perfil del suelo está conformado por una capa superior de relleno o suelo removido de 0.10 a 0.40 m de espesor constituido generalmente por arena fina, con contenido variable de limo, suelta, con raíces y vegetales secos; bajo la cual, se encuentran en la mayor parte del terreno, estratos de arena fina, con contenido variable de grava, limo y arcilla, suelta a medianamente densa, de 0.10 a 2.90 m de espesor.

Seguidamente, a partir de profundidades generalmente comprendidas entre 0.10 y 1.10 m, subyace un depósito de grava arenosa, predominantemente mal graduada, medianamente densa a muy densa, con piedras, bolones y fragmentos de roca angulares y sub angulares de hasta 25 pulgadas de tamaño máximo, que se extiende hasta el límite de la profundidad investigada (12.45 m).

La profundidad a partir de la cual se registró la grava arenosa en la perforación P-2 y la calicata CB-4, ubicadas cerca al perímetro Este, es mayor e igual a 2.00 y 3.00 m, respectivamente.

En la Lámina No M4880-2 se indica la profundidad a partir de la cual se registró el depósito de grava arenosa en cada perforación y calicata.

Dentro del depósito de grava arenosa, se registraron en forma aislada en las calicatas CB-2, CB-13, CB-15, CB-16 y CB-17, bolsones de 0.20 a 1.80 m de espesor de suelos finos constituidos por: arena fina, con contenido variable de limo y arcilla, medianamente densa; limo arenoso, no plástico, compacto; y arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, compacta.

El nivel freático no se registró dentro de la profundidad investigada (12.45 m respecto del nivel de la superficie actual del terreno).

### RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN

- Tipo de cimentación: convencional por medio de zapatas y/o cimientos corridos.
- Material de apoyo de la cimentación: grava arenosa, medianamente densa a muy densa.
- Profundidad mínima de cimentación:
  - En general:  $D_f \text{ min} = 1.20 \text{ m}$  con respecto al nivel de la superficie actual del terreno.
  - Donde se lleven a cabo cortes:  $D_f \text{ min} = 1.00 \text{ m}$  por debajo del nivel de corte.

- Donde se lleven a cabo rellenos  $D_f \text{ min} = 1.00 \text{ m} + \text{el espesor de relleno}$  colocado.
- Presión admisible:  $q_a = 2.80 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Asentamiento total tolerable considerado en los cálculos:  $\delta = 2.50 \text{ cm}$ .
- Factor de seguridad por esfuerzo cortante:  $FS > 3$ .
- Parámetros de diseño según la Norma Técnica de Edificación E 030: Diseño Sismorresistente (2016):
  - Tipo de suelo = S1.
  - Factor de suelo:  $S = 1.0$ .
  - Períodos predominantes de vibración:  $TP = 0.40 \text{ s}$  y  $TL = 2.5 \text{ s}$ .
  - Factor de zona:  $Z = 0.45$
- Recomendaciones adicionales
  - Durante las excavaciones para la cimentación, debe verificarse que se sobrepasen las capas superiores de arena y que la base de los cimientos penetre por lo menos 0.30 m en el depósito de grava arenosa. En los casos en que al excavar hasta las profundidades de cimentación mínimas indicadas no se cumpla con esta recomendación, deberá profundizarse la excavación hasta alcanzar el depósito de grava arenosa, penetrar en él por lo menos 0.30 m y vaciar en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo  $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .
  - Si se detecta que en el emplazamiento de un cimiento ha sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la de cimentación (calicata, pozo, zanja, canal, acequia u otra), deberá considerarse en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre  $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .



- Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un lente o bolsón de suelos finos, arenosos, arcillosos y/o limosos, deberá profundizarse la excavación para la cimentación hasta sobrepasarlo en toda el área de la base del cimiento y vaciar en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.
- Para alcanzar la profundidad de cimentación pueden utilizarse en cualquier caso falsos cimientos de concreto pobre ciclópeo.

### CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE

En todas las áreas de pisos y pavimentos, y en las áreas donde se colocarán rellenos, se recomienda retirar la capa superior de suelos removido (relleno) de arena, que contiene raíces y vegetales secos, en un espesor no menor de 0.30 m y luego, escarificar, humedecer y compactar la superficie de corte al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

En la mayor parte del terreno, luego de efectuar el corte de 0.30 m para eliminar la capa superior de tierra removida, predominará al nivel de corte, arena fina, con contenido variable de grava, limo y arcilla, medianamente densa, a la cual le corresponde un CBR de 21, un módulo elástico ( $M_r$ ) de 17,931 lb/pulg<sup>2</sup> y un coeficiente de reacción de la subrasante ( $k$ ) de 280 lb/pulg<sup>3</sup>, que equivale a 7.80 Kg/cm<sup>3</sup>. Se recomienda considerar estos parámetros para el diseño de pisos y pavimentos sobre este material.

En los sectores donde la subrasante esté conformada por grava arenosa, ya sea porque se efectuó un corte de más de 0.80 m y/o se retiró el íntegro de las capas superiores de arena, o donde se haya colocado un relleno de grava arenosa por capas compactadas, de espesor no menos de 0.80 m, deberán considerarse los parámetros de la grava arenosa para el diseño de pavimentos de pisos, vías de circulación interna, estacionamientos y patios de maniobras. Los

valores recomendados son: CBR = 40, módulo elástico  $M_r = 27,084 \text{ lb/pulg}^2$  y coeficiente de reacción de la subrasante,  $k = 350 \text{ lb/pulg}^3$  ( $9.70 \text{ Kg/cm}^3$ ).

### AGRESIVIDAD DE LAS SALES DEL SUBSUELO

Para contrarrestar la agresividad de las sales y sulfatos del subsuelo al concreto, se recomienda utilizar en todas las estructuras de concreto que estarán en contacto con el subsuelo (cimientos, falsos cimientos, muros de contención, estructuras enterradas, pisos, pavimentos, sardineles, veredas, cimientos, falsos cimientos, pisos, estructuras enterradas, etc.) cemento especial medianamente resistente a las sales y sulfatos: Portland tipo II, IP (MS), 1 S (MS), P (MS), 1 (PM) ó 1 (SM) (MS)). La relación agua cemento en peso debe ser 0.5.

### MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Los rellenos requeridos en el proyecto deberán conformarse con un material granular seleccionado, preferentemente grava arenosa, bien o mal graduada, limpia o ligeramente limosa o ligeramente arcillosa, colocado por capas horizontales de no más de 0.25 m de espesor, cada una de las cuales deberá compactarse a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.

El tamaño máximo del material de relleno no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa de relleno a compactar, el contenido de sulfatos solubles no deberá exceder de 2,000 p.p.m. y el contenido de sales solubles totales no debe exceder de 5,000 p.p.m.

Pueden utilizarse las gravas arenosas provenientes de los cortes para la conformación de rellenos, sin embargo, de utilizarse deberán retirarse las partículas de más de 3 pulgadas de tamaño máximo.

Previo a la colocación de las capas de relleno que sean requeridas para alcanzar los niveles de piso o pavimentos, se recomienda retirar la capa superior de tierra removida con raíces y vegetales secos, en un espesor no menor de 0.30 m.

La subrasante natural sobre la cual se colocará un relleno deberá compactarse a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.

### RECOMENDACIONES ADICIONALES

En cualquier caso, las losas de concreto de pisos y pavimentos deberán apoyarse sobre un relleno de material granular seleccionado (base granular) de 0.15 m de espesor mínimo, compactada al 100% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.

Los rellenos de las sobre excavaciones que se hagan durante el proceso constructivo deberán conformarse con material granular seleccionado (grava arenosa o arena gravosa, bien o mal graduada, limpia a ligeramente limosa o ligeramente arcillosa), de granulometría continua, con un porcentaje de finos (material que pasa la malla No 200) menor de 12% en peso y con partículas no mayores de 3 pulgadas de tamaño máximo. Este material deberá ser colocado en capas sucesivas de no más de 0.25 m de espesor, compactadas a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado

### Estructura

El proyecto comprende el diseño de las estructuras de un Centro de Distribución de Saga Falabella S.A., que se encuentra ubicado en el parque industrial Macropolis Etapa 1 Sector A, Sub Lote 4, entre las calles Carlos Baca Flor y Fernando de Szyslo en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

El Centro de Distribución está conformado principalmente por las siguientes estructuras:

- Nave de Almacén,

- Edificio de Servicios,
- Puente Peatonal de Acceso,
- Cuartos de Subestaciones 1 y 2
- Cuarto de Baterías y Mantenimiento
- Cuarto de Bomba y Cisterna
- Caja de Ascensor de Acceso al Puente
- Sala de Citas y Oficina de Balanza
- Garitas de Control 1 y 2

La nave de almacén presenta un techo metálico conformado por viguetas tipo Z y vigas de acero estructural tipo W30, apoyadas y conectadas en columnas cuadradas de concreto armado espaciadas cada 18m y 19.4m entre ejes, soportadas a su vez por zapatas cuadradas de concreto armado. La conexión rígida entre las columnas y los perfiles W30 forma pórticos estructurales mixtos con capacidad resistente a sismos proporcionando de esta forma resistencia lateral en ambas direcciones de la nave. En el perímetro de la nave se presenta cerramientos metálicos de 9m de altura apoyados en muros portantes mixtos de viga de concreto armado con albañilería armada de bloquetas de concreto.

El edificio de servicio está separado de la nave de almacén mediante una junta sísmica de 10cm, tiene un primer entrepiso de 4.90m de altura y entrepisos típicos de 4.25m de altura, destinados a ocupar el comedor, oficinas u otros ambientes de los trabajadores. Está estructurado en base a vigas, columnas y placas de concreto armado, apoyadas en zapatas aisladas y combinadas.

El puente peatonal es una estructura reticulada de 40m de luz conformada por perfiles de acero estructural W8 conectadas entre sí mediante soldaduras de filete y penetración. La estructura reticulada está apoyada en tres pórticos de concreto armado con resistencia lateral

para soportar fuerzas sísmicas. Los pórticos mencionados se apoyan en zapatas de concreto armado con capacidad de resistencia y estabilidad estructural.

Las subestaciones, cuarto de baterías y mantenimiento, sala de citas y oficina de balanza han sido estructuradas en base a muros de albañilería confinada conectadas en algunos casos con losa aligerada o techo de tijerales metálicos.

La caja de ascensor y cisterna y cuarto de bomba está conformada por muros estructurales con capacidad de soportar las solicitaciones de compresión, flexión y corte según sea requerido.

La calidad de los materiales especificada es la siguiente:

#### CONCRETO ARMADO

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en edificaciones complementarias y cerco perimétrico.
- $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  en nave de almacén.
- $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en edificio de servicio, puente peatonal y otros.

#### ACERO DE REFUERZO

- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  ASTM 615

#### ACERO ESTRUCTURAL

- $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$  ASTM A36

#### PERNOS DE CONEXIÓN

- $f_u = 4200 \text{ kg/cm}^2$  ASTM A307 (excepto lo indicado en planos)

#### PERNOS DE ANCLAJE

- $f_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$  ASTM A36 (excepto lo indicado en planos)

#### BASES DE DISEÑO

Para el diseño estructural de la Nave de Almacén, Edificio de Servicio u Otras estructuras se ha considerado como código básico el Reglamento Nacional de Edificaciones, este reglamento incluye la Norma Técnica E-060 para el concreto armado, la Norma E-030

de Diseño Sismo-Resistente, así como la Norma E-020 para la determinación de cargas y sobrecargas y la Norma E-090 para estructuras de acero.

Para el diseño estructural del Puente Peatonal se ha considerado como código básico el Manual de Diseño de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En conjunto, estos códigos incluyen consideraciones detalladas para la carga viva, carga de sismo, métodos aceptados de diseño, cargas de diseño, factores de carga y coeficientes de seguridad para cada uno de los elementos estructurales y de los materiales.

Las especificaciones de materiales y pruebas se indican de acuerdo con las normas INDECOPI y/o las correspondientes del ASTM.

### ANÁLISIS Y DISEÑO

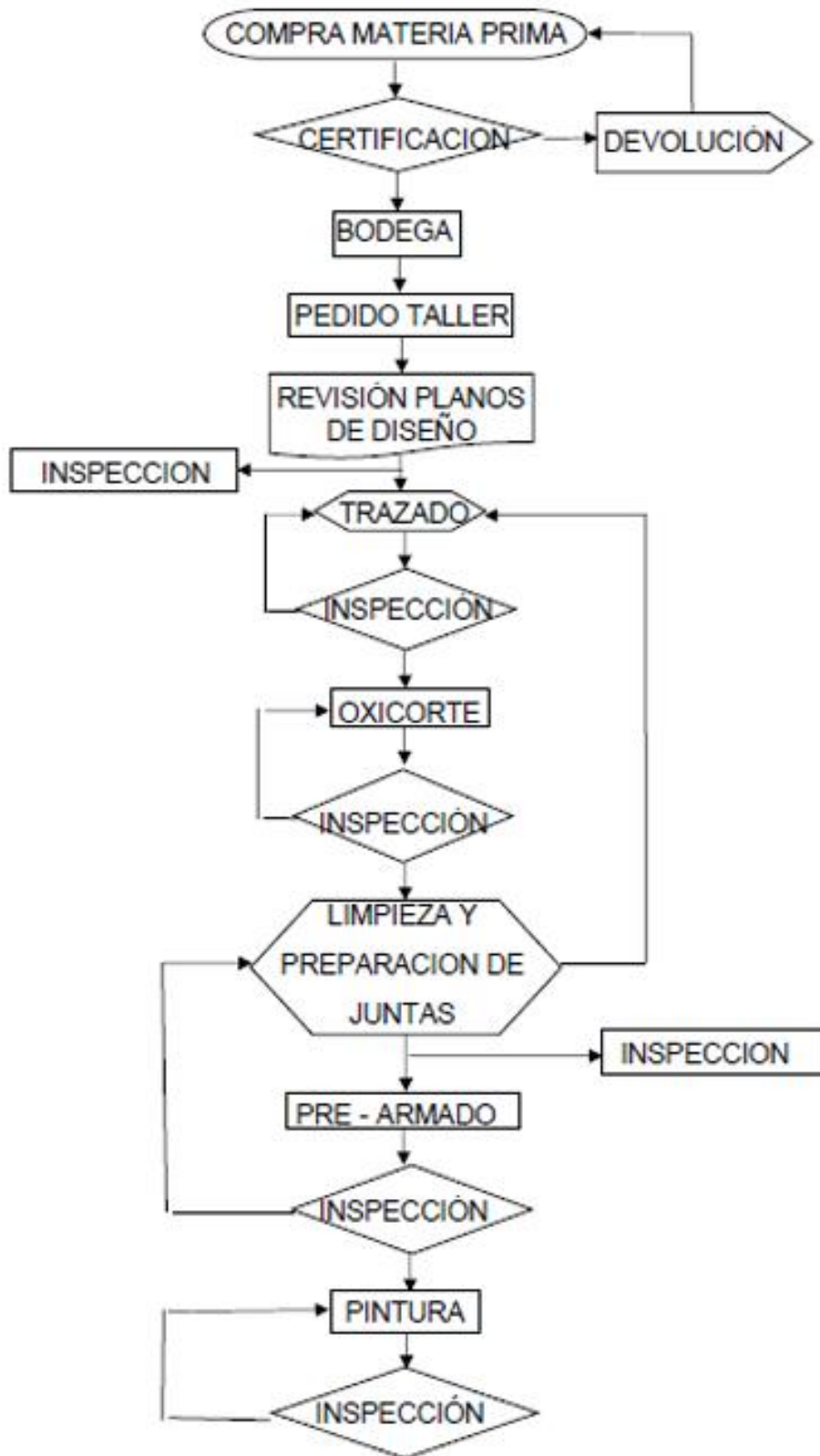
El análisis de las estructuras se ha realizado por métodos elásticos. Los coeficientes sísmicos se han determinado en base al periodo de vibración de la estructura, a los coeficientes de zona y al tipo de estructuración que corresponde.

El análisis y diseño se ha realizado mediante el programa ETABS versión 9 y SAP 2000 versión 14, desarrollados por Computers & Structures Inc. de Berkeley - California, de los cuales tenemos licencia de uso. El diseño es efectuado por métodos de rotura

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

Existen diferentes formas y estrategias para la planeación de un montaje de estructura de acero, es decir, no hay un método único establecido como procedimiento correcto. En continuidad con este punto, debemos cuidar ciertas características clave que deben prevalecer en un correcto procedimiento de montaje como lo son: la selección y división de los elementos fabricados en taller para carga en el vehículo de transporte de acuerdo al orden de montaje especificado en el master plan, registro de carga y remisiones de envío para encargados del montaje en sitio de los trabajos, supervisión y verificación de sujeciones del material a la plataforma del vehículo y protecciones adicionales de los elementos en caso de requerirse, coordinación y seguimiento del avance del transporte desde la salida del taller hasta el punto de entrega, recepción del embarque en el lugar de los trabajos por personal encargado del montaje, revisión y confirmación del material de plataforma, descarga de los elementos en la zona elegida previo análisis de maniobras, coordinación del inicio del montaje con personal de trabajo y equipo de operación de acuerdo al master plan bajo los requerimientos de seguridad, revisión y cierre de conexiones, reporte de cierres de zonas terminadas, reporte final de montaje que indica tolerancias de plomeos, alineamientos generales y conexiones apretadas. Una vez concluidos estos puntos, puede determinarse concluido el proceso de montaje.

**Figura 20:** *Fabricación de Estructuras Metálicas en la Construcción*





Para la resolución del **primer objetivo**, se describe la supervisión y control de documentación y recepción de materiales aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.

Para ello se realizaron los siguientes procedimientos:

En este punto de la supervisión de la recepción de materiales se realizará un análisis de calidad de los materiales, su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se les deberá someter en obra estarán, salvo que se estipule lo contrario, en los planos del proyecto, en conformidad con la última edición de las normas siguientes:

- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual)
- ASTM (American Society of Testing Materials) - ACI (American Concrete Institute)
- AISC (American Institute of Steel Construction) - SSPC (Steel Structures Painting Council)
- AWWA (American Wood Preserving Association)
- AWS (American Society of Welding)
- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- Otras normas oficiales cuyas características pueden ser consideradas como equivalentes o similares a las precedentes.

El procedimiento legal para dar inicio con la construcción debe contar con:

- Informe de regularización metropolitana, este informe posee información de inscripción de catastro, ubicación del predio e informe de planificación vial.
- Planos con el aval de un profesional y aprobado por parte del municipio.
- Licencia de construcción emitida por el cabildo.

Comprobantes de pago de:

- Certificado de garantía
- Si la edificación supera los tres pisos o dará cabida de 25 personas, debe tener el permiso del Cuerpo de Bomberos.
- Siempre y cuando el diseño de excavación supera los tres metros de profundidad debe de presentar estudios de suelo

#### Criterios de seguridad para los procesos de fabricación

El constructor o compañía de construcción de estructuras de acero está en obligación de proveer a los trabajadores y terceros con equipo de seguridad en cada área de trabajo y de un ambiente propicio para su desenvolvimiento.

#### Requisitos y responsabilidades del personal para fabricación

REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA.

El propietario debe de tener un director de obra, de acuerdo a los documentos de contrato, los planos completos de fabricación, montaje y especificaciones estructurales de diseño liberados para la construcción, así también, los permisos de construcción, permiso de cuerpo de bomberos y pagos respectivos para dar inicio a la construcción.

Si por alguna razón se modifica los planos estructurales, de fabricación o de montaje, deberá notificarse por escrito con anticipación, por lo cual, una vez liberados los planos para la construcción la revisión de documentos deberá congelarse para evitar modificaciones que afecten los procesos o costo de la obra.

## REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL DISEÑADOR DE LA

### ESTRUCTURA

El diseñador de la estructura metálica debe tener un amplio conocimiento y manejo de normas estructurales y programas de dibujo técnico para el diseño de una estructura

Dicho diseñador debe hacerse responsable de:

- Diseñar todo los miembros y conexiones de la estructura cumpliendo el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.
- Establecer un sistema de montaje
- Fijar los planos estructurales

## REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE DE LA

### ESTRUCTURA

El fabricante de la estructura debe ser un profesional de la ingeniería que posea:

- Certificado vigente para ejercer su función
- Afiliación a su respectivo colegiado

Responsabilidades de fabricante de la estructura deben de cumplir son lo siguiente:

- La transferencia de la información de los documentos contractuales de la forma correcta y presentar de forma clara planos de fabricación y montaje de la estructura.
- Desarrollo de la información tridimensional precisa y detallada para el seguimiento de las piezas en el campo.
- Revisión específica de los elementos estructurales claramente identificados.
- Control de los procesos de fabricación en taller y en campo, materiales utilizados, proveedores, certificación por medio de ensayos en los elementos estructurales.

Cuando el fabricante presenta una solicitud para cambiar los detalles de conexión que se describen en los documentos del contrato, el fabricante deberá notificar al propietario o a su representante por escrito, el profesional designado para el diseño deberá revisar y aprobar o rechazar la solicitud en el momento oportuno.

Si la documentación antes descrita no está preparada en su totalidad, el fabricante de la estructura no podrá ser responsable de la integridad o exactitud de la fabricación y montaje de la estructura.

## REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL FISCALIZADOR DE LA ESTRUCTURA

El fiscalizador encargado de la edificación debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Contar con el título de Ingeniero Mecánico especializado en estructuras metálicas o de Ingeniero Civil de cuarto nivel con especialidad en estructuras metálicas
- Certificación vigente para ejercer su función
- Afiliación a su respectivo colegiado.

El fiscalizador de estructuras de acero es el profesional responsable de:

- Asegurar que el constructor cumpla con lo dispuesto en los documentos de diseño (planos estructurales, memoria de cálculo) y con las especificaciones indicadas en el Reglamento Nacional de Edificación.
- Asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad de los materiales.
- Aprobar el sistema de montaje en caso de que el constructor haya propuesto un sistema de montaje alternativo al establecido por el diseñador.
- Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de fabricación y montaje
- Asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en cuanto a seguridad en el trabajo, prevención de accidentes de los trabajadores y

terceros, según lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad para la construcción y Obras Públicas.

## REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DEL TALLER

### MECANICO

El personal del taller mecánico deberá tener conocimiento de los procesos de los cuales está encargada a realizar durante la fabricación de la estructura, además de cumplir con las normas de seguridad detalladas en la Normas Técnicas Peruanas, que detallan la accesibilidad de las personas al medio físico, señalización y colores, señales y símbolos de seguridad respectivamente.

## REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE SOLDADURA

Debe ser un ingeniero, profesional en su campo de actividad consignado en las leyes y reglamentos de ejercicio profesional, ordenanzas y disposiciones legales vigentes. Es recomendable que sea un experto en soldadura que demuestre su competencia a través de los certificados vigentes pertinentes.

Las responsabilidades del fiscalizador de soldadura son:

- Determinar la aplicabilidad y/o conveniencia de la ejecución de las juntas de soldadura
- Desarrollar en los documentos contractuales, según sea necesario.
- Desarrollar los documentos contractuales que rigen la soldadura de estructuras de acero, producidas según el alcance de este Reglamento Nacional de Edificación.
- La inspección de soldadura del fiscalizador, cuando sea requerido por el Ingeniero o Fiscalizador.
- Para estructuras no tubulares debe especificar si están sometidas a cargas cíclicas o estáticas.

- Otros criterios adicionales de aceptación de soldadura a los especificados en el presente Reglamento Nacional de Edificación.
- Cuando sea aplicable, definir en los documentos contractuales los requisitos específicos, como por ejemplo orden de ensamble, técnica de soldadura y otras consideraciones especiales del proyecto. Dichos requisitos no pueden contraponerse a los indicados en el presente RNE.

Los inspectores de soldadura deben ser certificados. El Fiscalizador o Ingeniero debe especificar las bases de la calificación del Inspector, las mismas que deben estar establecidas en los documentos de contrato. Las bases mínimas aceptable de calificación son:

1. Certificado vigente como Inspector de Soldadura otorgado por un organismo acreditado según la normativa de calidad.
2. Un ingeniero profesional en el campo de actividad correspondiente que, con entrenamiento y experiencia en soldadura, fabricación metalmecánica, inspección y ensayos, es competente para realizar la inspección de soldadura y cumpla con las bases de calificación establecidas por el Fiscalizador o Ingeniero. Esta alternativa debe ser fijada por las partes en forma contractual.

El origen de los materiales, productor y componentes destinados a la construcción de las obras deberán ser sometidos a la aprobación de la Supervisión con antelación suficiente para no alterar el cronograma de la obra.

La Supervisión dispondrá de un plazo de 15 días para dar su aprobación y/o observaciones; si pasado este plazo no hay respuesta, la propuesta del Contratista será considerada como aceptada.

#### Requerimiento de los materiales

El material seleccionado para utilizar en el presente proyecto es de acero estructural ASTM A 36, según la tabla 3, acero estructural al carbono, utilizando en la fabricación de estructuras metálicas.

Se tomará el material bajo criterio favorables de soldabilidad, disponibilidad y por ende un costo moderado en el país.

**Tabla 3**

*Acero según ASTM A36*

<b>COMPOSICION</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Porcentaje</b>
Carbono (C)	.29 %
Hierro (Fe)	98 %
Manganeso (Mn)	1 %
Cobre (Cu)	0.2 %
Silicio (Si)	0.15 %
Azufre (S)	0.05 %
Fosforo (P)	0.04 %
<b>PROPIEDADES</b>	
Densidad	7.85 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la Tracción	58 ksi
Resistencia ala fluencia	36 ksi
Aglomeración	23 % en 50 mm
	20 % en 200 mm
Módulo de Elasticidad	29,000 ksi
Carbono equivalente	0.47

**Fuente:** Elaboración propia

La solicitud de aprobación de materiales que presenta el Contratista deberá tener todas las especificaciones detalladas en esos materiales, y estar acompañada de los certificados de ensayos dados por Laboratorios oficiales u organismos aprobados donde conste la calidad de los materiales, el comportamiento y su conformidad con las normas de esta especificación. La supervisión podrá exigir al Contratista, de juzgarlo conveniente, nuevos ensayos, si los precedentes le parece insuficientes o inadecuados o no recientes.

Si por cualquier razón en el curso de los trabajos, el Contratista tiene que modificar el origen o la calidad de los materiales, los nuevos lotes de materiales serán objeto de una solicitud de aprobación por la Supervisión. Los materiales en los que la calidad pueda variar de un lote a otro, o que ésta pueda ser alterada durante la duración de su transporte y/o almacenamiento antes de su empleo en obra, serán objeto de ensayos periódicos.

Todo el costo de los ensayos relativos a la calidad de los materiales que se incorporen a la obra será por cuenta del Contratista durante toda la duración de la obra. El Contratista podrá efectuar los ensayos en laboratorios aprobados de su elección.

El Contratista no podrá usar el argumento del resultado de los ensayos de aceptación de control o recepción de los materiales, para sustraerse a las consecuencias del contrato, si los ensayos de control sobre las obras después de construidas demuestran la existencia de defectos en los materiales no encontrados en la recepción de los mismos.

Para ello se ha obtenido una relación de materiales y normas el cual está ubicado en el Anexo 1 con el fin de tener una guía de recepción de materiales.

Para el **segundo objetivo**, se describe la supervisión y control de la fabricación de estructura metálica aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.

Para un correcta supervisión y control de la fabricación de las estructuras metálicas se consideraron los siguientes puntos:



Para el punto de fabricación en primer lugar se ha solicitado los planos de fabricación de todas las estructuras en donde se distinga claramente las uniones que será hechas en taller y las que se realizarán en obra. Estos planos deberán ser sometidos a la aprobación de la Supervisión previamente a la fabricación de la estructura; de las cuales se tuvieron los siguientes planos:

Por parte de la Arquitectura

- Planta General
- Elevación y cortes Generales
- Detalles S.S.H.H. Garitas
- Salas de Citas
- Área deportiva
- Escantillones
- Entre otros, etc.

Por parte de Estructura

- Techo metálico I
- Detalles de techo metálico I
- Techo metálico II
- Detalles de techo metálico II
- Puente metálico I
- Puente metálico II
- Entre otros, etc.

La cimentación es el primer paso en el proceso de fabricación y montaje de una estructura metálica, siendo de gran importancia, ya que deberá soportar y transmitir todas las cargas de la estructura.

La estructura metálica para centro de distribución Saga Falabella ubicado en la ciudad de Lurín, tendrá cimentación por zapatas, ya que este tipo de cimentación es aplicable para zonas con tipo de suelos arcillosos, conglomerados o rocosos. El tipo de suelo en el área de implantación de la estructura.

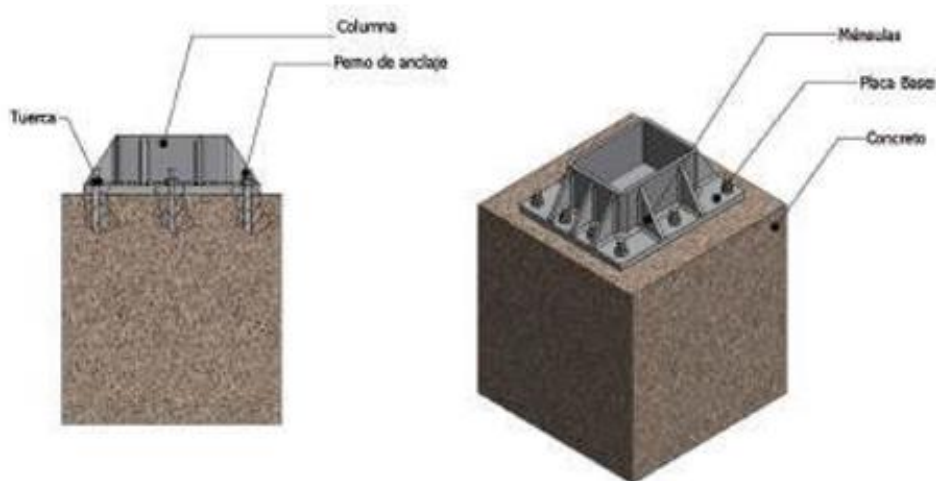
Antes de proceder con la cimentación, se deberá realizar un análisis de la zona y un informe geotécnico, a cargo de un Ingeniero Civil.

Para dar inicio con la cimentación se realizará trabajos previos de desmonte, dejando preparada la superficie, verificando que no existan zonas blandas de peligro o agua en el terreno para la colocación de la zapata

El hormigón a utilizar deberá someterse a ensayos de ejecución previos para comprobar su efectividad, así mismo los equipos de transporte, colocación y vibrado.

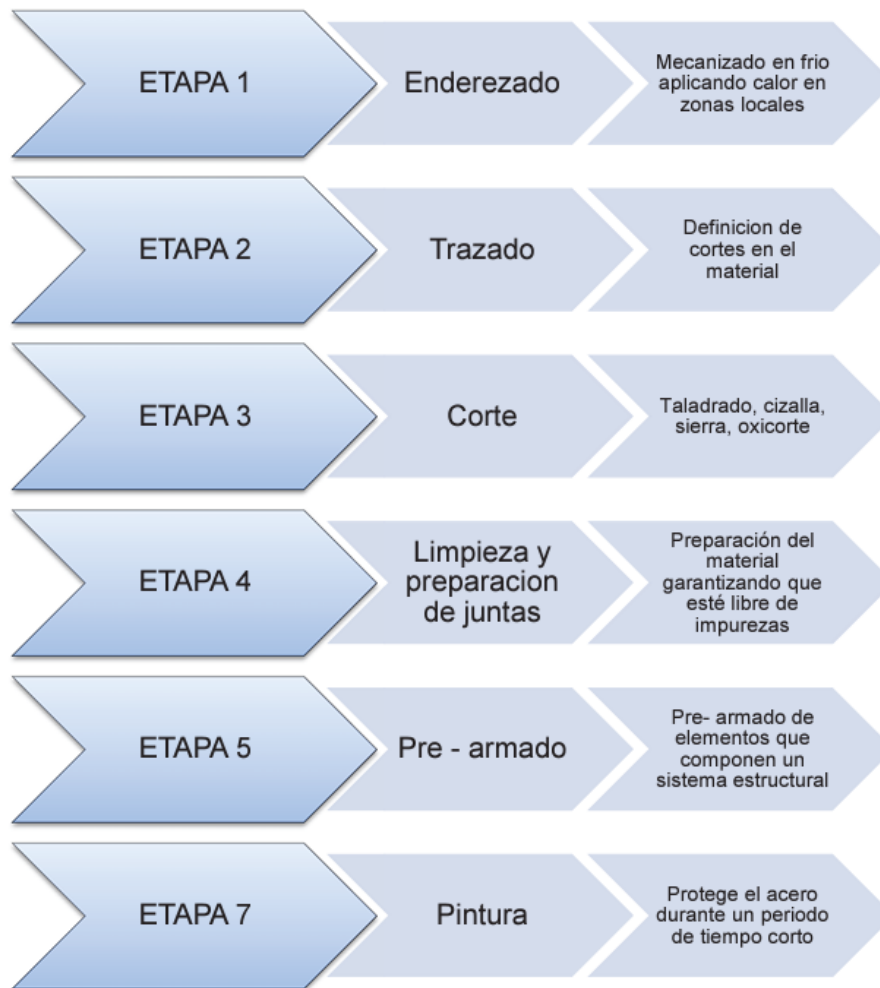
La estructura se ancla a los cimientos por medio de las placas base, que distribuyen la carga de la columna sobre un área basta para evitar sobreesfuerzos y se fijan a través de pernos de anclaje y ganchos, según la figura 21.

**Figura 21:** Esquema de conexión Columna – Placa Base



Para el proceso de fabricación de estructuras metálicas se realizará un seguimiento de la figura 22

**Figura 22:** *Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas*



Para dar inicio con el proceso de enderezado es necesario seguir los siguientes procedimientos:

- Tener el conocimiento de que el material sea plásticamente deformable
- Eliminar defectos mínimos de laminación
- Enderezar las piezas antes del mecanizado, y de haber fallas durante las fases
- Para enderezar secciones grandes se aplica enderezados de caliente

- Para enderezar secciones de pequeñas dimensiones se puede utilizar martillo
- Delimitar con precisión los puntos y cuñas calientes

Para los elementos estructurales como placa base se requiere una precisión en el planeado, ya que, su superficie debe ser la mas plana posible; para enderezado en perfiles, vigas, columnas y celosías, se fija el perfil a un yunque o dispositivo de sujeción y se puede requerir enderezado por flexión y torsión, también de ser secciones pequeñas, se puede enderezar con martillo.

Para realizar el trazado se requiere planos estructurales, en las cuales definan las dimensiones de los elementos estructurales, como también se requiere la definición del corte del material evitando desperdicios.

Se debe marcar los perfiles en las zonas de soldadura y perforaciones que requieran, tener en cuenta que se debe hacer las verificaciones del correcto proceso de trazado, de existir alguna falla en el proceso se realizara el levantamiento de no conformidades.

Para la realización del **corte** se utilizará el equipo oxicorte siendo el mismo en toda la instalación, para su funcionamiento requiere oxigeno-propano y fuente de este gas será por medio de cilindros portátiles.

Ya una vez tenido el marcado del perfil o placa según los detalles del plano estructural, se procede a realizar los cortes.

Para ello se realizo una tabla de procedimientos de corte a emplearse en la fabricación de cada elemento estructural.

#### **Tabla 4:**

##### *Procesos de corte*

---

<b>PROCESO DE CORTE</b>	<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>
-------------------------	--------------------------------

---

Placa Base

Oxicorte / Amoladora	Perno de Anclaje
	Ménsula
	Ángulos de Corte
Oxicorte	Columnas
	Vigas

La **limpieza** se realizará con el método de Raspado y Cepillado manuales, con el fin, prepara las estructuras para el resto de procesos de fabricación y montaje a realizarse para la estructura metálica.

Se alistarán los perfiles para proceso de soldadura, realizando los respectivos biseles según los WPS. Los biseles se realizarán con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de taller, se empleará para su elaboración los equipos de oxicorte con posterior esmerilado.

**Tabla 5**  
*Parámetros de inspección de técnicas de bisel*

<b>CARACTERISTICAS TECNICAS BISEL</b>	
Ancho de trabajo	3 m (10')
Longitud Máxima de Trabajo	24 m (80')
Espesor Máximo de Corte Comenzando	80 mm (3")
Borde	
Espesor Máximo con Perforación	50 mm (2")

Para el **pre-armado** tiene por objetivo el pre – ensamble de las piezas de una posición relativa a la estructura, el cual se arma el conjunto de elementos, tal como se realizará en la obra verificando que las uniones estén de forma correcta.

Las piezas que han de unirse con tornillos calibrados o tornillos de alta resistencia que se fijaran fuertemente de forma manual, de diámetro no más de 2 mm o menor que diámetro nominal de agujero correspondiente.

Con el pre- armado se verifica que la disposición y las dimensiones del elemento se ajuste a las indicadas en los planos de taller.

Para finalizar el pre-armado y comprobadas su exactitud, se procede a realizar la unión definitiva de las piezas en la obra.

Para la **pintura en taller** como paso final de fabricación de los elementos estructurales se procede a la fase de pintura. Todo el acero debe ser limpio de materiales extraños ante de ser pintado

La superficie de acero será pintada con brochas si su dimensión es corta, caso contrario, cuando la superficie es amplia se emplea pistola de aire, garantizando un recubrimiento satisfactorio en corto tiempo.

El taller debe estar exento de carreras y sobresaltos que no permitan un correcto secado o curado de la pintura antes de ser manipulados.

Finalizando con éxito esta primera etapa, los elementos constitutivos están en condiciones de embarque hacia el área de montaje y entregas de obra.

#### INSPECCIONES DEL SUPERVISOR Y CONTROL DE LA FABRICACION

El material laminado antes de ser usado o trabajado deberá estar derecho y su alineamiento deberá estar dentro de las tolerancias permitidas por la norma ASTM A 6. Si se

requiere enderezar el material esta operación puede hacerse por medios mecánicos o por la aplicación localizada de cantidad limitada de calor a temperaturas que no dañen el material.

El corte con oxígeno deberá hacerse en lo posible con máquina. Los bordes cortados con oxígeno que estarán sujetos a esfuerzo o que recibirán soldadura deberán quedar libres de imperfecciones.

No se permitirán imperfecciones mayores de 3/16 de pulgada. Las imperfecciones mayores de 3/16 debidas al proceso de cortado deberán eliminarse esmerilando el borde. Todas las esquinas entrantes deberán ser redondeadas con un radio mínimo de 1/2 pulgada y deberán estar libres de entalladuras.

A excepción de los bordes que quedarán libres de las planchas de los insertos que serán esmerilados para dejar superficies planas y aristas rectas, no se requiere preparación de los bordes de planchas o perfiles cizallados o cortados a gas excepto cuando se especifica en planos o cuando se requiere preparación del borde para soldar.

Los huecos para pernos serán 1/16 de pulgada mayores que el diámetro nominal del perno. Si el espesor del material no es mayor que el diámetro nominal del perno más 1/8 de pulgada, los huecos pueden ser perforados. Si el espesor del material es mayor que el diámetro nominal del perno, los huecos deberán ser hechos con taladro o sub-punzonadas y escariados.

El troquel para los huecos sub-punzonados y el taladro para los huecos subtaladrados serán por lo menos 1/16 de pulgada menor que el diámetro nominal del perno.

La soldadura deberá hacerse por el proceso de arco eléctrico y deberá conformar con lo especificado en la última edición del código de soldadura en la construcción de edificios del American Welding Society. Los electrodos a usarse serán de la serie E-70.

Las superficies por soldarse deberán estar libres de costras de laminado, escorias, oxidación suelta, grasa, pintura u otra materia extraña excepto costras de laminado que queden después de cepillar fuertemente la superficie con cepillo de alambre.

Las superficies de bordes deberán estar libres de rebabas y otras imperfecciones.

La separación de las partes a soldarse con soldadura de filete deberá ser la mínima posible, en ningún caso esta separación excederá 3/16 de pulgada. Si la reparación es 1/16 de pulgada o mayor el espesor del filete será incrementado en la dimensión de la separación.

Las partes que van a soldarse a tope deberán estar alineadas cuidadosamente.

Los desalineamientos mayores de 1/8 pulgada deberán corregirse. Al efectuar la corrección las partes no deberán quedar con pendientes mayores de 1/2 pulgada por pie.

El proceso y secuencia de ensamblaje y unión de las partes deberá ser tal que evite distorsiones y minimice esfuerzos de acortamiento. Cuando sea imposible evitar esfuerzos residuales altos en las soldaduras de cierre de una estructura con uniones rígidas, las soldaduras de cierre se harán en los elementos a compresión.

Toda soldadura a bisel de penetración total será hecha manualmente excepto cuando se ejecute con la ayuda de material de apoyo o se suelde en posición horizontal de ambos lados en material de bordes a escuadra de espesor no mayor que 5/16 de pulgada, con abertura en la raíz no menor que la mitad del espesor de la menor de las partes soldadas. Las uniones soldadas a bisel deberán terminar en los extremos de manera tal que se asegure su solidez.

Las soldaduras expuestas serán alisadas esmerilándolas excepto indicación contraria del Supervisor.

Sólo se emplearán soldadores calificados. El Contratista presentará certificados de trabajo que muestre la experiencia del soldador.



Las uniones en compresión que dependen de la superficie en contacto deberán tener sus superficies de contacto preparadas y ajustadas a un plano común por medio de fresado, sierra u otros medios adecuados.

Las uniones de los elementos tubulares sean éstas de empalme entre tubos o de conexión con otros elementos, deberán ser continuas de manera de sellar totalmente el interior de los tubos al acceso de aire para evitar la corrosión interna del elemento.

Adicionalmente, no deberá haber ninguna perforación en los tubos.

Para el **tercer objetivo**, se describe la supervisión y control de tolerancia y montaje aplicado a la fabricación y montaje de estructura metálica para centro de distribución saga Falabella Lurín – 2019.

Para la supervisión y control de la tolerancia de falla de las estructuras metálicas con respecto al replanteo del proyecto, se tendrá en consideración los siguientes puntos:

Las tolerancias en el alineamiento de los elementos de la estructura deberán conformar con la norma ASTM A 6. Los miembros en compresión no tendrán una desviación en su alineamiento mayor a 1/1000 de su longitud axial entre puntos de arriostre lateral.

Los miembros estructurales terminados deberán estar libres de torceduras, dobleces y uniones abiertas. Las abolladuras o dobleces serán causa suficiente para el rechazo del material.

Los elementos que tienen ambos extremos preparados para uniones por contacto no tendrán una variación en su longitud mayor que 1/32 de pulgada. Los elementos con extremos no preparados para uniones con contacto podrán tener una variación en su longitud no mayor que 1/16 de pulgada para longitudes de 30 pies o menores y no mayor de 1/8 de pulgada para longitudes mayores de 30 pies.

Todos los elementos de acero serán protegidos con un sistema de pintura epóxico Poliamida aprobado por el Supervisor y de acuerdo con la especificación SSPC-SP13, aplicado de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a) Preparación de superficie. Previamente a la aplicación de la pintura, todo el acero será limpiado de costras de laminado, oxidación suelta, residuos de soldadura, residuos de fundente de soldadura, polvo u otra materia extraña con arenado u otro método que produzca igual efecto y que sea aprobado por el Supervisor. Asimismo, se eliminarán los residuos de aceite y/o grasa usando disolvente apropiado. La preparación de las superficies estará de acuerdo con la especificación SSPC-SP-5 que corresponde al arenado a metal blanco.
- b) Primera mano (en taller)  
Anticorrosivo Epoxy-Poliamida 50 micrones
- c) Segunda mano (en taller)  
Esmalte Epoxy-Poliamida de color diferente al acabado 75 micrones
- d) Tercera mano (en sitio o en taller)  
Esmalte Epoxy-Poliamida color requerido 75 micrones  
Espesor total del film seco 200 micrones

El tiempo a transcurrir entre las diferentes capas se mantendrá entre 8 y 22 horas.

Para el montaje de la estructura metálica para el centro de distribución Saga Falabella, se seguirá la secuencia establecida a continuación determinando previamente los requisitos y responsabilidades para el personal de trabajo, así como los requisitos para los planos de montaje.

Para el montaje de toda la estructura se requerirá 1 soldador calificado 2 ayudantes para el soldador y un armado.

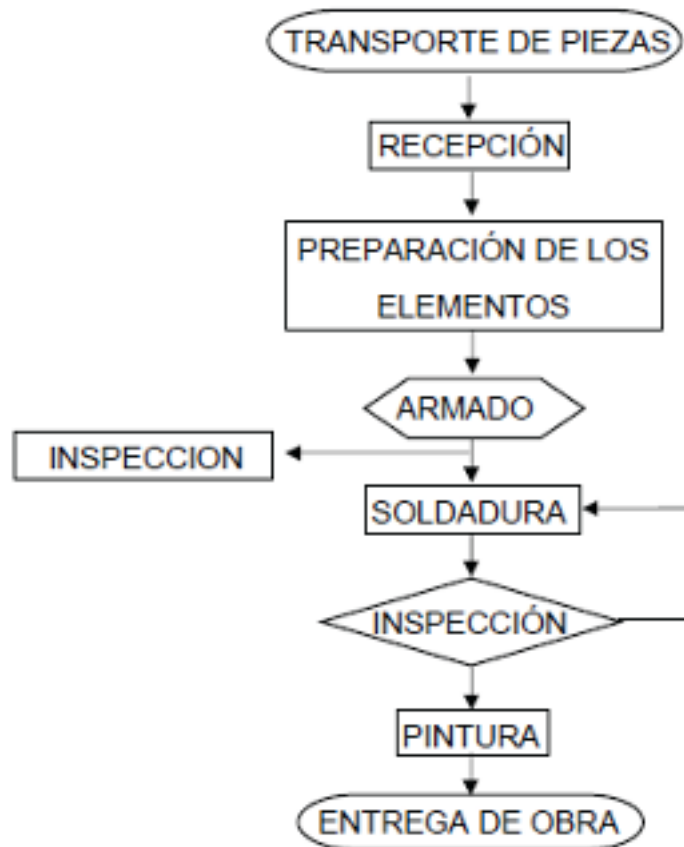
El personal encargado del montaje debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Contar con el título de Ingeniero Civil Mecánico
- Contar con el título de Ingeniero Civil, y adicionalmente el título de tercer o cuarto nivel de tecnología de Soldadura, o a su vez poseer la respectiva Certificación de soldador calificado según la especialización AWS A-5.1 Serie E70.

El personal encargado del montaje se denomina contratista y debe cumplir con la información proporcionada en las especificaciones técnicas y planos de diseño estructural, el Contratista deberá implementar e instalar toda la indumentaria necesaria para el montaje. Los soportes a utilizar deben ser suficientes para asegurar el correcto ensamblaje del Sistema Estructural con el fin de evitar accidentes causados por las cargas producidas al momento de realizar el montaje.

El personal encargado del montaje debe de tener el título de Ingeniero Civil o Ingeniero Mecánico como mínimo. El cual serán responsable la verificación del cumplimiento de normas de diseño; verificación del cumplimiento de los requisitos personal, materiales y equipos utilizados; verificación del cumplimiento en cuanto a tiempos de control de la obra; verificación del cumplimiento de procesos administrativos, es decir que cada empleado cumpla con sus deberes y goce de sus derechos establecidos por el código de trabajo; por último el fiscalizador realizara una verificación del cumplimiento del control económico del proyecto.

**Figura 23:** *Flujograma del proceso de montaje de una estructura*



- Transporte de piezas

El transporte de los elementos estructurales desde el taller hacia la obra se realizará por medio de camiones de 15 Tn. Mientras que dentro de la obra el transporte será con la ayuda de una grúa y tecles, los cuales deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificación.

Para dicho proceso, el personal encargado de transporte contara con un horario diferente al personal encargado de montaje con el fin de evitar los tiempos muertos.

Normalmente el horario del transporte esta fuera de las horas pico para optimizar los recursos.

- Recepción y manejo de embarque en la obra

Los encargados de la recepción de los elementos deben contar con un programa de montaje que detalle las piezas embarcadas de acuerdo a las flechas previamente establecidas. Llegado el camión, el encargado de la recepción se pondrá de acuerdo con el encargado de transporte y verificaran cada elemento descargándolo en orden y arrumándolos en el espacio establecido para estos elementos verificando su buen estado.

Cada pieza fabricada deber contar con un código que establecerá una posición única para el armado.

Para el caso de columnas se marcarán con las letras KT, puntuales y tensores con las letras PT y TE respectivamente, las placas base llevarán las letras PR, y, finalmente las vigas llevarán las marcas TC.

- Preparación de las piezas en la obra

Para el montaje se escogerá las piezas de acuerdo a la secuencia lógica establecida.

De acuerdo con las dimensiones descritas en los planos entregados para las vigas y columnas de la estructura metálica para centro de distribución saga Falabella. Se debe realizar soldadura de campo o preparación de piezas por lo que se no pueden transportar enteras.

El transporte de las piezas desde el sitio de desembarque al montaje en sí, se establece una señalización por donde circulará el personal de montaje evitando el mayor traslado de piezas.

El cual debe de contar con las siguientes verificaciones:

- Las secciones con las que trabajaremos coincidan con las marcas establecidas en los planos de montaje

- Verificar que las piezas estén listas para ser soldadas es decir alineadas y niveladas en ambas direcciones.
- Las partes que se van a soldar estén limpias y con la preparación adecuada.

- Proceso de armado

El espacio existente entre la base de la columna y la cimentación debe ser limpiada para posteriormente llenaría por completo con mortero u hormigón de cemento portland y árido (tener en cuenta que el árido no debe superar el 1/5 del espesor del espacio a rellenarse y su dosificación no será menor a 1/2)

- Aseguraran provisionalmente los elementos estructurales con la ayuda de arriostramiento temporales para resistir cualquier posible esfuerzo producido durante el montaje.
- Ensamblar los distintos elementos como puntales y tensores a las columnas por medio de las placas de montaje (PR) colocadas en la parte superior de los puntales con el fin de que la estructura se adapte a la forma previamente establecida en los planos correspondientes respetando las debidas tolerancias dimensionales y evitando el posible movimiento.

Los puntales ayudan a sostener cada piso evitando derrumbes por la tanto serán retirados terminado el montaje.

- Realizar finalmente el montaje de las vigas (TC)
- Alinear definitivamente la estructura.
- Realizar la verificación dimensional definitiva tanto horizontal como vertical antes de proceder al atornillado o soldado de las uniones de montaje comprobando la posición de los elementos con el fin de que cada unión coincida con su posición definitiva.

- Atornillar y a la soldadura de acuerdo a lo establecido en las normas previamente descritas

- Inspección del proceso de armado

Este punto se realizará concluido el armado para cada planta, verificando el cumplimiento de cada proceso satisfactoriamente.

- Soldadura

La intensidad de corriente depende:

- Espesor de la junta
- Posición de soldadura
- Tipo de junta
- Revestimiento del electrodo

Valores de amperaje recomendados:

**Tabla 6**  
*Amperajes recomendados para electrodos E601 y E718*

TIPO	E6010		E7018	
	1/8	5/32	1/8	5/32
$\phi$ (in)	1/8	5/32	1/8	5/32
$A_{m\acute{a}x}$ (Amp)	80	110	100	140
$A_{m\acute{i}n}$ (Amp)	120	150	140	190

El voltaje se relaciona con la longitud del arco, que es la distancia entra la punta derretida del electrodo hasta el charco de soldadura, de forma directa; dicha longitud no debe exceder el diámetro del núcleo del electrodo, para evitar incrementos de amperaje; el voltaje para el proceso de soldadura en la estructura analizada esta entre 22 a 30 voltios.

La velocidad de soldadura o de desplazamiento es la rapidez con la que el electrodo se traslada a lo largo de la unión. La velocidad de recorrido influye en

el aporte de calor, y por lo tanto afecta la estructura metálica de la soldadura y de la zona afectada por el calor; la velocidad de avance para el proceso de soldadura en la estructura analizada esta entre 150 y 300 mm/min dependiendo el pase y número de pases.

Al finalizar la fase de soldadura se debe realizar una limpieza, para quitar los residuos o escoria de la soldadura alrededor del cordón de soldadura, esta limpieza se realiza con amoladora para el primer pase y con cepillo metálico.

- Inspección de Soldadura

Se requerirá realizar el procedimiento a seguir para la inspección y control de calidad para los procesos de soldadura empleados en el edificio.

Es un pre-requisito realizar el inspector es su agudeza visual el cual debe responder a objetos cercanos y lejanos con visión natural o corregida.

Para la inspección muchas veces se necesita herramientas o equipos especiales, con galgas o comparadores, figura 24, que permitan obtener medidas precisas, es por eso que el inspector debe tener conocimiento necesario sobre el uso de estas herramientas, y dicho conocimiento se adquiere por medio de cursos y capacitaciones.

**Figura 24:** *Herramientas de precisión*





Por otro lado, la experiencia adquirida sería preferente más o no indispensable, mientras que el entrenamiento es un requisito; para garantizar un resultado consistente y preciso, es necesario establecer procedimientos estándares elaborados por el empleador básicamente consiste en instrucciones detalladas en los cuales se interrelacionan los varios procesos de fabricación, los requerimientos detallados por el comprador y una línea base de criterio de inspección.

- Pintura Final

Este proceso se realizará por segunda vez después de terminado el montaje con el fin de evitar la corrosión del acero.

La superficie metálica debe estar totalmente limpias y libres de elementos tales como polvo, oxido, suciedad grasa, entre otros casos contrario se procederá de la siguiente manera:

- Limpiar la superficie a pintar con la ayuda de trapos o brochas disolventes. Para la eliminación de polvos o cemento se utilizarán cepillos de alambre o fibra.
- Se utilizará aire a presión seco manteniendo el estándar de chorro especificado con un gasto igual a 6 m<sup>3</sup>/min para cada boquilla de 10mm
- La superficie chorreada se cubrirá con una capa de imprimación el mismo día o máximo de 4 a 6 horas después

Tener en consideración que las superficies de acero que se encuentren humedecidas por lluvia volverán a ser chorreadas.

Si se observan manchas de óxido entre la limpieza y la pintura se debe pintar nuevamente.

- Las superficies deber recibir una capa de pintura anticorrosiva.

- Las superficies de acero serán puntadas con brocha si su dimensión es cora, caso contrario, cuando la superficie es amplia se emplea pistola de aire, garantizando un recubrimiento satisfactorio en corto tiempo.

- Inspección de pintura final

Para la inspección de este proceso se verificará un espesor de 20 a 30 micras de pintura para la primera capa.

Para un correcta supervisión y control de montaje de las estructuras metálicas se consideraron los siguientes puntos:

Las estructuras deberán ser transportadas y montadas de manera que mantengan su alineamiento y plomo dentro de los límites definidos en la sección 7 (h) del Código del American Institute of Steel Construction.

Debe proveerse arriostramientos temporales cuando sea necesario para resistir las cargas impuestas por las operaciones de transporte y montaje.

Solo se permitirá la soldadura en obra entre planchas de elementos cuando esté específicamente indicado en planos o con autorización expresa por escrito del Supervisor. Previamente a la soldadura en obra, deberá removerse con cepillo de alambre toda capa de pintura en las superficies adyacentes a las zonas a soldarse en obra, luego de terminada la soldadura se repondrá la protección de pintura con el procedimiento indicado en protección contra el imtemperismo.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Se ha detallado las normas de cada material el cual debe de cumplir y debe de estar detallado a simple vista y será cerciorado por el supervisor para que tenga un control (anexo 1), el origen de los materiales, productor y componentes destinados a la construcción de las obras deberán ser sometidos a la aprobación de la Supervisión con antelación suficiente para no alterar el cronograma de la obra.

Para la fabricación y montaje de los elementos de acero, el Contratista se ceñirá estrictamente a lo indicado en los planos, lo especificado en este capítulo y a las normas indicadas en el primer objetivo, en pocas palabras, los materiales están definidos en las especificaciones básicas siguientes:

- Acero Estructural: ASTM A36 ----- ASTM A242
- Pernos de Conexión ASTM A325 (excepto lo indicado en planos)
- Soldadura de Conexión Electrodo AWS A-5.1 Serie E70
- Pernos de Anclaje ASTM A36

Para la parte de la fabricación de los materiales se tendrá que realizar una supervisión detallada de los planos de fabricación, enderezado de materiales, corte con oxígeno, preparación de bordes, huecos para pernos, soldadura, soldadores, terminado y sellado de interiores de los tubos, con el fin de obtener un control adecuado de las fabricaciones de las estructuras.

La fabricación de la estructura metálica para centro de distribución saga Falabella está basado en seis etapas el cual cada etapa tiene sus propias características y depende de una a la otra, el cual está distribuido de la siguiente manera

- Etapa 1: Enderezado

- Etapa 2: Trazado
- Etapa 3: Corte
- Etapa 4: Limpieza y preparación de junta
- Etapa 5: Pre – armado
- Etapa 6: Pintura

Para el punto de a tolerancia de las estructuras metálicas al replantear el proyecto debe supervisar los alineamientos, longitud y protección contra el intemperismo, con el fin de obtener un control dentro de los límites de tolerancias; por otro lado, la supervisión del montaje de las estructuras metálicas estará detallado con su arriostramiento, soldaduras en obra teniendo la consideración de a protección contra el intemperismo.

El montaje de la estructura metálica consta de 8 puntos el cual cumple una secuencia uno dependiendo de la otra, el cual este compuesto por:

- Transporte de piezas
- Recepción de materiales
- Preparación de los elementos
- Armado
- Inspección del armado
- Soldadura
- Inspección de la soldadura
- Pintura
- Inspección de la pintura
- Entrega de la obra

## RECOMENDACIONES

Se debe de considerar estudio o conocimiento de las normas de los materiales y especificaciones básicas, con el fin de tener el criterio que se necesita para aprobar los materiales que el contratista presente los certificados de calidad del fabricante o en su defecto certificado de pruebas realizadas en un laboratorio independiente.

Tener en cuenta con los procedimientos que se deben de seguir para poder tener en cuenta lo que se debe de supervisar y llevar un control de ello a través de los planos estructurales y a detalle.

Para cada punto de esta suficiencia tener encuentra los parámetros que sea podido explicar a detalle, el cual les servirá como recomendaciones para poder supervisar y controlar un proyecto de estructura metálica.

Se recomienda conocer a fondo el proyecto para poder saber las ventajas y desventajas, y así poder aprovecharlas al máximo.

## REFERENCIA

- Armijos Galarza, R. (s.f.). *PATOLOGÍAS POR DEFICIENCIAS EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS*. Guayaquil, Ecuador: UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO.
- Bueno Carrasco, H. S. (2010). *Presentacion del manual para procesos de soldadura en estructuras de acero A-36 aplicadas a edificios*. . Escuela Politecnica del Ejercito.
- Canga Ortiz , A., & Beltran Ramirez, C. (2019). *"Control de calidad en la soldadura de la estructura metalica del terminal de transtporte terrestre del canton Gualaceo de la provincia del Azuay"*. Cuenca: Ecuador.
- Cueto Alberto, R. (2019). *DISEÑO DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR EMPLEANDO SISTEMA DE ENTREPISOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, LIMA*. Lima, Peru: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Gonzales Zorrilla, H. (2019). “ *CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS TIPO TUBULARES DE 1.6 TON. URBANIZACION NUEVA FUERABAMBA-CHALHUAHUACHO-APURIMAC*. Callao, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.
- Guerrero Burbano, P. (2017). “*DISEÑO DE UN PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE PUENTES METÁLICOS DE VIGAS DE ALMA LLENA PARA LUCES MAYORES A 40 METROS Y MENORES A 100 METROS EN LA EMPRESA BULLCANDLE COMPANY CIA.LTDA.*”. Ambato, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- M. Duarte, S. Dueñas, & D. Zorrila. (s.f.). *"Estructuras de acero"*. Quito, Ecuador: Norma Ecuatoriana de la construccion, codigo NEC-SE-AC,.

- Mendoza Acosta, R. (2018). *“Sistema metálico Tubest para la optimización en la construcción de naves industriales en Lima en el 2018”*. Lima, Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Narvaez Polania, T., & Ruiz Prieto, C. (2021). *CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN ESTRUCTURA METÁLICA DE EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA CON GRADO DE DISIPACIÓN SÍSMICA MODERADO “DMO”*. Bogota, Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Navarrete Zuñiga, B. (2019). *“MODELAMIENTO DE PROCESOS DE LOGÍSTICA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE DESPACHOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS E INSUMOS A OBRAS EN LA COMPAÑÍA ESTRUCTURA DE HIERRO EDEHSAS.A.”*. Guayaquil, Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Pereira Reinteria, Y. A. (2012). *“sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional”*. Medellin, Colombia: Universidad de Medellin.
- Quingua Diaz , D. (2016). *ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN NUEVO SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS UTILIZANDO VIGUETAS METÁLICAS DE PLANCHA DELGADA Y BLOQUES DE EPS PARA OFICINAS*. Lima, Peru: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Rivera Granados, D. (2017). *ANALISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA PRE-FABRICADO DE LOSA ALIGERADA VIGACERO VS EL SISTEMA CONVENCIONAL DE UNA EDIFICACION DE 6 PISOS EN HUANCAYO, 2016”*. HUANCAYO, Peru: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.

## ANEXOS

### Anexo 1: Relación de los materiales y normas

MATERIAL	NORMA	PRUEBAS						OBSERVACIONES
		PROPIEDADES	MUESTREO	ELABORACIÓN Y/O SELECCIÓN DE TESTIGOS	EJECUCIÓN	EVALUACIÓN	PERIODICIDAD	
<b>CEMENTO</b>	ASTM C-150 ASTM C-595	Composición Química Resistencia Fineza	ASTM C-183 ASTM C-183 ASTM C-183	ASTM C-109	ASTM C-114 ASTM C-109 ASTM C-115 ASTM C-204	ASTM C-150 ASTM C-150 ASTM C-150 ASTM C-595	Mensual	
<b>AGREGADO GRUESO</b>	ASTM C-33 ACI 221R	Granulometría Contenido de finos (que pasan la Malla #200) Resistencia a degradación Contenido de humedad Gravedad especificada y absorción Reacción con Álcalis	ASTM D-75 ASTM D-75  ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM C-295	ASTM C-702 ASTM C-702  ASTM C-702 ASTM C-566 ASTM C-127 ASTM C-295	ASTM C-136 ASTM C-117  ASTM C-131 ASTM C-566 ASTM C-127 ASTM C-295	ASTM C-33 ASTM C-33  ASTM C-33 ASTM C-566 ASTM C-127 ASTM C-295	Un grupo completo pruebas para: a. Aceptación inicial del material b. Cada cambio de cantera de origen c. Cada 4 semanas	
<b>AGREGADO FINO</b>	ASTM C-33 ACI 221R	Granulometría Presencia de impurezas Contenido de finos (que pasan la Malla #200) Contenido de humedad Gravedad especificada y absorción Reacción con Álcalis	ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM D-75 ASTM C-295	ASTM C-702 ASTM C-702 ASTM C-702 ASTM C-566 ASTM C-128 ASTM C-295	ASTM C-136 ASTM C-117 ASTM C-117 ASTM C-566 ASTM C-128 ASTM C-295	ASTM C-33 ASTM C-117 ASTM C-33 ASTM C-566 ASTM C-128 ASTM C-295	Un grupo completo pruebas para: a. Aceptación inicial del material b. Cada cambio de cantera de origen c. Cada 4 semanas	
<b>AGUA</b>	AASHTO T26	Concentración de Sólidos						
<b>CONCRETO</b>	NTE-060	Compresión	ASTM C-172	ASTM C-31	ASTM C-39	ACI 214	Cada 50m3 o 300m2 de superficie de losas o muros. Mínimo dos testigos por clase de concreto cada día Mínimo 2 testigos por cada 5 camiones para Concreto Premezclado. Cada toma de muestras para la prueba de compresión	
<b>ACERO DE REFUERZO BARRAS CORRUGADAS</b>	ASTM A-615 Grado 60	Tracción Ductilidad	ASTM A-370	ASTM A-370	ASTM A-370	ASTM A-370	Cada lote	Certificado de calidad proporcionado por el fabricante
<b>AGREGADO DE MORTERO</b>	ASTM C-144	Granulometría Contenido de finos (que pasan la Malla #200)	ASTM D-75 ASTM D-75	ASTM C-702 ASTM C-702	ASTM C-136 ASTM C-117	ASTM C-33 ASTM C-33	a. Para aceptar el material b. Cada cambio de cantera de origen	
<b>ACERO ESTRUCTURAL PLANCHAS PLANCHAS DE APOYO PERFILES BARANDAS Y LAINAS</b>	ASTM A-36 ASTM A-27 Gr70 ASTM A-36 ASTM A-36 ASTM-709 Gr345	Tracción, Ductilidad  Tracción  Tracción	A-370 A-370 A-370 A-370	A-370 A-370 A-370 A-370	A-370 A-370 A-370 A-370	A-370 A-370 A-370 A-370	Cada pedido de material	A juicio de la supervisión podrán aceptarse los certificados de calidad del producto proporcionados por el fabricante



MATERIAL	NORMA	PRUEBAS						OBSERVACIONES
		PROPIEDADES	MUESTREO	ELABORACIÓN Y/O SELECCIÓN DE TESTIGOS	EJECUCIÓN	EVALUACIÓN	PERIODICIDAD	
<b>ACERO ESTRUCTURAL</b>								
PERNOS	ASTM A-307		A-370	A-370	A-370	A-370	Cada pedido de material	A juicio de la supervisión podrán aceptarse los certificados de calidad del producto proporcionados por el fabricante
PERNOS	ASTM A-325		A-370	A-370	A-370	A-370		
PERNOS	ASTM A-490		A-490	A-490	A-490	A-490		
TUERCAS	ASTM A-325		A-370	A-370	A-370	A-370		
ARANDELAS	ASTM A-563		A-370	A-370	A-370	A-370		
PENDOLAS	ASTM A-436		A-370	A-370	A-370	A-370		
	ASTM A-722							
ELECTRODOS	AWS A5.1							