





**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO  
VIDA NUEVA**

**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA  
METÁLICA PARA EL TALLER SOLUCIONES METÁLICAS  
ESTRUCTURALES, CON PUENTE GRÚA**

**PRESENTADO POR:**

**IZA CHASIPANTA JOSÉ ALEXANDER**

**TUTOR:**

**ING. LÓPEZ GÓMES VÍCTOR GEOVANNY**

**MARZO 2022**

**QUITO – ECUADOR**

### CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

---

En mi calidad de Tutor del Proyecto: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL TALLER SOLUCIONES METÁLICAS ESTRUCTURALES, CON PUENTE GRÚA”** en la ciudad de Quito, presentado por el/la ciudadano/a **IZA CHASIPANTA JOSÉ ALEXANDER**, para optar por el título de Tecnólogo **EN LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL**, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de Marzo de 2022.

---

TUTOR: LÓPEZ GÓMES VÍCTOR GEOVANNY  
C.I.: 1761237415

## TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL

---

### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

---

Los miembros del tribunal aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL TALLER SOLUCIONES METÁLICAS ESTRUCTURALES, CON PUENTE GRÚA”** en la ciudad de Quito, del/la estudiante: **IZA CHASIPANTA JOSÉ ALEXANDER** de la Carrera en Tecnología **SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL**.

Para constancia firman:

---

**ING.**  
**DOCENTE ISTVN**

---

**ING.**  
**DOCENTE ISTVN**

---

**ING.**  
**DOCENTE ISTVN**

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

---

Yo, **IZA CHASIPANTA JOSÉ ALEXANDER** portador/a de la cédula de ciudadanía **1721859690**, facultado/a de la carrera **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL**, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL TALLER SOLUCIONES METÁLICAS ESTRUCTURALES, CON PUENTE GRÚA**”, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de Marzo del 2022.

---

IZA CHASIPANTA JOSÉ ALEXANDER

C.I.:1721859690

## **DEDICATORIA**

Dedico de todo corazón mi tesis a mis padres,  
pues sin su apoyo no lo hubiera conseguido  
ni logrado llegar a mi meta cual es de graduarme,  
su bendición a diario a lo largo de mi vida  
me protege y me lleva por el camino del bien,  
por eso les doy mi trabajo en ofrenda por su paciencia y el amor de padres,  
los adoro mucho y los amo.

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron para llegar a cumplir con este sueño que es de ser un hombre de bien y con una profesión en mi carrera de MECÁNICA INDUSTRIAL, y los compañeros que de unas u otras maneras siempre estaban en los momentos difíciles de mi vida estudiantil. Además, agradezco a los ingenieros docentes que me brindaron sus conocimientos y sus consejos para ser un profesional de éxito, en la vida diaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 1  |
| ABSTRACT.....   | 2  |
| INTRODUCCIÓN .....  | 3  |
| AntecedentES .....  | 4  |
| Justificación.....  | 5  |
| Objetivos .....   | 6  |
| Objetivo General .....                                    | 6  |
| Objetivos Específicos .....                               | 6  |
| CAPÍTULO I .....  | 7  |
| Marco TEÓRICA .....                                       | 7  |
| Estructura Metálica.....                                  | 7  |
| Ventajas del acero estructural .....                      | 7  |
| Desventajas del acero como material estructural .....     | 8  |
| Corrosión   | 8  |
| Susceptibilidad al pandeo                                 | 8  |
| Pandeo por torsión  | 9  |
| Fatiga  | 9  |
| Requerimientos para la instalación de una estructura..... | 9  |
| Planos  | 9  |
| Sistema de unidades                                       | 9  |
| Tolerancias dimensionales                                 | 10 |
| Planos Estructurales                                      | 10 |
| Proceso para la construcción de una estructura. ....      | 11 |
| Pedido de material  | 11 |



|  |    |
|--|----|
| Logística  | 11 |
| Trazado material                                       | 12 |
| Elementos  | 12 |
| Inspección de trazado                                  | 13 |
| Corte Material   | 13 |
| Tipos de cortes  | 13 |
| Inspección de Corte                                    | 14 |
| Pre-Armando  | 14 |
| Soldadura  | 14 |
| Electrodo revestido                                    | 15 |
| Proceso de soldadura Smaw.....                         | 15 |
| Aplicación   | 16 |
| Beneficios   | 17 |
| Desventajas  | 17 |
| Clasificación de los electrodos                        | 17 |
| Tipos de uniones.                                      | 18 |
| Tipo de soldadura                                      | 18 |
| Simbología   | 19 |
| Inspección en el Pre-Armando .....                     | 19 |
| Preparación y limpieza de la superficie metálica ..... | 19 |
| Inspección de proceso de limpieza                      | 20 |
| Pintura  | 21 |
| Almacenamiento y mezclado                              | 21 |
| Métodos de aplicación                                  | 21 |
| Inspección de pintura                                  | 21 |
| MONTAJE de la ESTRUCTURA METÁLICA .....                | 22 |

|  |    |
|--|----|
| Almacenamiento de la estructura metálica:  | 22 |
| La correcta elección de equipos:           | 22 |
| Cuidado con las uniones soldadas:          | 22 |
| Equipos de izaje y montaje.....            | 23 |
| CAPÍTULO II .....                          | 28 |
| METODOLOGÍA y desarrollo del proyecto..... | 28 |
| Investigación Exploratoria .....           | 28 |
| Modalidad.....                             | 28 |
| Cuantitativo                               | 28 |
| Método .....                               | 28 |
| Cálculo de horas de trabajo                | 29 |
| Análisis de Cargas .....                   | 30 |
| Carga muerta.....                          | 30 |
| Carga viva.....                            | 31 |
| Carga de Viento.....                       | 31 |
| Carga por sismo .....                      | 32 |
| Combinaciones de Carga .....               | 33 |
| Respuesta Estructural .....                | 33 |
| Análisis Estructural.....                  | 33 |
| Materiales .....                           | 35 |
| Diseño de Elementos.....                   | 35 |
| técnicas e instrumentos.....               | 44 |
| Encuesta:                                  | 44 |
| Observación                                | 44 |
| Población y muestra                        | 44 |
| resultados y análisis de resultados. ....  | 45 |

|   |    |
|---|----|
| Resultados  | 45 |
| Encuesta a personas que requieren mi servicio                       | 45 |
| Encuesta a propietarios dentro del negocio de estructuras metálicas | 55 |
| CAPÍTULO III .....  | 60 |
| PROPUESTA .....   | 60 |
| Fabricación de la estructura tipo pórtico.....                      | 60 |
| PROPUESTA de Plan de izaje .....                                    | 60 |
| Procedimiento de fabricación y montaje de la Estructura.....        | 63 |
| INFORMACIÓN del proyecto .....                                      | 65 |
| Estado original   | 65 |
| Materiales de construcción del trabajo .....                        | 66 |
| Propuesta de la estructura .....                                    | 66 |
| Proceso de fabricación.....   | 67 |
| Pedido de material y logística.....                                 | 67 |
| Trazado del material y corte de material                            | 67 |
| Pintura del material  | 67 |
| Pre armado  | 68 |
| Proceso de Montaje .....  | 73 |
| Montaje y soldadura de uniones                                      | 73 |
| Proceso   | 74 |
| Instalación de Dura techo   | 76 |
| Instalación de puente grúa  | 77 |
| Conclusiones.....   | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 80 |
| ANEXOS.....   | 84 |
| Anexo 1. Formato de encuestas .....                                 | 84 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 2. Diagramas de la estructura metálica con puente grúa en el programa SAP2000 | 88  |
| Anexo 3. Imágenes del proceso de fabricación y montaje .....                        | 92  |
| Anexo 4. Galpón tipo pórtico con puente grúa.....                                   | 102 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura N <sup>a</sup> . 1 Estructura metálica.....                     | 7  |
| Figura N <sup>a</sup> . 2 Corrosión en estructuras metálicas .....     | 8  |
| Figura N <sup>a</sup> . 3 Pandeo por Flexión .....                     | 8  |
| Figura N <sup>a</sup> . 4 Pandeo por Flexión .....                     | 9  |
| Figura N <sup>a</sup> . 5 Transporte de material .....                 | 11 |
| Figura N <sup>a</sup> . 6 Punta de trazar.....                         | 12 |
| Figura N <sup>a</sup> . 7 Tiza Industrial y porta tiza.....            | 12 |
| Figura N <sup>a</sup> . 8 Disco de Corte.....                          | 13 |
| Figura N <sup>a</sup> . 9 Corte con Arco de Plasma.....                | 14 |
| Figura N <sup>a</sup> . 10 Soldadura por electrodo revestido.....      | 15 |
| Figura N <sup>a</sup> . 11 Proceso Smaw .....                          | 16 |
| Figura N <sup>a</sup> . 12 Electrodo revestido.....                    | 16 |
| Figura N <sup>a</sup> . 13 Sistema de clasificación AWS .....          | 18 |
| Figura N <sup>a</sup> . 14 Tipo de uniones.....                        | 18 |
| Figura N <sup>a</sup> . 15 Tipo de soldadura.....                      | 18 |
| Figura N <sup>a</sup> . 16 Simbología de soldadura.....                | 19 |
| Figura N <sup>a</sup> . 17 Camión 18 ruedas con brazo hidráulico ..... | 23 |
| Figura N <sup>a</sup> . 18 Plataforma elevadora .....                  | 23 |
| Figura N <sup>a</sup> . 19 Arnés de seguridad .....                    | 24 |
| Figura N <sup>a</sup> . 20 Estructura SAP2000.....                     | 34 |
| Figura N <sup>a</sup> . 21 Vista de estructura con puente grúa.....    | 35 |
| Figura N <sup>a</sup> . 22 Calculo tubo rectangular.....               | 36 |
| Figura N <sup>a</sup> . 23 Calculo de vigas principales .....          | 38 |
| Figura N <sup>a</sup> . 24 Calculo vigas amarre tubo cuadrado.....     | 39 |
| Figura N <sup>a</sup> . 25 Calculo correas G.....                      | 40 |
| Figura N <sup>a</sup> . 26 Calculo tensores.....                       | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Figura N <sup>a</sup> . 27 Vista frontal diseño SAP2000.....                       | 42 |
| Figura N <sup>a</sup> . 28 Calculo viga IPE 160 .....                              | 43 |
| Figura N <sup>a</sup> . 29 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 1::.....       | 46 |
| Figura N <sup>a</sup> . 30 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 2.....         | 47 |
| Figura N <sup>a</sup> . 31 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 3.....         | 48 |
| Figura N <sup>a</sup> . 32 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 4.....         | 49 |
| Figura N <sup>a</sup> . 33 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 5.....         | 50 |
| Figura N <sup>a</sup> . 34 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 6.....         | 51 |
| Figura N <sup>a</sup> . 35 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 7.....         | 52 |
| Figura N <sup>a</sup> . 36 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 8.....         | 53 |
| Figura N <sup>a</sup> . 37 Resultados de la pregunta N <sup>o</sup> 9.....         | 54 |
| Figura N <sup>a</sup> . 38 Resultado de preguntas a empresas N <sup>o</sup> 2..... | 55 |
| Figura N <sup>a</sup> . 39 Resultado de preguntas a empresas N <sup>o</sup> 3..... | 56 |
| Figura N <sup>a</sup> . 40 Resultado de preguntas a empresas N <sup>o</sup> 3..... | 57 |
| Figura N <sup>a</sup> . 41 Resultado de preguntas a empresas N <sup>o</sup> 4..... | 58 |
| Figura N <sup>a</sup> . 42 Procedimiento de fabricación y montaje.....             | 64 |
| Figura N <sup>a</sup> . 43 Área original y desmontaje .....                        | 65 |
| Figura N <sup>a</sup> . 44 Estructura.....   | 66 |
| Figura N <sup>a</sup> . 45 Pedida de material y logística.....                     | 67 |
| Figura N <sup>a</sup> . 46 Trazado del material y corte .....                      | 67 |
| Figura N <sup>a</sup> . 47 Inspección y pintura.....                               | 68 |
| Figura N <sup>a</sup> . 48 Fabricación de Canastillas. ....                        | 70 |
| Figura N <sup>a</sup> . 49 Armado de cerchas. ....                                 | 71 |
| Figura N <sup>a</sup> . 50 Soldadura de uniones a tope y limpieza.....             | 71 |
| Figura N <sup>a</sup> . 51 Ensayo de tintas penetrantes. ....                      | 72 |
| Figura N <sup>a</sup> . 52 Pieza Final.....  | 72 |
| Figura N <sup>a</sup> . 53 Recepción de material y maquinaria de izaje. ....       | 73 |
| Figura N <sup>a</sup> . 54 Montaje de columnas.. ....                              | 75 |
| Figura N <sup>a</sup> . 55 Montaje y soldadura de uniones.....                     | 76 |
| Figura N <sup>a</sup> . 56 Instalación de Dura techo.....                          | 77 |
| Figura N <sup>a</sup> . 57 Instalación de placas soporte .....                     | 77 |
| Figura N <sup>a</sup> . 58 Instalación de puente grúa .....                        | 78 |

## INDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico N <sup>o</sup> . 1 Diseño y construcción de una estructura metálica con puente grúa | 25 |
| Gráfico N <sup>o</sup> . 2 Puentes grúas y tipos.....                                       | 25 |
| Gráfico N <sup>o</sup> . 3 Partes de una grúa.....  | 26 |
| Gráfico N <sup>o</sup> . 4 Análisis y diseño estructural.....                               | 27 |

## ÍNDICE DE TABLAS.

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Tabla N <sup>a</sup> . 1 .....  | 20 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 2 .....  | 21 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 3 .....  | 29 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 4 .....  | 29 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 5 .....  | 30 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 6 .....  | 31 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 7 .....  | 31 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 8 .....  | 32 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 9 .....  | 32 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 10 ..... | 45 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 11 ..... | 45 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 12 ..... | 46 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 13 ..... | 47 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 14 ..... | 48 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 15 ..... | 49 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 16 ..... | 51 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 17 ..... | 52 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 18 ..... | 53 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 19 ..... | 54 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 20 ..... | 55 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 21 ..... | 55 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 22 ..... | 56 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 23 ..... | 57 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 24 ..... | 58 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Tabla N <sup>a</sup> . 25 ..... | 60 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 26 ..... | 66 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 27 ..... | 68 |
| Tabla N <sup>a</sup> . 28 ..... | 73 |

## **RESUMEN**

Para la ejecución de coberturas sobre grandes espacios, se suelen utilizar soluciones de estructura metálica, como ejemplo, los techos de instalaciones deportivas y espacios industriales o comerciales, en estos casos, el principal desafío para el diseñador es crear una solución estructural que cumpla con todos los requisitos de diseño, arquitectónicos y de ejecución al menor costo posible. Por esta razón, el objetivo de este proyecto es diseñar una estructura metálica con un puente grúa de una capacidad de 1 toneladas para el desmontaje de diferentes trabajos esforzados y alzamiento de peso, que se realiza en el taller soluciones metálicas estructurales., este sistema constructivo propuesto permite que la superficie edificada sea durable y resistente al paso del tiempo, contribuyendo a un mayor crecimiento social y sostenible. Por otro lado, además de la estructura instalada se fabricó e instalo un puente grúa con un instructivo de soldadura y un plan de izaje general que permitirá a los lectores estudiar el método de trabajo diseñado en este proyecto. La metodología investigativa usada en este trabajo fue del tipo descriptivo, donde mediante encuestas a los estudiantes de la carrera de mecánica industrial y empresas dentro del gremio se identificó la importancia de realizar proyectos de construcción con estructuras metálicas que contengan un buen instructivo de trabajo para realizar una obra integral, respetando todas las normas de seguridad.

**PALABRAS CLAVE:** Estructuras metálicas, Soldadura, Perfilera, Izaje



## **ABSTRACT**

For the execution of roofs over large spaces, metal structure solutions are usually used, such as the roofs of sports facilities and industrial or commercial spaces. In these cases, the main challenge for the designer is to create a structural solution that meets all the design, architectural and execution requirements at the lowest possible cost. For this reason, the objective of this project is to design a metallic structure with a bridge crane with a capacity of 1 ton for the dismantling of different strenuous works and weight lifting, which is carried out in the workshop metal structural solutions, this proposed construction system allows the built surface to be durable and resistant to the passage of time, contributing to a greater social and sustainable growth. In addition to the installed structure, a bridge crane was fabricated and installed with welding instructions and a general hoisting plan that will allow readers to study the work method designed in this project. The research methodology used in this work was descriptive, where through surveys to students of industrial mechanics and companies within the guild was identified the importance of carrying out construction projects with metal structures that contain a good work instructions to perform a comprehensive work, respecting all safety standards.

**KEYWORDS:** Steel Structures, Welding, Profiling, Hoisting.

## INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de tesis se realiza el diseño y fabricación de una estructura metálica tipo pórtico con puente grúa para el taller Soluciones Metálicas Estructurales, con la ayuda del programa SAP 2000 se obtiene los cálculos estructurales para la estructura y con el programa INVENTOR se realiza el modelaje de la estructura para obtener los planos de partes y de conjunto.

Esta estructura tipo pórtico con puente grúa se la realiza para que el taller tenga mayor capacidad de producción ya que por su espacio reducido de la cubierta existían factores como: el clima y espacio, que impidan que la producción de los trabajos continúen, al realizar esta estructura se pretende que la producción no pare por los factores antes mencionados.

En esta tesis la metodología que se realizó para la fabricación y el montaje de la estructura es la investigación exploratoria con la cual al ver diferentes estructuras realizadas en el Ecuador se obtiene el análisis a proceder en esta fabricación y montaje y con la experiencia del dueño del taller se realiza la fabricación y montaje en el tiempo planificado.

La ayuda de la supervisión para cumplir las dimensiones de los planos establecidos fue de gran ayuda para la fabricación y realizar un trabajo eficaz, el proceso de soldadura SMAW con llevo la mayor parte de la estructura en realizar las juntas de soldadura resistentes y eficaces, realizando ensayos no destructivos (tintas penetrantes).

## **ANTECEDENTES**

En el presente proyecto de tesis se realiza el estudio para la construcción de una estructura metálica tipo pórtico con puente grúa en el taller Soluciones Metálicas Estructurales en la cual las condiciones son bastantes rústicas, en las cuales anteriormente contaba con una cubierta en pésimas condiciones y realizada con perfiles que no cumplen la función adecuada para lo cual se estaba utilizando ya que el taller tiene un área de 100m cuadrados útiles los cuales se ocupaban solo 50m cuadrados como cubierta, lo cual presentaba muchas desventajas al momento de realizar trabajos en dicha área ocupada y que por factores del clima no se podía continuar con el trabajo y se procedía a parar la producción.

Con esta para de trabajo no se podían entregar a tiempo los productos términos a los clientes, lo cual se decide realizar una remodelación y ocupar toda el área útil al 100%, se tenía también una desventaja al momento de realizar levantamientos de cargas que en ocasiones se necesitaba más de 4 personas para mover los elementos, por lo cual en la remodelación se implementa un puente grúa con la finalidad de facilitar todos los movimientos y no sobre esforzar al personal operativo del taller Soluciones Metálicas Estructurales.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como finalidad abordar la importancia que brinda la estructura metálica con puente grúa, enfocado hacia el proceso de alzamiento de cargas pesadas, puesto que es un proceso donde los trabajadores van a obtener conocimientos importantes de aquellas destrezas y así lograr habilidades tanto para el manejo de la máquina como para su utilización, esto les servirá a lo largo de su vida cotidiana, tomando en cuenta que, actualmente se ha convertido en un tema relevante, lo cual va dirigido hacia el personal del Taller soluciones metálicas estructurales.

La estructura metálica puente grúa es un apoyo necesario para el taller al momento de realizar montajes por los trabajadores, puesto que se va desarrollar una mejor enseñanza de aprendizaje en el proceso de su utilización, así los trabajadores van aprender a utilizar y manejar la máquina mediante estrategias que proponga el jefe para realizar trabajos más rápidos y con ello se va obtener el desenvolvimiento dentro de un medio interactivo al momento de trabajar con las demás personas del taller.

El presente proyecto se va desarrollar de temas relevantes, por lo tanto, consta de un marco teórico que brindará apoyo a los que integran el taller, asimismo de metodologías que abordarán temas relevantes como, definiciones, características, la importancia del método, entre otros. Cabe recalcar que el procedimiento que se va ejecutar, es para brindar la construcción de sus aprendizajes y buscar la forma de solucionar por sí solos, garantizando que los trabajadores del taller ya mencionado anteriormente, realicen sus actividades al momento de establecer tareas por el jefe encargado.

Finalmente, el diseño y construcción de la estructura metálica con puente grúa será factible y conveniente para el taller donde se adoptara nuevas estrategias para la realización de nuevos trabajos, puesto que ofrece un nivel elevado en el desarrollo de aprendizaje de los trabajadores durante su utilización, por lo cual se debe tomar en cuenta que es uno de los elementos imprescindibles en el proceso de alzamiento de peso, y así se va obtener la, la convivencia entre los trabajadores para una convivencia armónica dentro de su sitio de trabajo, y así logrando todo lo requerido por el dueño del taller.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir una estructura metálica tipo pórtico con puente grúa de un área de 100 m<sup>2</sup>, seleccionando los perfiles acordes al cálculo estructural del programa SAP 2000, para el taller Soluciones Metálicas Estructurales, la cual será utilizado para la fabricación de órdenes en el sector del Valle de los Chillos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una estructura tipo pórtico con puente grúa con la ayuda del programa SAP 2000, para la remodelación del taller.
- Elaborar un plano general y partes de la estructura metálica tipo pórtico con puente grúa, con la ayuda del programa inventor, para la fabricación de sus elementos estructurales.
- Ejecutar el montaje de la estructura metálica, seleccionando el proceso de soldadura SMAW y tomando todas las normativas vigentes de seguridad en alturas, para brindarles a nuestros clientes un servicio de calidad y puntualidad

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICA**

### **ESTRUCTURA METÁLICA**

En base a la fabricación y montaje de una estructura tipo pórtico, en este capítulo se procede a describir el procedimiento a seguir, tomando en cuenta los parámetros de la fabricación y montaje, el instructivo de izaje y proceso de soldadura. Y como una pequeña descripción de las ventajas y desventajas del acero estructural.



*Figura N<sup>o</sup>. 1 Estructura metálica*  
*Fuente: (Sedemi SCC, 2017)*

#### **Ventajas del acero estructural**

El acero estructural es uno de los materiales con mayores beneficios tiene que se obtiene en la industria para realizar grandes construcciones, a continuación, se detallan las siguientes ventajas:

- Rapidez de montaje.
- Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.
- Resistencia a la fatiga del concreto.

Posible reutilización después de desmontar una estructura.

## Desventajas del acero como material estructural

En aspecto general, el acero tiene las siguientes desventajas:

### Corrosión

Una gran parte de los aceros estructurales son susceptibles a la corrosión cuando están expuestos al agua y al aire y, por tal razón, se debe pintar habitualmente.



Figura N<sup>o</sup>. 2 Corrosión en estructuras metálicas

Fuente: (Sedemi SCC, 2017)

### Susceptibilidad al pandeo

Según McCormac (2013), se observa pandeo

Cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, tanto mayor es el peligro de pandeo. En la mayoría de las estructuras, el uso de columnas de acero es muy económico debido a sus relaciones elevadas de resistencia a peso. Sin embargo, en forma ocasional, se necesita algún acero adicional para rigidizarlas y que no se pandeen. Esto tiende a reducir su economía. (pág. 4)

El pandeo puede darse por las siguientes formas:

**Pandeo por flexión:** se puede realizar en mesas de vigas y en almas de columnas.

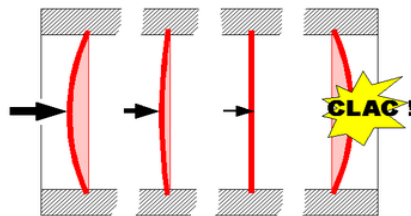


Figura N<sup>o</sup>. 3 Pandeo por Flexión

Fuente: (Mengual, 2019)

## Pandeo por torsión

Los elementos comprimidos de las sesiones abiertas de paredes delgadas pueden deformarse por torsión o por una combinación de flexión y torsión, denominada flexo torsión.

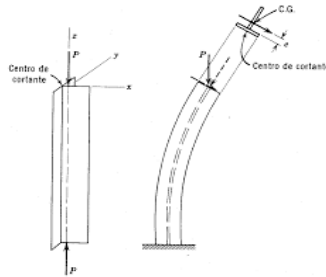


Figura N<sup>o</sup>. 4 Pandeo por Flexión

Fuente: (Curso Aplicación CIRSOC 301-EL, 2008)

## Fatiga

El mismo autor menciona

Otra característica inconveniente del acero es que su resistencia se puede reducir si se somete a un gran número de inversiones del sentido del esfuerzo, o bien, a un gran número de cambios en la magnitud del esfuerzo de tensión. (Se tienen problemas de fatiga sólo cuando se presentan tensiones.) En la práctica actual se reducen las resistencias estimadas de tales miembros, si se sabe de antemano que estarán sometidos a un número mayor de ciclos de esfuerzo variable, que cierto número límite (McCormac, 2013, pág. 4).

## REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTRUCTURA

### Planos

Los planos son representaciones gráficas que detallan los lineamientos de una estructura y su buena interpretación implica una gran responsabilidad para una construcción exitosa.

### Sistema de unidades

El sistema de unidades a utilizar en los planos, manuales y documentación a lo largo de la fabricación y montaje de la estructura es el sistema internacional SI.



## **Tolerancias dimensionales**

Los elementos para fabricarse deberán ajustarse a la tolerancia dimensional expuesta en el plano. Mediante estas se establece un límite superior e inferior, dentro de los que se determinan los que son más efectivos o eficaces, para cada obra.

## **Planos Estructurales**

El diseño estructural es documentación formada por dibujos. Éste contiene toda la información necesaria para llevar a cabo la estructura de una obra. Al contrario de lo que muchos piensan, esta documentación es fundamental para cualquier trabajo, independientemente de su tamaño. “Los planos deben contener un adecuado conjunto de notas, detalles y toda aquella información necesaria para armar la estructura; además deben presentarse en tal forma que puedan interpretarse rápida y correctamente” (Planos Arquitectónicos, 2021).

En el plano están la base de los cálculos, se determinan los elementos estructurales como: la cimentación, vigas y pilares que deben componer una edificación. Juntos, estos elementos actúan como el “esqueleto” del edificio y son los encargados de transmitir las cargas al suelo. Para ello, es necesario relevar la información antes de iniciar estos cálculos. Analizar el proyecto arquitectónico, realizar el estudio topográfico son pasos fundamentales para una buena recolección de datos. Después de este estudio, se necesita una conversación para alinear las preferencias de quienes construirán con las condiciones del terreno.

A partir de esto, se concibe un modelo estructural diseñado para soportar todas las cargas incluidas en este edificio. Es decir, el modelo estructural es el esqueleto de la construcción, las vigas y columnas son como nuestros miembros y transmiten todos los esfuerzos a lo largo de la estructura. Estos esfuerzos llegan a los cimientos, que son como nuestros pies y se disipan en el suelo, asegurando que todo esté quieto y firme. El papel del ingeniero es asegurar que este esqueleto apoye y promueva, sobre todo, la seguridad, la economía y la practicidad.

El proyecto estructural cuenta de tres diseños los cuales son:

- Planos de corte.
- Planos de taller

- Planos de detalle

## PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA.

### Pedido de material

Antes de solicitar el material, debemos considerar las dimensiones, tolerancias y juntas de cada elemento estructural, para evitar en lo posible desperdicios desde el punto de vista estructural y económico, el material solicitado debe acoplarse a las medidas comerciales.

### Logística

La gestión de logística “se usa comúnmente para referirse al proceso de coordinación y movimiento de recursos gente, materiales, inventario y equipos de un lugar a otro para su proceso o almacenamiento” (Enciclopedia para empresas, 2021).

El transporte del material conformado, que aplica para la fabricación de la estructura metálica se lo deberá realizar de manera cuidadosa para no obtener ningún daño en su trayecto por mal izaje de los mismo. Y de estar manera evitar daños físicos, se puede apoyar en “cunas” que inmovilizan el contacto entre material.

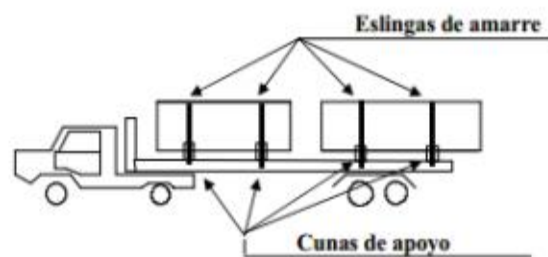


Figura N<sup>o</sup>. 5 Transporte de material

Fuente: (S.A.P.D)

Cuando se realice el transporte del material en camiones sin techo, es necesario utilizar un plástico protector para evitar la corrosión.

Por parte de la logística encargada de la obra, se debe adecuar el acceso apto para permitir la entrada de los camiones tipos tráiler. Los tráileres utilizados para el transporte deben de cumplir con las leyes de transita vigentes. La descarga del material se lo realizara

con la ayuda de grúas o elementos adecuados al peso.

Al recibir el material se debe contar con un espacio seleccionado para el almacenamiento de acuerdo con las longitudes y secciones requeridas, con el objetivo de evitar pérdidas de operación del material en el taller.

### **Trazado material**

En el proceso de trazado se tiene como objetivo señalar en la superficie metálica las cotas necesarias para el desarrollo de la fabricación de los elementos estructurales. El trazado se realiza según las indicaciones en el plano de taller. La preparación de las piezas para los efectos de soldadura también se realiza por medio del trazador. La aprobación del procedimiento está a cargo del jefe de taller.

### **Elementos**

**Punta de trazar:** Varilla redonda de metal con puntas afiladas en sus extremos, su fin es arañar superficies más duras de las que está hecha la propia varilla de acero.



*Figura N<sup>o</sup>. 6 Punta de trazar*

*Fuente: (Mecanizado Básico, 2014)*

**Tiza Industrial:** Las tizas permiten realizar marcas en los elementos metálicos claros y precisos, y con su porta-tiza metálica se obtiene una gran protección y una duración más extensa evitando que se rompa.



*Figura N<sup>o</sup>. 7 Tiza Industrial y porta tiza*

*Fuente: (Lincon Electric, s.f.)*

## **Inspección de trazado**

El taller debe de contar con los recursos de medida como flexómetro, escuadras, mesas, etc., estos previamente inspeccionados. Se verificar el correcto proceso de trazado, según como lo detalla el plano de taller en el caso de existir errores en el proceso de deberá realizar un levantamiento de producto no conforme.

## **Corte Material**

El corte del material dependerá de lo que se encuentre dimensionado y trazado especificado en el plano de taller.

### **Tipos de cortes**

#### **Disco de corte:**

Para Ollavares (2016)

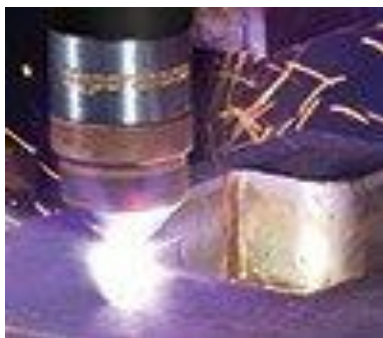
Este tipo de corte se realiza mediante un disco fabricado en óxido de aluminio (Corindón) el cual se adapta a una herramienta eléctrica como el esmeril angular, pulidora o rotaflex, por ser un disco muy fino garantiza un corte preciso de los metales. (pág. 1)



*Figura N°. 8 Disco de Corte*

*Fuente: (Charla de Seguridad, 2016)*

**Corte con arco de plasma:** Para el corte con plasma se “usa un gas ionizado a alta temperatura para producir un arco muy caliente y con alta densidad de energía que puede cortar cualquier material conductor” (Hypertherm, 2019).



*Figura N<sup>o</sup>. 9 Corte con Arco de Plasma*

*Fuente: (Hypertherm, 2019)*

### **Inspección de Corte**

Se procede a comprobar que los elementos elaborados posean las dimensiones señaladas en los planos de taller, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas a menos de que los planos y/o especificaciones técnicas.

En el caso de sobrepasar las tolerancias del material puede provocar la mala unión de las piezas e inclusive deteriorar la capacidad de sostén de estos.

### **Pre-Armando**

El pre armado consiste en el ensamblaje previo de las piezas en la forma en la que serán unidas para lo cual se necesita tener las siguientes consideraciones (Rueda, 2019).

- El uso de tornillos adecuados
- Fijar las piezas antes del soldado
- Hay que asegurar que la forma de soldadura garantice la inmovilidad

### **Soldadura**

La soldadura es un proceso utilizado para unir materiales, particularmente metales y sus aleaciones, mediante fusión casi inmediata, seguida de solidificación de los materiales, cuando se exponen a una fuente de calor.

Muy utilizado en la industria en general, el proceso de soldadura sirve para la fabricación y recuperación de piezas, equipos y estructuras metálicas. Su aplicación abarca desde pequeños componentes electrónicos hasta grandes estructuras y equipos (puentes, barcos, coches, etc.).

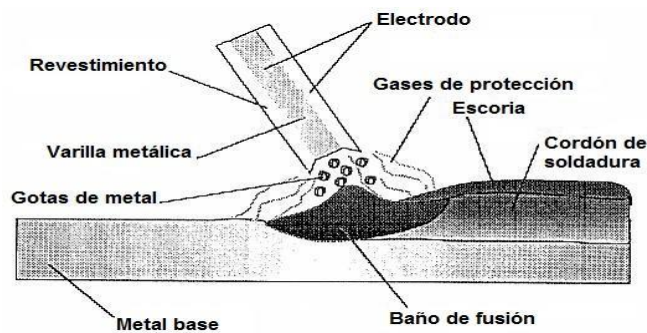
Existen varios tipos de procesos de soldadura y cada uno tiene su propia aplicación.

Sabiendo esto, presentaremos cada proceso de soldadura, dando un breve resumen de cada uno. (MIX, Editorial Definición, 2015).

### **Electrodo revestido**

Debido a la facilidad de este proceso, la soldadura con un electrodo revestido es el método más utilizado por los soldadores. Ofrece una mayor flexibilidad en comparación con otros tipos de soldadura y se puede realizar en lugares de difícil acceso o movilidad.

La soldadura por electrodo revestido se utiliza en la fabricación y montaje de diversos equipos y estructuras, ya que se puede utilizar para soldar una amplia variedad de materiales, como acero inoxidable, hierro fundido, aluminio, cobre, níquel, entre otros.



*Figura N°. 10 Soldadura por electrodo revestido*

*Fuente: (Ingemecanica-tutorial N°45, 2021)*

Para esta tesis se ocupará el proceso de soldadura SMAW con electrodo revestido.

### **PROCESO DE SOLDADURA SMAW**

El proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo recubierto, también conocido como SMAW (Shielded Metal Arc Welding), consiste en abrir y mantener un arco eléctrico entre el electrodo recubierto y la pieza a soldar, para fusionar simultáneamente el electrodo y la pieza (Rodríguez, 2021). El metal fundido del electrodo se transfiere a la pieza, formando una piscina fundida que está protegida de la atmósfera (O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>) por los gases de combustión del revestimiento del electrodo.

El metal depositado y las gotas de metal fundido expulsadas reciben protección adicional a través del baño de escoria, que se forma quitando algunos componentes del revestimiento. (Rodríguez, 2021)

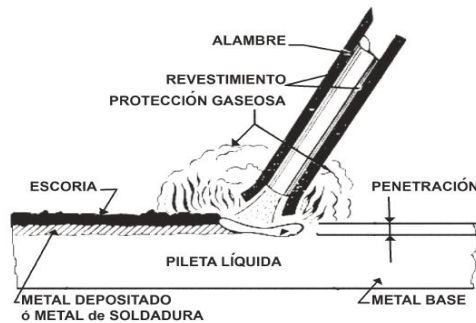


Figura N<sup>o</sup>. 11 Proceso Smaw

Fuente: (Rodríguez, 2021)

Los electrodos revestidos se pueden utilizar en todas las posiciones (plano, vertical, horizontal, elevado), así como en prácticamente todos los espesores de metal base y en áreas de acceso limitado. También se utiliza para revestimientos duros, corte y ranurado. (Rodríguez, 2021)

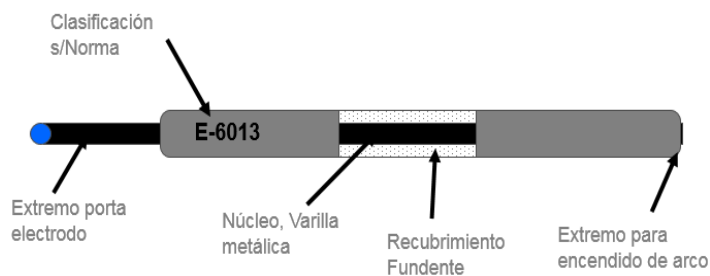


Figura N<sup>o</sup>. 12 Electrodo revestido

Fuente: (Rodríguez, 2021)

## Aplicación

La soldadura con electrodos revestidos se utiliza en el montaje de diversos equipos y estructuras, tanto en talleres como en campo e incluso bajo el agua, para materiales con espesores entre 1,5 mm y 30 mm y en cualquier posición. Es un proceso predominantemente manual, aunque permite una variación mecanizada, la soldadura por gravedad, que se utiliza principalmente en los astilleros. Los materiales soldados por este proceso también son variados, como aceros al carbono, aceros de baja, media y alta aleación, aceros inoxidable, fundiciones, aluminio, cobre, níquel y aleaciones de estos materiales. (Rodríguez, 2021)

## **Beneficios**

Las aplicaciones industriales del proceso de electrodo revestido son muchas, incluyendo operaciones de mantenimiento y emergencia como corte y taladrado, dada su gran versatilidad y sencillez.

## **Desventajas**

El proceso no se aplica a materiales con un punto de fusión bajo como plomo, estaño, zinc y metales refractarios o altamente reactivos como titanio, circonio, molibdeno y niobio. Al ser un proceso eminentemente manual, depende mucho de la habilidad del soldador, que debe ser un profesional capacitado y experimentado. (Rodriguez, 2021).

## **Clasificación de los electrodos**

**Electrodos Celulósicos:** “Son llamados así por la alta concentración de celulosa encontrada en su revestimiento” (Lacor Formación, 2017).

**Electrodos Rutilicos:** “Conocidos de esta manera debido a su gran cantidad de rutilo (óxido de titanio) contenido en su revestimiento” (Lacor Formación, 2017).

**Electrodos Minerales:** “Llamados de esa manera por los principales componentes de su revestimiento que son óxidos de hierro y manganeso” (Lacor Formación, 2017).

**Electrodos Básicos o de Bajo Hidrogeno:** “Se les llama de ese modo por su total ausencia de humedad (hidrogeno) en su revestimiento” (Lacor Formación, 2017).

**Electrodos Hierro en polvo:** “Su nombre deriva de su alto contenido de hierro en polvo en su revestimiento” (Lacor Formación, 2017).





Figura N<sup>o</sup>. 13 Sistema de clasificación AWS

Fuente: (Indura, 2015)

### Tipos de uniones.

Las uniones son las regiones entre dos o más piezas que se unirán.

Tipos de articulación: Los tipos habituales de articulación son: superior (tope), ángulo (T), esquina (esquina), superposición (solapamiento) y borde (borde).

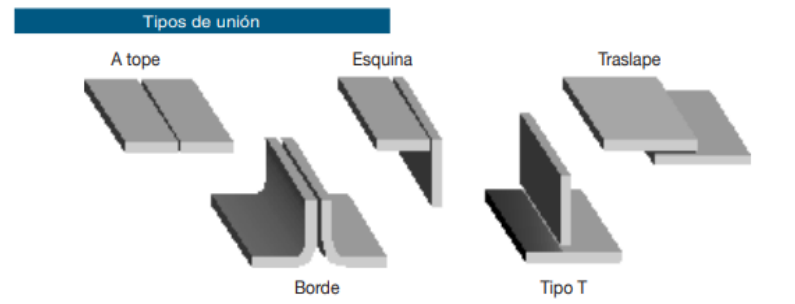


Figura N<sup>o</sup>. 14 Tipo de uniones

Fuente: (Indura, 2015)

### Tipo de soldadura

En la figura 17, se puede identificar los tipos de soldadura que se pueden realizar.

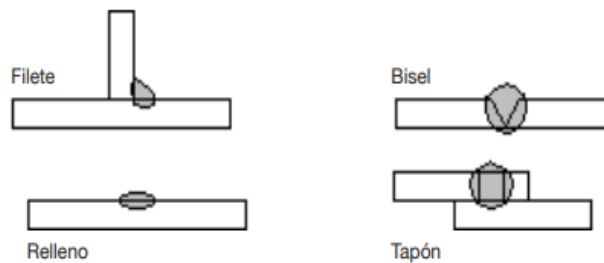


Figura N<sup>o</sup>. 15 Tipo de soldadura

Fuente: (Indura, 2015)

## Simbología

La simbología de la soldadura se refiere a la representación gráfica de toda la información necesaria para el desarrollo del trabajo de los profesionales del área. Los diversos estándares que rigen la simbología de soldadura corresponden a los procesos de trabajo de las industrias europea, americana y asiática, como AWS - American Welding Society; Euronorm, estándar europeo; ISO - Organización Internacional de Normalización -; JIS - Normas industriales japonesas (Indura, 2015)

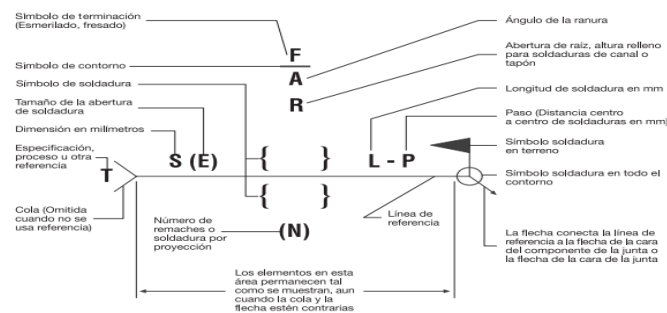


Figura N<sup>o</sup>. 16 Simbología de soldadura

Fuente: (Indura, 2015)

## INSPECCIÓN EN EL PRE-ARMADO

En esta sección se verifica la acción correcta antes del pre armado, si hay una falla en este proceso, se realizará un requerimiento de no aprobación. Esta intervención verificarse para proceder con la integración final de las piezas que finalmente se soldara y se colocaran dentro de la obra, este proceso, de pre armado debe diseñarse para cumplir con los requisitos de resistencia de cada material. (CYM-Materiales SA, 2015)

### Preparación y limpieza de la superficie metálica

Según CYM-Materiales SA (2015) la limpieza adecuada juega un papel fundamental en una operación de soldadura exitosa. Afecta directamente a la calidad, ya que una superficie de suciedad o impureza puede provocar una serie de problemas.

La limpieza y preparación de la superficie también pueden afectar la apariencia de la soldadura final y los costos operativos generales, ya que implica reprocesamiento y mano de obra. Algunos trabajos pueden requerir el uso de un producto abrasivo o pueden realizarse con un paño o un solvente químico.

La limpieza intermedia y posterior a la soldadura también son pasos importantes en

el proceso, según la aplicación y los requisitos para la soldadura terminada. Si bien las mismas reglas no se aplican a todos los trabajos, existen algunas buenas prácticas generales que pueden y deben seguirse.

En la tabla 3, se identifican según la norma los siguientes métodos de limpieza identificando el tipo de solvente, y los materiales con los cuales se puede realizar la limpieza.

Tabla N°. 1

Preparación de superficies

| <b>Norma SSPC</b> | <b>Descripción</b>                           |   |
|-------------------|--|---|
| <b>SSPC-SP1</b>   | Limpieza con Solventes                       |   |
| <b>SSPC-SP 2</b>  | Limpieza con herramientas manuales           | Cepillos, lijas, etc.   |
| <b>SSPC-SP 3</b>  | Limpieza con herramientas manuales mecánicas | Herramientas eléctricas o neumáticas                              |
| <b>SSPC-SP 5</b>  | Limpieza con Chorro de abrasivo              | Granallado Meta Blanco  |
| <b>SSPC-SP 6</b>  | Limpieza con Chorro de abrasivo              | Granallado Comercial  |
| <b>SSPC-SP 7</b>  | Limpieza con Chorro de abrasivo              | Granallado Ligero   |
| <b>SSPC-SP 8</b>  | Decapado químico                             |   |
| <b>SSPC-SP 10</b> | Limpieza con Chorro de abrasivo              | Granallado Semiblando   |
| <b>SSPC-SP 11</b> | Limpieza Manual con herramientas mecánicas   | Limpieza metal limpio o desnudo c/rugosidad mínima de 25 micrones |
| <b>SSPC-SP 12</b> | Limpieza con Agua presión - Waterjetting     |   |
| <b>SSPC-SP 14</b> | Granallado industrial                        |   |
| <b>SSPC-SP 16</b> | Limpieza metales no ferrosos                 | Galvanizado, Acero Inoxidable, cobre aluminio, latón, etc.        |

Fuente: Tomado de (CYM-Materiales SA, 2015)

### Inspección de proceso de limpieza

Se debe inspeccionar las piezas metálicas para que cumplan los requerimientos de limpieza antes de la suelda, asegurándose de la eliminación de cascarilla de laminación,

productos químicos y contaminantes, además es extremadamente importante asegurarse de mantener limpia el área de trabajo para evitar que las piezas limpias vuelvan a contaminarse.

## **Pintura**

### **Almacenamiento y mezclado**

Las pinturas y disolventes deben ser guardados en lugares con condiciones específicas, que no permitan la entrada del sol y estén bien ventilados. En el caso de la mezcla se debe seguir rigurosamente las instrucciones descritas por cada material con la finalidad de salvaguardar la condición original del producto y tenga la durabilidad descrita. (Ingemecanica- tutorial N°20, 2021)

### **Métodos de aplicación**

Las diferentes formas para aplicar una pintura se describen en la tabla 4.

*Tabla N°. 2*

*Método de aplicación*

| <b>Método de Aplicación</b>                  | <b>Imprimación</b> | <b>Capas intermedias</b> | <b>Capa de acabado</b> | <b>Pinturas de gran viscosidad</b> |
|--|--------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Brocha                                       | Sí                 | Sí                       | Sí                     | No <sup>(2)</sup>                  |
| Rodillo                                      | No                 | Sí                       | Sí                     | No                                 |
| Pistola convencional<br>(atomización x aire) | No <sup>(1)</sup>  | Sí                       | Sí                     | No                                 |
| Pistola sin aire (Airless)                   | No                 | Sí                       | Sí                     | No                                 |
| Pistola en caliente                          | No                 | Sí                       | Sí                     | Sí                                 |
| Atomización con pistola de alta presión      | No                 | No                       | No                     | Sí                                 |
| Espátula                                     | No                 | No                       | No                     | Sí                                 |

*Fuente: Editado de (Ingemecanica- tutorial N°20, 2021)*

### **Inspección de pintura**

Se debe realizar una inspección manual a fin de verificar que todas las piezas estén bien cubiertas y no tengas impurezas que puedan provocan problemas dentro de la estructura.

## **MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA**

Antes del montaje de una estructura metálica, es necesario observar algunos puntos para que su instalación se realice de forma segura y correcta.

Al fin y al cabo, dependiendo de la estructura, el montaje puede incluso realizarse de forma rápida, si lo realiza un servicio especializado, pero factores como: la cualificación de la mano de obra, la planificación y características de las conexiones, la ubicación y el acceso a los equipos son temas importantes para el montaje.

### **Almacenamiento de la estructura metálica:**

Antes de realizar el montaje, se debe comprobar el lugar donde se pueden guardar las piezas metálicas de forma segura. Las láminas expandidas, por ejemplo, no deben estar semi enterradas o sumergidas, además, es importante evitar la acumulación de agua y residuos entre las piezas para preservar su conservación. (S.A.P.D)

### **La correcta elección de equipos:**

El montaje de estructuras metálicas suele requerir el uso de equipos y máquinas pesadas, como grúas, grúas y compresores de aire, que permiten la elevación vertical de piezas metálicas. Por supuesto, para esta toma de decisiones es necesario considerar las características de cada proyecto, como la altura total de la estructura, la carga máxima de elevación, el radio de operación del equipo, etc.

### **Cuidado con las uniones soldadas:**

El uso de uniones soldadas en el montaje de estructuras metálicas debe realizarse de acuerdo con la normativa vigente. El montador también es responsable de la calidad y seguridad de estas soldaduras, entre otros detalles como: los tipos y configuraciones de las uniones, el control del material de soldadura, espesor del material base, etc.

Las estructuras metálicas se fijan mediante soldaduras y tornillos. En ambos casos, es fundamental seguir la normativa vigente y trabajar con profesionales capacitados. Para las uniones soldadas, es necesario revisar los siguientes aspectos antes de iniciar la obra: proceso, tipos de uniones, temperaturas, parámetros, especificaciones del material base y depositante.

Para las uniones por tornillos, lo más importante es realizar la correcta separación y

clasificación de los tornillos, según su tipo, diámetro y longitud, para que se apliquen correctamente. Además, la superficie donde se aplicarán debe estar limpia, sin ningún residuo que impida la perfecta fijación de las piezas.

## **EQUIPOS DE IZAJE Y MONTAJE**

El paso de izar las estructuras es muy delicado y debe prestarse especial atención, no son solo las partes metálicas las que están en riesgo, sino el resto del trabajo y la seguridad de las personas.

Para evitar cualquier problema, se debe trabajar con la información de la carga útil y el centro de gravedad de la pieza. Lo ideal es calcular el peso de las piezas en el acto, pero una alternativa más sencilla e igualmente eficaz es consultar el peso total con accesorios en el proyecto, para aquello se visualizan en las siguientes figuras los equipos necesarios para un correcto desarrollo de montaje e izaje de la estructura.

Camión grúa:



*Figura N.º 17 Camión 18 ruedas con brazo hidráulico*

*Fuente: (LOGISVEN, s.f.)*

Plataforma elevadora



*Figura N.º 18 Plataforma elevadora*

*Fuente: (Mieve, S.L., 2020)*

Arnés:



*Figura N<sup>o</sup>. 19 Arnés de seguridad*

Fuente: (Ingco, 2020)

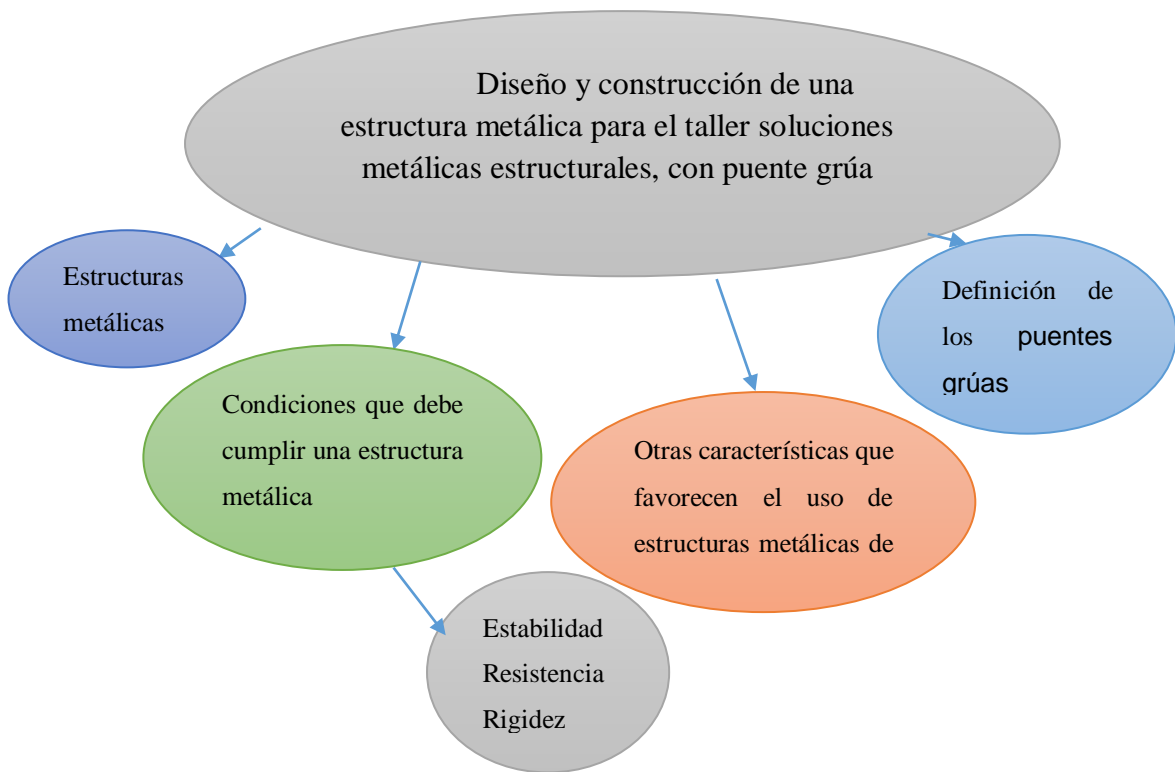


Gráfico N°. 1 Diseño y construcción de una estructura metálica con puente grúa.

Elaborado por: José Alexander Iza

Fuente: Datos de investigación

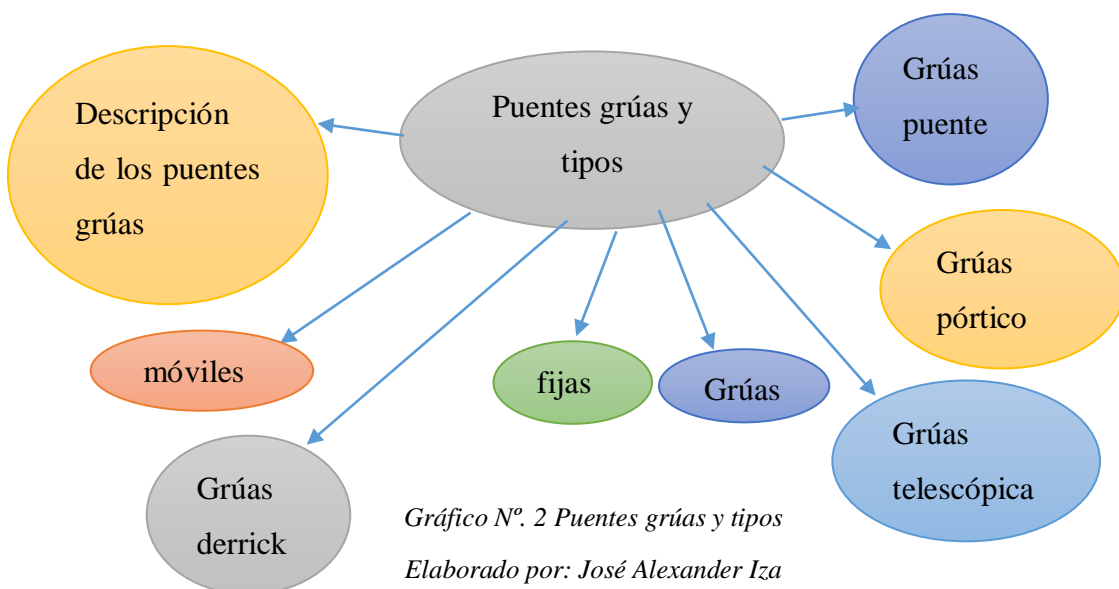
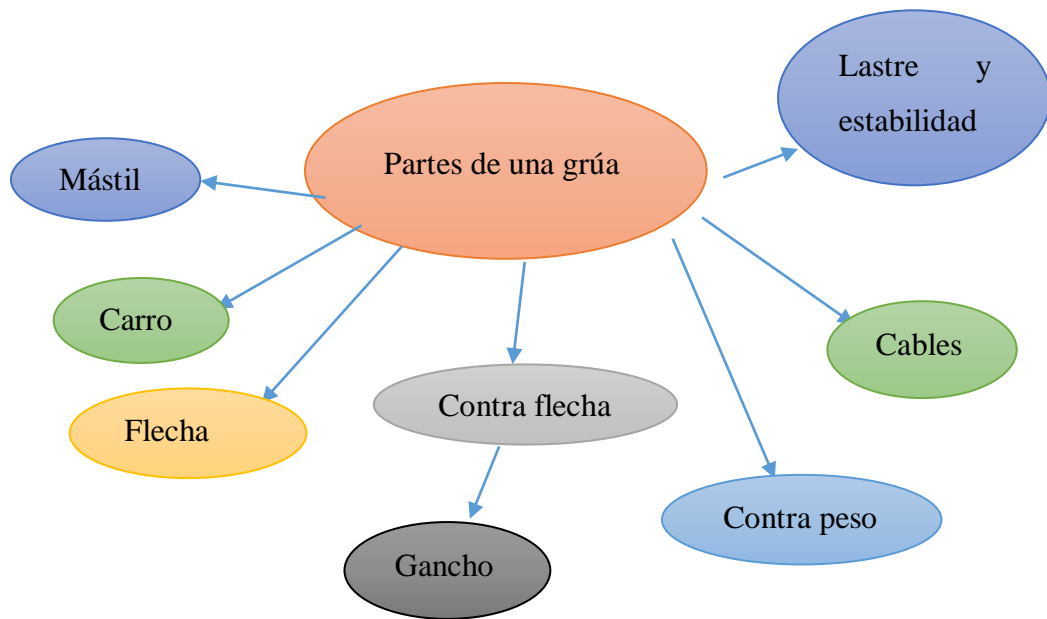


Gráfico N°. 2 Puentes grúas y tipos

Elaborado por: José Alexander Iza

Fuente: Datos de investigación





*Gráfico N°. 3 Partes de una grúa.*

*Elaborado por: José Alexander Iza*

*Fuente: Datos de investigación*

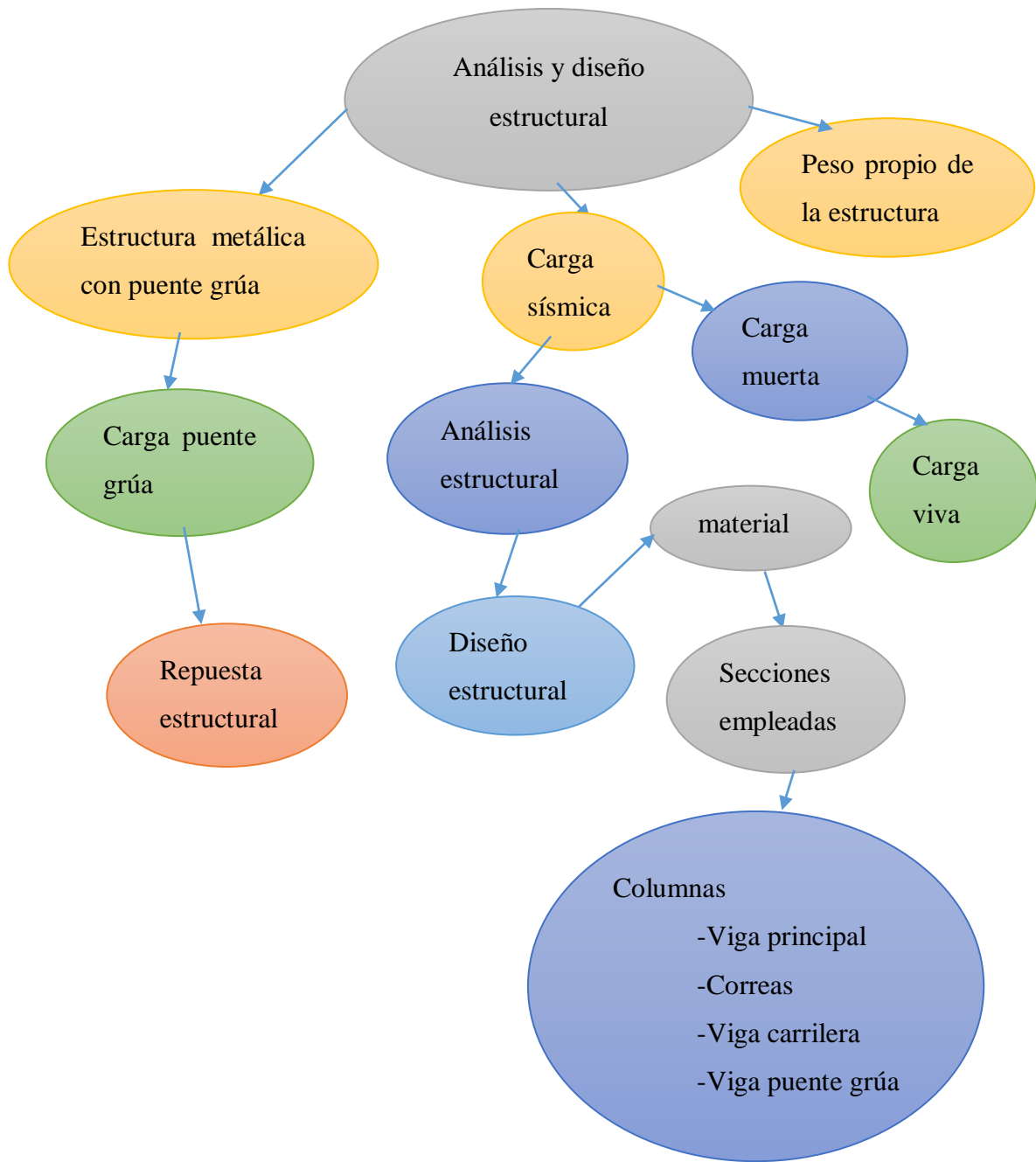


Gráfico N°. 4 Análisis y diseño estructural

Elaborado por: José Alexander Iza

Fuente: Datos de Información

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **Investigación Exploratoria**

La investigación exploratoria tiene como objetivo observar hechos y fenómenos tal como ocurren en la realidad, basándose en un sector específico de la población para estudiar a un grupo de personas con la intención de resaltar su interacción, su estructura social y sus características específicas.

Para ello se recogen datos referentes a los elementos observados. Posteriormente, esta información será analizada e interpretada dentro de una sólida base teórica. El objetivo de todo el proceso es comprender y explicar el problema que es objeto de estudio en la investigación. (Martínez, 2020)

#### **MODALIDAD**

##### **Cuantitativo**

“Un método cuantitativo se refiere a la utilización de datos numéricos para realizar de forma sistemática, organizada y estructurada una tarea y/o investigación” (Martínez, 2003).

Por esta razón se escoge este tipo de método para el tema de tesis que se es sobre el diseño y construcción de una estructura metálica para el taller soluciones metálicas estructurales, con puente grúa.

#### **MÉTODO**

Para el presente proyecto, se utilizó el método de investigación exploratoria, el cual, mediante la observación de campo, determinó que el taller, precisaba de una estructura robusta y mal construida por lo cual, con la finalidad de dar solución a este problema, el proyecto se enfocó en la construcción de una estructura metálica tipo pórtico con puente grúa, contará con un plan de izaje y de soldadura.

Por otro lado, el proyecto también utilizó el método de investigación descriptiva mediante la revisión bibliográfica, identificó los puntos teóricos importantes que intervienen en la fabricación de una estructura, que se complementó mediante la aplicación de una

encuesta, a estudiantes y a los propietarios de diferentes empresas que trabajan en el medio con estructuras de acero, con el propósito de identificar si los alumnos consideran importante para su currículo profesional que se realicen estudios que contengan manuales de soldadura y planes de izaje, por otro lado, la encuesta a los propietarios se utilizó para definir cuán importante es que los profesionales constructores tengan conocimientos sobre la seguridad y planificación de trabajo para mejorar su profesionalismo y ser más competitivos en este mundo laboral.

### Cálculo de horas de trabajo

Para el proceso de fabricación

Tabla N<sup>o</sup>. 3

Cálculo de horas hombre proceso de fabricación

| Datos                         | Fórmula                    |
|-------------------------------|----------------------------|
| 2 hombres                     | n= # de obreros            |
| 4 semanas de trabajo          | J= Jornadas de Trabajo     |
| 20 jornadas de trabajo        | H= horas útiles de trabajo |
| Jornada de trabajo de 8 horas | $HH = n * J * H$           |

Fuente: José Alexander Iza

Fórmula 1. Ecuación Hora-Hombre

$$HH = n * J * H$$

$$HH = 2 * 15 * 8$$

$$HH = 240 H$$

Para el proceso de fabricación se necesitaron 2 personas, por tanto, el cálculo de horas hombre de esta primera fase del proyecto es de 240 horas.

Para el proceso de Montaje

Tabla N<sup>o</sup>. 4

Cálculo de horas hombre proceso de Montaje

| Datos                         | Fórmula                    |
|-------------------------------|----------------------------|
| 5 hombres                     | n= # de obreros            |
| Semanas de trabajo            | J= Jornadas de Trabajo     |
| 15 jornadas de trabajo        | H= horas útiles de trabajo |
| Jornada de trabajo de 8 horas | $HH = n * J * H$           |

Fuente: Iza Alexander Iza

$$HH = n * J * H$$

$$HH = 5 * 20 * 8$$

$$HH = 800 H$$

Para el proceso de fabricación se necesitaron 5 personas, por tanto, el cálculo de horas hombre de la segunda fase del proyecto es de 800 horas, en un mes de trabajo.

### **Análisis de Cargas**

El comportamiento de la estructura está determinado de acuerdo a la configuración estructural y de las cargas a esta aplicadas.

Estas cargas serán obtenidas de acuerdo a la normativa solicitada por el cliente.

### **Carga muerta**

El peso propio de las estructuras fue evaluado directamente por el programa de análisis estructural, con base en los pesos unitarios de los elementos principales multiplicados por las longitudes teóricas.

**Para el modelo estructural del proyecto se definieron las cargas siguientes que no considera el programa, tales como revestimientos, instalaciones, entre otros:**

*Tabla N°. 5*

*Pasos Permanentes*

| D: CARGA MUERTA                                |         |    |                   |
|--|---------|----|-------------------|
| Peso Propio- Cubierta (13-20)kg/m <sup>2</sup> | 0       |    |                   |
| Peso Cubierta (5-7 kg/m <sup>2</sup> )         | 5       | 10 | kg/m <sup>2</sup> |
| Instalaciones (5-10) kg/m <sup>2</sup>         | 5       |    |                   |
| Tumbado Falso Liviano (≤10)kg/m <sup>2</sup>   | 0       |    |                   |
|  | (20-25) |    |                   |
| Canal Recolector de Agua                       | kg/m    | 0  | kg/m <sup>2</sup> |

*Fuente: José Alexander Iza*

## Carga viva

Se considera como carga viva según NEC-SE-CG del tipo “Cubiertas planas, inclinadas y curvas” para cubiertas.

Tabla N<sup>o</sup>. 6

Carga viva o sobrecargada

| TIPO     | L                    |
|----------|----------------------|
| Cubierta | 70 kg/m <sup>2</sup> |

Fuente: José Alexander Iza

## Carga de Viento

Se consideran las acciones del viento al ejercer presión en la cubierta y paredes del PCR.

Las acciones a considerar son las siguientes:

Tabla N<sup>o</sup>. 7

Carga viento

| FUERZA DEL VIENTO       |        |                   |
|-------------------------|--------|-------------------|
| V: Velocidad Viento     | 75     | km/h              |
| Min (75km/h)            |        |                   |
| $\sigma$                | 0.8    | Coef. Correccion  |
| Vh=                     | 60     | km/h              |
| $\alpha$                | 30     | %                 |
|                         | 16.7   |                   |
| $\alpha$                | 0      | grados            |
|                         | 16.0   |                   |
| $\alpha$ (Elegido)      | 0      | grados            |
| C                       | 0.3    | Barlovento        |
|                         | -0.6   | Sotavento         |
| P(kg/m <sup>2</sup> ) = | 5.40   | P. Barlovento     |
|                         | -10.80 | P. Sotavento      |
| PWbx                    | 1.49   | kg/m <sup>2</sup> |
| PWbz                    | 5.19   | kg/m <sup>2</sup> |
| PWsx                    | -2.98  | kg/m <sup>2</sup> |
|                         | 10.3   |                   |
| PWsz                    | 8      | kg/m <sup>2</sup> |

Fuente: José Alexander Iza

Tabla N<sup>o</sup>. 8

Carga cubierta

| CUADRO DE CARGAS |                   |           |           |                |                |                |                |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| NUDO             | Ancho<br>Coop.(m) | D(kg) "Z" | L(kg) "Z" | W(kg)          |                |                |                |
|                  |                   |           |           | W <sub>x</sub> | W <sub>z</sub> | W <sub>x</sub> | W <sub>z</sub> |
| 1 Canal          | 0.5750            | -5.75     | -40.25    | 0.86           | 2.98           | 1.71           | -5.97          |
| 2 Interior       | 1.1500            | -11.5     | -80.50    | 1.71           | 5.97           | 3.42           | 11.94          |
| 3-4-             |                   |           |           |                |                |                | -              |
| 5Interior        | 1.1500            | -11.5     | -80.50    | 1.71           | 5.97           | 3.42           | 11.94          |
| 6<br>Cumbreo     | 0.5750            | -5.75     | -40.25    | 0.86           | 2.98           | 1.71           | -5.97          |

Fuente: José Alexander Iza

### Carga por sismo

Para el cálculo por cargas sísmicas se ingresan cargas sísmicas estáticas mediante un coeficiente C cuyo cálculo se detalla a continuación, definidos en base a la NEC-15:

Tabla N<sup>o</sup>. 9

Parámetros sísmicos

| ESPECTRO DE ACELERACIÓN |      |                  |                    |
|-------------------------|------|------------------|--------------------|
| R =                     | 3    |                  | Coef reducción     |
| z =                     | 0.25 | de g             | Aceleración máxima |
|                         | 1.47 | m/s <sup>2</sup> |                    |
| n =                     | 2.48 |                  | Región             |
| Fa =                    | 1.2  |                  | Coef Amplificación |
|                         |      |                  | Factor de suelo    |
| r =                     | 1    |                  | Suelo tipo C       |

Fuente: José Alexander Iza

$$c = \frac{n * z * Fa * I}{R} = 0.248$$

## **Combinaciones de Carga**

Para el diseño se ha considerado que el más crítico de los siguientes estados no supere la resistencia de la estructura y de sus elementos:

- **COMB 1.- 1.4D**
- **COMB 2.- 1.2D+1.6LR**
- **COMB 3.- 1.2D+1.0W+LR**
- **COMB 4.- 1.2D+1.0E+LR**
- **COMB 5.- 0.9D+1.0W**
- **COMB 6.- 0.9D+1.0E**
- **COMB 7.- 1.2D+1.6CG+0.5LR**
- **COMB 8.- D+L (Servicio)**
- **COMB 9.- D+CG (Servicio)**

Dónde:

D = Peso propio de la estructura más peso de las antenas

LR= Carga Viva de Cubierta

CG= Carga Puente grúa

W= Carga de Viento

E=Carga por sismo

## **Respuesta Estructural**

El sistema estructural consiste en pórticos ordinarios tridimensionales de acero resistente a momento y corte (OMF), capaces de resistir cargas laterales y verticales simultáneas por sí mismos. Las secciones de los elementos estructurales deben absorber los esfuerzos desarrollados, manteniendo la función de la estructura para la cual fue diseñada. Además, se contempla un puente grúa en el eje intermedio encargado de resistir cargas verticales móviles.

## **Análisis Estructural**

Mediante el programa SAP2000 V20 se realizó el modelo matemático propuesto para el diseño que consiste en elementos de acero estructural con correas para distribución de las cargas a los pórticos. Las columnas empotradas en el arranque así también las vigas secundarias no transmiten momento a las vigas principales. Los elementos serán del siguiente tipo:



COLUMNAS: PERFILES TIPO TUBO

VIGAS PRINCIPALES DE PISO: PERFILES TIPO TUBO

VIGAS DE AMARRE: PERFILES TIPO TUBO

CORREAS DE CUBIERTA: PERFILES TIPO G

TENSORES: Perfil tipo barra redonda

VIGA PUENTE: PERFILES TIPO I LAMINADOS

Estos elementos estarán unidos mediante conexiones soldadas.

La carga muerta y viva está actuando como una carga uniformemente distribuida a lo largo de las correas o viguetas y en dirección de la fuerza de gravedad.

Con los resultados de las fuerzas internas de cada uno de los elementos, se procede a realizar la verificación de las secciones impuestas para el diseño mediante la aplicación de los respectivos códigos.

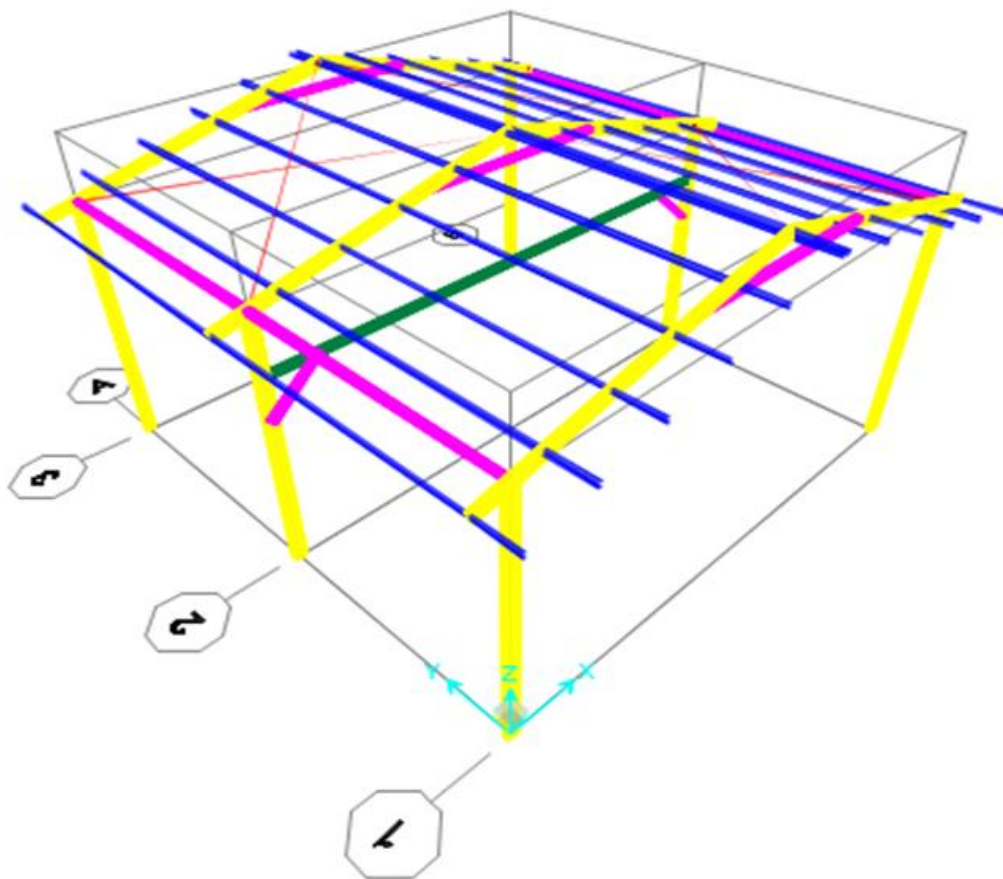


Figura N°. 20 Estructura SAP2000

Fuente: José Alexander Iza

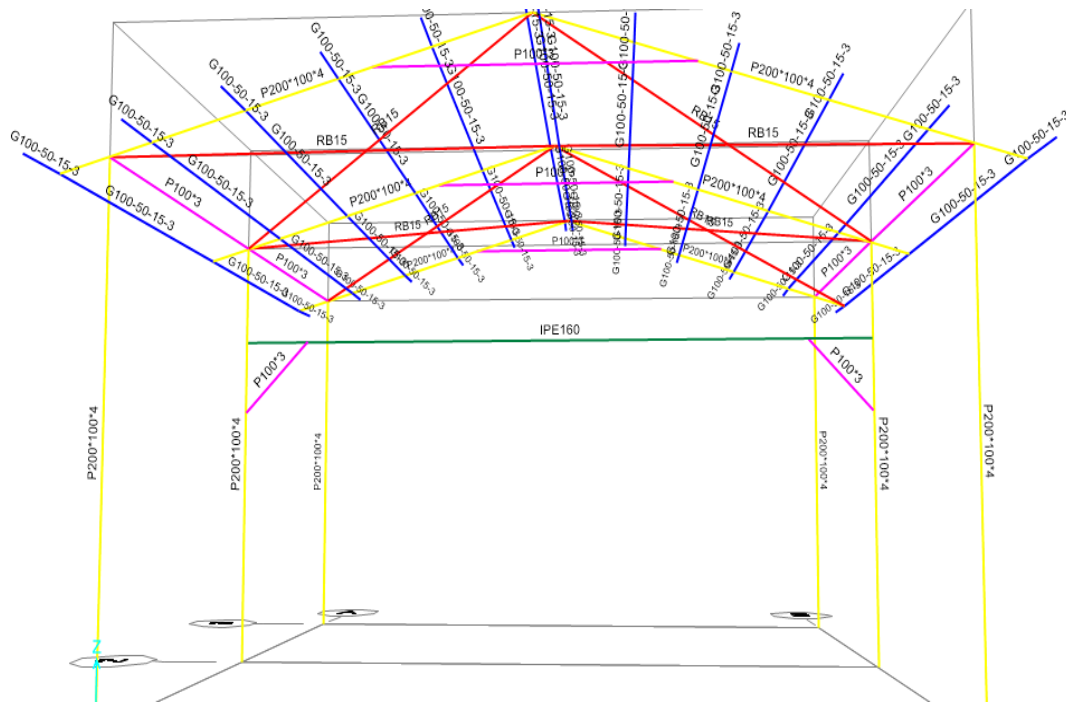


Figura N<sup>o</sup>. 21 Vista de estructura con puente grúa

Fuente: José Alexander Iza

## Materiales

La estructura está constituida a base de secciones de los siguientes materiales:

### PERFILES LAMINADOS Y CONFORMADOS EN FRÍO ASTM A36

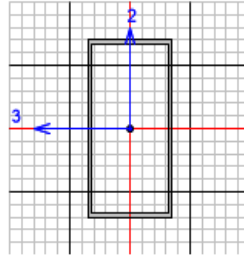
Esfuerzo de Fluencia mínima  $f_y = 36$  Ksi

Resistencia a la tensión mínima  $f_t = 58$  Ksi

## Diseño de Elementos

El diseño de los elementos se lo realizó mediante el programa SAP2000 donde se diseña cada elemento para el estado más crítico de combinación de carga, mediante el método LRFD acorde los lineamientos de la normativa AISC 360-10 o NEC.15 vigentes en el país.

COLUMNAS TUBO 200X100X4 (P200\*100\*4)



Units: Kgf, m, C

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : Kgf, m, C

Frame : 151 X Mid: 0. Combo: UDSTL10 Design Type: Column  
Length: 5.85 Y Mid: 5. Shape: P200\*100\*4 Frame Type: OMF  
Loc : 5.85 Z Mid: 2.925 Class: Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1. 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0.063 AlphaPr/Pe=0.15 Tau\_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8

PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75  
PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=0.002 I33=1.240E-05 r33=0.073 S33=1.240E-04 Av3=8.000E-04  
J=9.700E-06 I22=4.208E-06 r22=0.042 S22=8.415E-05 Av2=0.002  
E=2.039E+10 Fy=25310506.54 Ry=1.5 z33=1.521E-04  
RLLF=1. Fu=40778038.3 z22=9.373E-05

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo UDSTL10)

| Location | Pu        | Mu33     | Mu22   | Vu2       | Vu3    | Tu     |
|----------|-----------|----------|--------|-----------|--------|--------|
| 5.85     | -3700.689 | 3076.501 | -0.508 | -3371.679 | -0.113 | -0.487 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-lb)

D/C Ratio: 0.983 = 0.095 + 0.888 + 0.  
= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-lb)

| Factor        | L            | K1                  | K2                  | B1             | B2 | Cm |
|---------------|--------------|---------------------|---------------------|----------------|----|----|
| Major Bending | 0.598        | 1.                  | 1.                  | 1.             | 1. | 1. |
| Minor Bending | 1.           | 1.                  | 1.                  | 1.             | 1. | 1. |
| LTB           | Lltb         | Kltb                | Cb                  |                |    |    |
|               | 1.           | 1.                  | 3.                  |                |    |    |
| Axial         | Pu<br>Force  | phi*Pnc<br>Capacity | phi*Pnt<br>Capacity |                |    |    |
|               | -3700.689    | 19507.882           | 53212.809           |                |    |    |
| Major Moment  | Mu<br>Moment | phi*Mn<br>Capacity  | phi*Mn<br>No LTB    | phi*Mn<br>Cb=1 |    |    |
|               | 3076.501     | 3465.393            | 3465.393            | 3465.393       |    |    |
| Minor Moment  | -0.508       | 2135.073            |                     |                |    |    |
| Torsion       | Tu<br>Moment | Tn<br>Capacity      | phi*Tn<br>Capacity  |                |    |    |
|               | -0.487       | 2282.21             | 2053.989            |                |    |    |

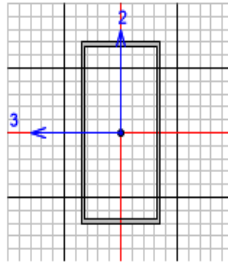
SHEAR CHECK

|             | Vu       | phi*Vn    | Stress    | Status |
|-------------|----------|-----------|-----------|--------|
|             | Force    | Capacity  | Ratio     | Check  |
| Major Shear | 3371.679 | 20556.181 | 0.164     | OK     |
| Minor Shear | 0.113    | 9622.042  | 1.175E-05 | OK     |

Figura N°. 22 Calculo tubo rectangular

Fuente: José Alexander Iza

● **VIGAS PRINCIPALES TUBO 200X100X4 (P200\*100\*4)**



Units:  ▾

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : Kgf, m, C

Frame : 127    X Mid: 2.2    Combo: UDSTL10    Design Type: Brace  
Length: 5.825    Y Mid: 5.    Shape: P200\*100\*4    Frame Type: OMF  
Loc : 5.2    Z Mid: 6.479    Class: Compact    Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD    Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1.    2nd Order: General 2nd Order    Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0.055    AlphaPr/Pe=0.035    Tau\_b=1.    EA factor=0.8    EI factor=0.8

PhiB=0.9    PhiC=0.9    PhiTY=0.9    PhiTF=0.75  
PhiS=0.9    PhiS-RI=1.    PhiST=0.9

A=0.002    I33=1.240E-05    r33=0.073    S33=1.240E-04    Av3=8.000E-04  
J=9.700E-06    I22=4.208E-06    r22=0.042    S22=8.415E-05    Av2=0.002  
E=2.039E+10    Fy=25310506.54    Ry=1.5    z33=1.521E-04  
RLLF=1.    Fu=40778038.3    z22=9.373E-05

HSS Welding: ERW    Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo UDSTL10)

| Location | Pu        | Mu33      | Mu22  | Vu2      | Vu3   | Tu    |
|----------|-----------|-----------|-------|----------|-------|-------|
| 5.2      | -3269.918 | -3192.544 | -1.88 | 2280.627 | 2.325 | 2.473 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0.965 = 0.043 + 0.921 + 0.  
= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

| Factor        | L     | K1 | K2 | B1 | B2 | Cm |
|---------------|-------|----|----|----|----|----|
| Major Bending | 0.893 | 1. | 1. | 1. | 1. | 1. |
| Minor Bending | 0.197 | 1. | 1. | 1. | 1. | 1. |

|     | Lltb  | Kltb | Cb    |
|-----|-------|------|-------|
| LTB | 0.197 | 1.   | 1.662 |

|       | Pu<br>Force | phi*Pnc<br>Capacity | phi*Pnt<br>Capacity |
|-------|-------------|---------------------|---------------------|
| Axial | -3269.918   | 38291.09            | 53212.809           |

|              | Mu<br>Moment | phi*Mn<br>Capacity | phi*Mn<br>No LTB | phi*Mn<br>Cb=1 |
|--------------|--------------|--------------------|------------------|----------------|
| Major Moment | -3192.544    | 3465.393           | 3465.393         | 3465.393       |
| Minor Moment | -1.88        | 2135.073           |                  |                |

|         | Tu<br>Moment | Tn<br>Capacity | phi*Tn<br>Capacity |
|---------|--------------|----------------|--------------------|
| Torsion | 2.473        | 2282.21        | 2053.989           |

SHEAR CHECK

|             |          |           | Vu<br>Force | phi*Vn<br>Capacity | Stress<br>Ratio | Status<br>Check |
|-------------|----------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Major Shear | 2280.627 | 20556.181 | 0.111       | OK                 |                 |                 |
| Minor Shear | 2.325    | 9622.042  | 0.          | OK                 |                 |                 |

Figura N°. 23 Calculo de vigas principales

Fuente: José Alexander Iza

● VIGAS AMARRE TUBO 100X3 (P100\*3)

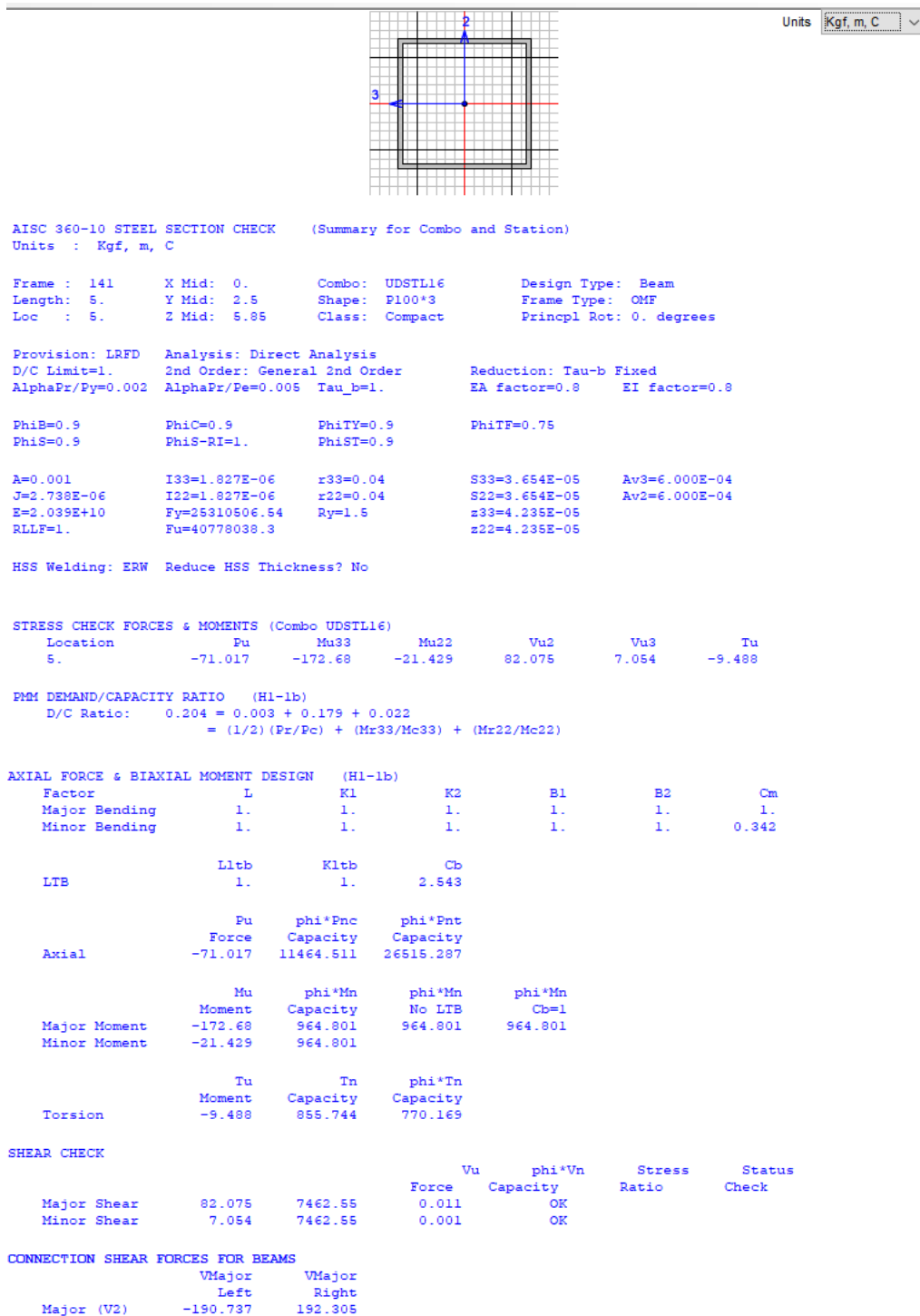
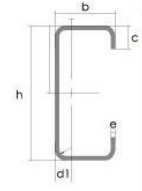


Figura N°. 24 Calculo vigas amarre tubo cuadrado

Fuente: José Alexander Iza

● **CORREAS G 100X50X15X3**

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
 Units : Kgf, m, C



Frame : 67      X Mid: 2.717      Combo: UDSTL9      Design Type: Beam  
 Length: 5.      Y Mid: 2.5      Shape: G100-50-15-3      Frame Type: OMF  
 Loc : 2.5      Z Mid: 6.627      Class: Non-Compact      Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD      Analysis: Direct Analysis  
 D/C Limit=1.      2nd Order: General 2nd Order      Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0.001      AlphaPr/Pe=0.002      Tau\_b=1.      EA factor=0.8      EI factor=0.8

PhiB=0.9      PhiC=0.9      PhiTY=0.9      PhiTF=0.75  
 PhiS=0.9      PhiS-RI=1.      PhiST=0.9

A=6.540E-04      I33=1.035E-06      r33=0.04      S33=2.071E-05      Av3=2.882E-04  
 J=0.      I22=0.      r22=0.018      S22=6.791E-06      Av2=3.185E-04  
 E=2.039E+10      Fy=25310506.54      Ry=1.5      z33=2.413E-05  
 RLLF=1.      Fu=40778038.3      z22=1.023E-05

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo UDSTL9)

| Location | Pu      | Mu33    | Mu22  | Vu2 | Vu3 | Tu |
|----------|---------|---------|-------|-----|-----|----|
| 2.5      | -13.055 | 393.703 | 2.672 | 0.  | 0.  | 0. |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

$$\begin{aligned} \text{D/C Ratio: } & 0.853 = 0.001 + 0.835 + 0.017 \\ & = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22) \end{aligned}$$

Figura N<sup>o</sup>. 25 Calculo correas G

Fuente: José Alexander Iza

## • TENSORES

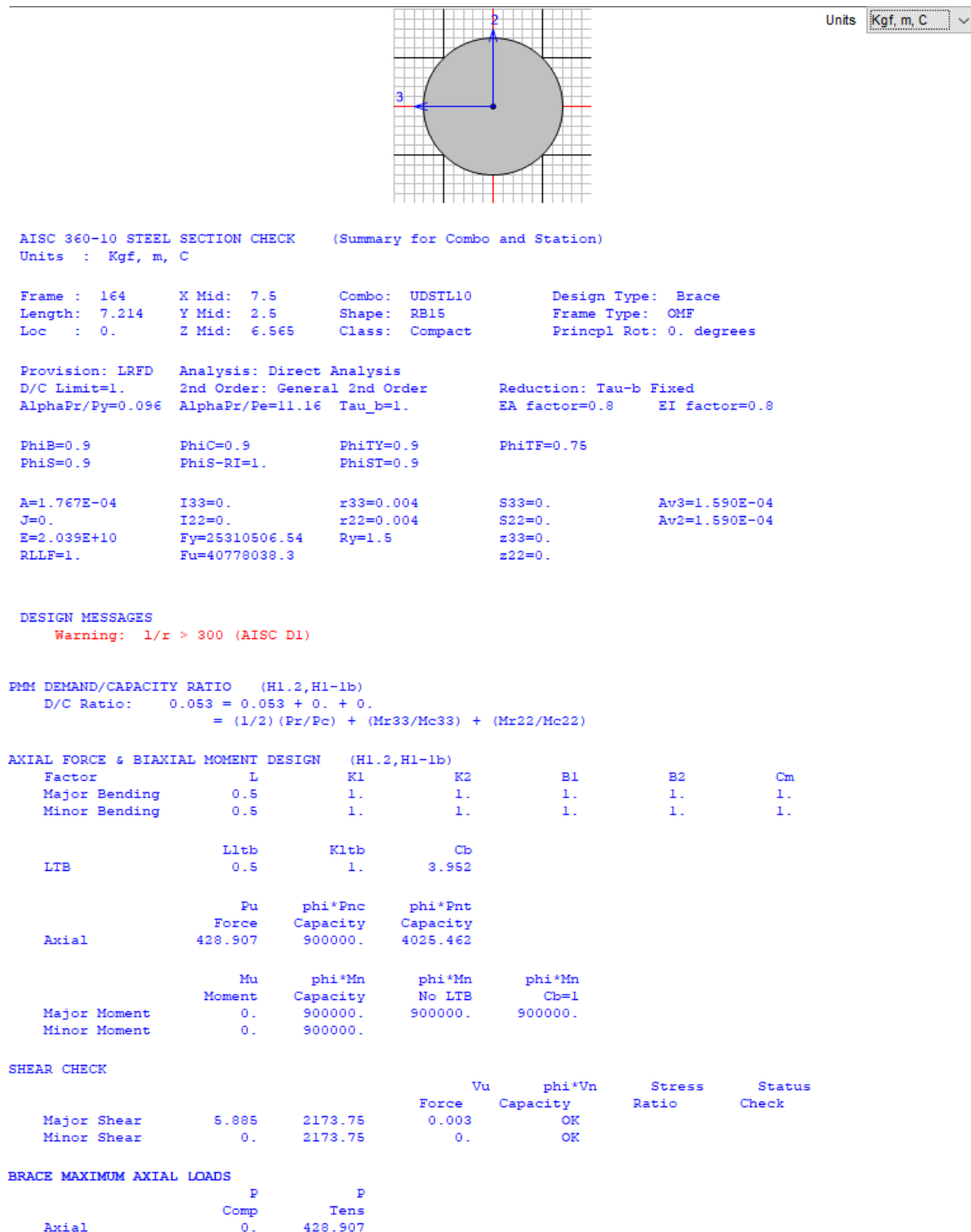


Figura N<sup>o</sup>. 26 Calculo tensores

Fuente: José Alexander Iza



## VIGA PUENTE IPE 160

Para el cálculo de la viga puente se adopta como carga máxima  $P=700$  kg ubicada a la mitad de luz.

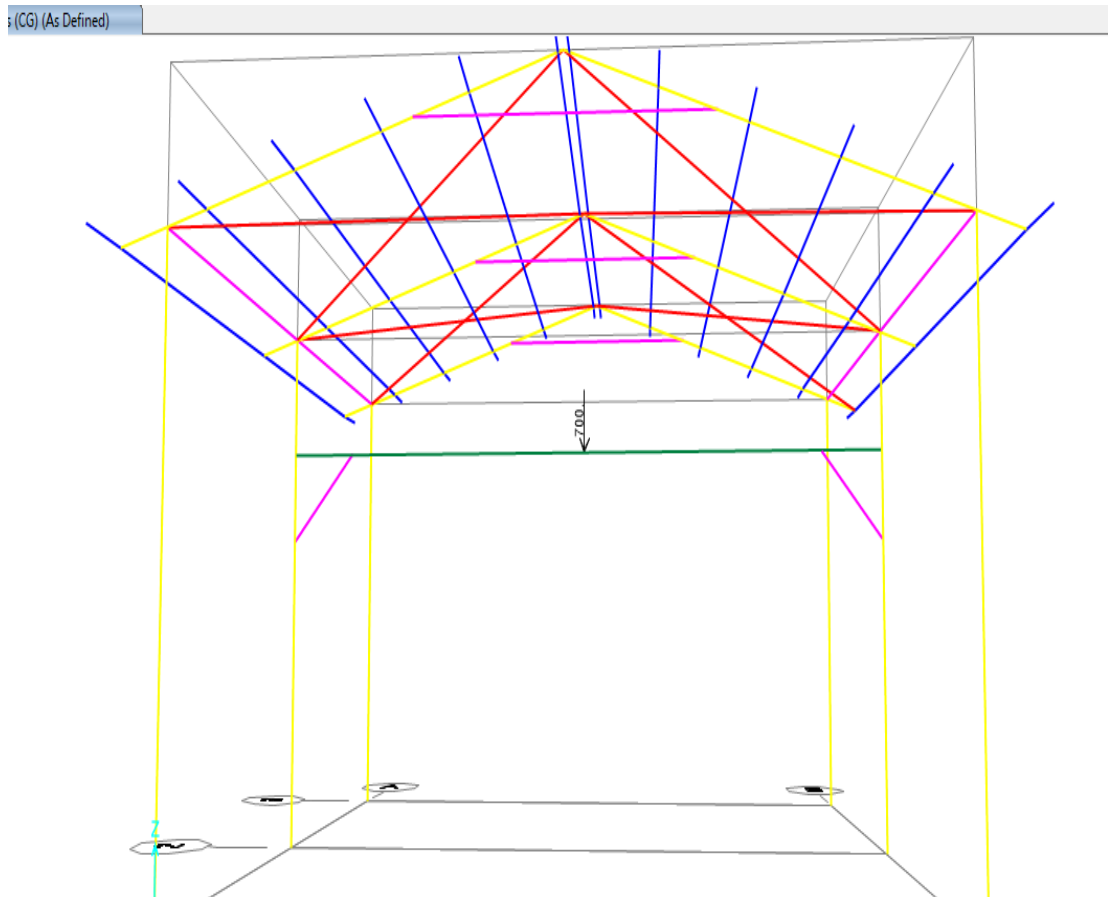
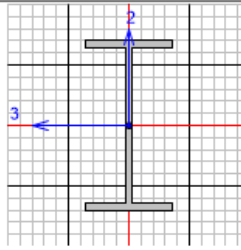


Figura N<sup>o</sup>. 27 Vista frontal diseño SAP2000

Fuente: José Alexander Iza



Units Kgf, m, C

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
 Units : Kgf, m, C

Frame : 155 X Mid: 5. Combo: CG1 Design Type: Beam  
 Length: 10. Y Mid: 5. Shape: IPE160 Frame Type: OMF  
 Loc : 5. Z Mid: 4.5 Class: Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
 D/C Limit=1. 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0.035 AlphaPr/Pe=1.297 Tau\_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8

PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75  
 PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=0.002 I33=8.690E-06 r33=0.066 S33=1.086E-04 Av3=0.001  
 J=0. I22=0. r22=0.018 S22=1.666E-05 Av2=8.000E-04  
 E=2.039E+10 Fy=25310506.54 Ry=1.5 z33=1.240E-04 Cw=0.  
 RLLF=1. Fu=40778038.3 z22=2.610E-05

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo CG1)

| Location | Pu       | Mu33     | Mu22  | Vu2     | Vu3    | Tu     |
|----------|----------|----------|-------|---------|--------|--------|
| 5.       | 1782.066 | 1299.004 | 0.223 | 560.003 | -0.166 | -0.002 |

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1b)

D/C Ratio: 0.9 = 0.019 + 0.88 + 0.  
 = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1b)

| Factor        | L   | K1 | K2 | B1 | B2 | Cm |
|---------------|-----|----|----|----|----|----|
| Major Bending | 0.8 | 1. | 1. | 1. | 1. | 1. |
| Minor Bending | 1.  | 1. | 1. | 1. | 1. | 1. |

|     | Lt1b | K1b | Cb    |
|-----|------|-----|-------|
| LTB | 1.   | 1.  | 2.617 |

|       | Pu Force | phi*Pnc Capacity | phi*Pnt Capacity |
|-------|----------|------------------|------------------|
| Axial | 1782.066 | 1084.823         | 45786.706        |

|              | Mu Moment | phi*Mn Capacity | phi*Mn No LTB | phi*Mn Cb=1 |
|--------------|-----------|-----------------|---------------|-------------|
| Major Moment | 1299.004  | 1475.97         | 2824.653      | 564.09      |
| Minor Moment | 0.223     | 594.544         |               |             |

SHEAR CHECK

|             | Vu Force | phi*Vn Capacity | Stress Ratio | Status Check |
|-------------|----------|-----------------|--------------|--------------|
| Major Shear | 560.003  | 12149.043       | 0.046        | OK           |
| Minor Shear | 0.166    | 16587.089       | 1.002E-05    | OK           |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

|            | VMajor Left | VMajor Right |
|------------|-------------|--------------|
| Major (V2) | -769.938    | 769.631      |

Figura N°. 28 Calculo viga IPE 160

Fuente: José Alexander Iza

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

### **Encuesta:**

Las encuestas son un método de investigación y recopilación de datos utilizadas para obtener información de personas sobre diversos temas. Las encuestas tienen una variedad de propósitos y se pueden llevar a cabo de muchas maneras dependiendo de la metodología elegida y los objetivos que se deseen alcanzar (Hernández & Coello, 2020).

### **Observación**

La técnica de observación “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes” (Fidias, 2012, p. 32).

### **Población y muestra**

La población es representativa porque hace referencia a que todos los miembros de un grupo de personas tengan las mismas oportunidades de participar en la investigación. (QUESTION, 2020).

Debido a que en la actualidad se encuentran varios talleres de competencia por los costos se tomará a 5 clientes como población y muestra a la totalidad en el año 2020-2021.

Además, se realizaron 3 encuestas a diferentes propietarios de negocios para identificar cuáles son las cualidades que los consumidores esperan de un profesional que trabaje con armado de estructuras metálicas. (Ver anexo 1)

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### Resultados

#### Encuesta a personas que requieren mi servicio

Tabla N°. 10

Encuesta a personas que requieren mi servicio

| NOMBRES DE CLIENTES |
|---------------------|
| Rafael Proaño       |
| Diego Romero        |
| Milton Lema         |
| Ramiro Pillajo      |
| Armando Chávez      |

Fuente: José Alexander Iza

- **1. En su opinión, ¿cuál de las siguientes opciones le es de ayuda dentro del desarrollo de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico?**

Tabla N°. 11

Opciones de ayuda dentro del desarrollo de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico

| Opción                                   | Porcentaje |
|--|------------|
| Análisis de costos/ beneficios           | 40%        |
| Cronograma de actividades                | 15%        |
| Instructivo de soldadura                 | 1.66%      |
| Libretas con contactos de distribuidores | 1.66%      |
| Plan de Izaje                            | 40%        |
| No sé qué es un montaje tipo pórtico     | 1.66%      |
| Total                                    | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

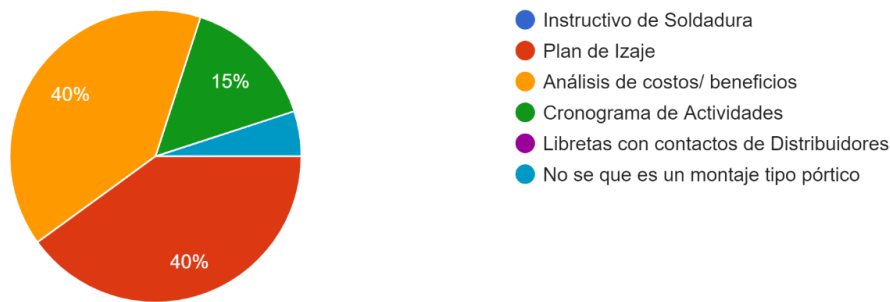


Figura N°. 29 Resultados de la pregunta N°1::

Fuente: José Alexander Iza

### Interpretación:

En la figura 24, se puede identificar que para el 40% de los estudiantes encuestados el análisis de costos /beneficios es una de las opciones importantes en el desarrollo de un proyecto de montaje, mientras para el 40%, el plan de izaje se considera una opción igualmente importante, por otro lado, para un 15% el cronograma de actividades también puede contribuir para un desarrollo eficaz y una minoría del 3.33% establece que el instructivo de soldadura y una buena libreta de contactos pueden ser de ayuda, y el 1.66% no reconoce que opciones pueden ser de ayuda porque desconocen del tema.

#### Análisis de factibilidad

Los resultados apuntan a que si es factible introducir el plan de izaje como una opción dentro de la construcción de una estructura metálica.

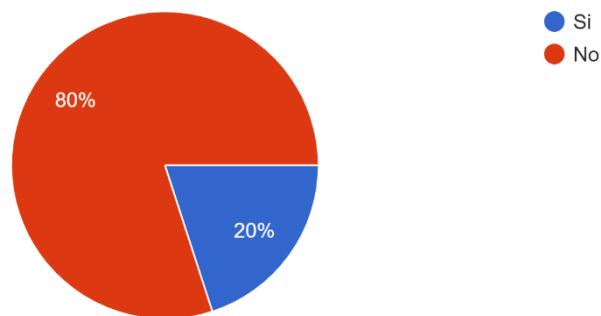
- **2. ¿Tiene usted instructivos de procesos de soldadura realizados en campo (trabajos particulares) dentro de la biblioteca de su carrera?**

Tabla N°. 12

Tiene usted instructivos de procesos de soldadura realizados en campo (trabajos particulares) dentro de la biblioteca de su carrera

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 20%        |
| No        | 80%        |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza



*Figura N°. 30 Resultados de la pregunta N°2*

*Fuente: José Alexander Iza*

#### Interpretación:

El 80% de los encuestados, indican dentro de la biblioteca de la carrera no tienen fuentes bibliográficas que contengan instructivos particulares sobre los procesos de soldadura realizados en campo, mientras que el 20% considera que si tienen este tipo de instructivos dentro de la carrera.

#### Análisis de factibilidad

Según los datos obtenidos al tener pocos instructivos dentro de la biblioteca de la carrera es factible realizar documentos que permitan a los estudiantes investigar y conocer más sobre temas de trabajo de soldadura en campo.

- **3. ¿Para su especialidad técnica, qué grado de importancia tiene conocer los procesos prácticos de soldadura y sus diferentes usos en la vida real?**

*Tabla N°. 13*

*Importancia de los conocimientos prácticos de soldadura y sus usos en la vida real*

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Alta      | 90%        |
| Media     | 10%        |
| Baja      | 0%         |
| Total     | 100%       |

*Fuente: José Alexander Iza*

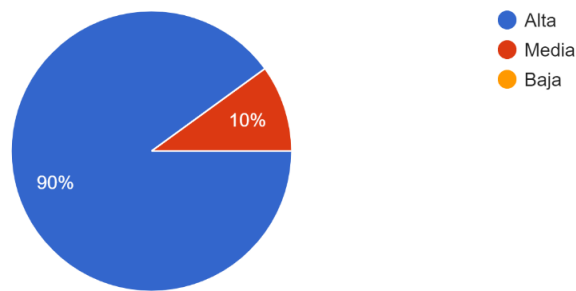


Figura N<sup>o</sup>. 31 Resultados de la pregunta N<sup>o</sup>3

Fuente: José Alexander Iza

**Interpretación:**

Los datos obtenidos en la Figura 26, se puede observar que para el 90% de los estudiantes es de alta importancia tener conocimientos prácticos de soldadura y sus usos en la vida real, mientras que el 10% indica que tiene una importancia media

Análisis de factibilidad

El 90% de los estudiantes determinaron que es de alta importancia conocer los diferentes procesos prácticos de soldadura por lo tanto se vuelve imprescindible realizar trabajos con este tipo de temática.

- **4. ¿Tiene conocimiento práctico del tipo de soldadura, los tipos de uniones y tipo de soldadura que debe aplicar en proyectos de montaje de una estructura metálica tipo pórtico?**

Tabla N<sup>o</sup>. 14

Tiene conocimiento práctico del tipo de soldadura, los tipos de uniones y tipo de soldadura que debe aplicar en proyectos de montaje de una estructura metálica tipo pórtico.

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 52.6%      |
| No        | 47.4%      |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

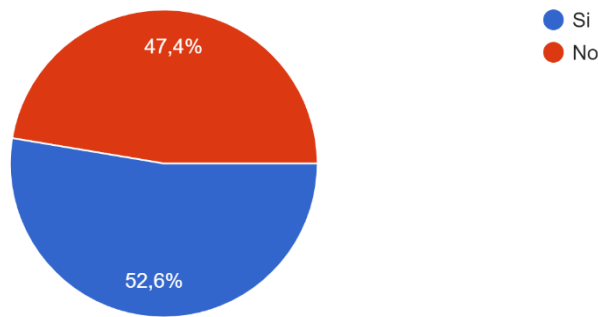


Figura N<sup>o</sup>. 32 Resultados de la pregunta N<sup>o</sup>4

Fuente: José Alexander Iza

**Interpretación:**

Al cuestionar a los estudiantes sobre sus conocimientos prácticos del tipo de suelda, los tipos de uniones y tipo de soldadura que debe aplicar en proyectos de montaje de una estructura metálica tipo pórtico el 52.6% indica que, si posee dichos conocimientos, mientras que un 47.4% especifica que presenta un desconocimiento del tema.

**Análisis de factibilidad**

Como los resultados obtenidos tienen tan poca diferencia de las respuestas dentro de la pregunta 4, puede identificarse que hay una necesidad de implementar este tipo de conocimientos en los estudiantes.

- **5. ¿Usted cree que es importante la idea de crear un instructivo práctico de la soldadura de una estructura metálica tipo pórtico?**

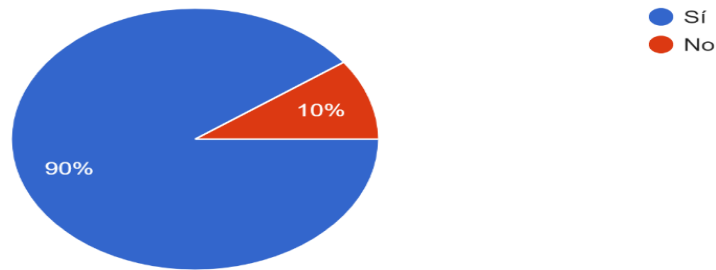
Tabla N<sup>o</sup>. 15

Usted cree que es importante la idea de crear un instructivo práctico de la soldadura de una estructura metálica tipo pórtico.

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 90%        |
| No        | 10%        |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza





*Figura Nª. 33 Resultados de la pregunta Nª5*

*Fuente: José Alexander Iza*

**Interpretación:**

Para determinar si la creación de un instructivo de soldadura es importante o no para los estudiantes se cuestionó al respecto a los encuestados, donde el 90% de los alumnos indica que sí es importante mientras que para una minoría del 10% no es importante la creación de este tipo de documentos.

## Análisis de factibilidad

En toda especialización es importante la creación de instructivos que permitan a los profesionales desempeñarse de mejor manera en trabajos y más si talvez este conocimiento se pone a prueba en obras iniciales o donde el profesional tiene poca experiencia, por tanto, es factible crear estos manuales como una ayuda extra al profesional.

- **6. ¿Conoce usted que es un plan de izaje?**

Tabla N°. 16

Conoce usted que es un plan de izaje.

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 35%        |
| No        | 55%        |
| Talvez    | 10%        |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

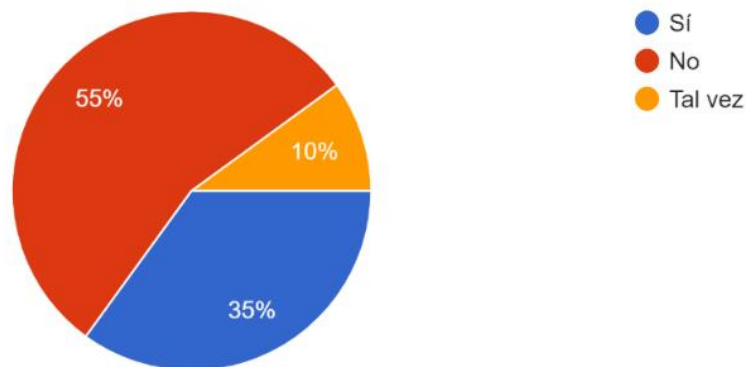


Figura N°. 34 Resultados de la pregunta N°6

Fuente: José Alexander Iza

### Interpretación:

La figura 29, muestra que el 55% de los estudiantes desconoce que es un plan de izaje, mientras que el 35% sabe del tema y una minoría del 10% está indeciso.

### Análisis de factibilidad

Según los datos obtenidos se puede visualizar que es muy factible el agregar más libros o documentos que detallen que un conocimiento previo sobre los planes de izaje.

- **7. ¿En su opinión qué importancia tiene el plan de izaje en el montaje de una estructura metálica tipo pórtico?**

Tabla N°. 17

En su opinión qué importancia tiene el plan de izaje en el montaje de una estructura metálica tipo pórtico.

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Alta      | 35%        |
| Media     | 55%        |
| Baja      | 10%        |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

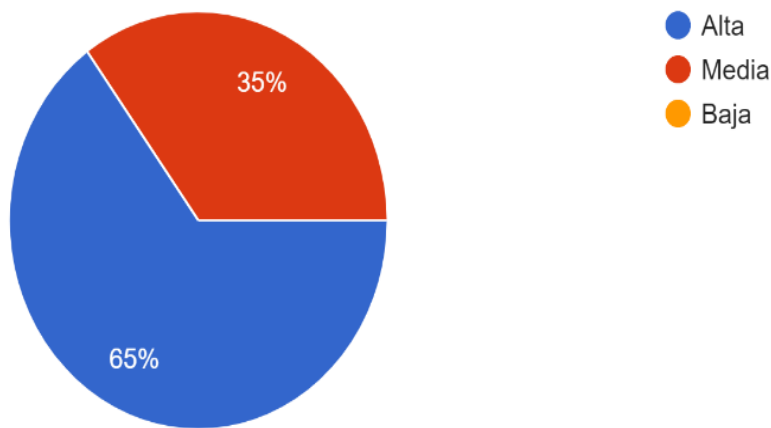


Figura N°. 35 Resultados de la pregunta N°7

Fuente: José Alexander Iza

#### Interpretación:

Para comprender lo que opinan los estudiantes al respecto sobre la importancia de un plan de izaje en el desarrollo de un proyecto de montaje se preguntó al respecto, y los datos obtenidos establecen que el 65% de los encuestados consideran importante el plan de izaje mientras que el 35% no lo considera oportuno.

#### Análisis de factibilidad

Los profesionales en la actualidad buscan mejorar su profesionalismo por medio de la adquisición de conocimientos que los ayuden a tener más capacidad de trabajo en un mundo laboral tan competitivo, por tanto, según los datos obtenidos se puede visualizar que un formato de plan de izaje bien constituido es muy factible de adicionar a un montaje de estructuras metálicas tipo pórtico.

- **8. ¿Está de acuerdo que realizar instructivos y planes de estos temas puede mejorar su capacidad profesional en un futuro?**

Tabla N°. 18

¿Está de acuerdo que realizar instructivos y planes de estos temas puede mejorar su capacidad profesional en un futuro?

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 95%        |
| No        | 5%         |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

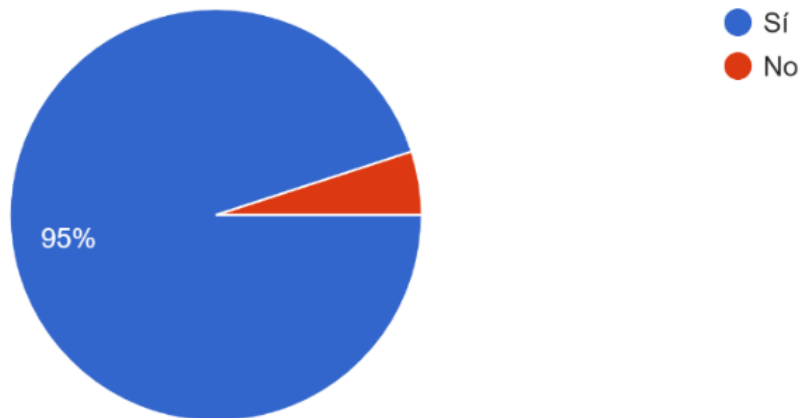


Figura N°. 36 Resultados de la pregunta N°8

Fuente: José Alexander Iza

#### Interpretación:

El 95% de los estudiantes encuestados indica que realizar planes e instructivos puede ser beneficioso para su carrera profesional futura, mientras que el 5% considera lo contrario.

#### Análisis de factibilidad

Los instructivos y planes de izaje tiene una gran factibilidad de implementación, pues dentro de un gremio de alta competencia, saber crear y respetar los planes de seguridad pueden tener un plus dentro de su capacidad profesional futuro.

- **9. ¿Con todo lo expuesto, considera de suma importancia la implementación de planes e instructivos dentro de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico?**

Tabla N<sup>o</sup>. 19

¿Con todo lo expuesto, considera de suma importancia la implementación de planes e instructivos dentro de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico?

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 95%        |
| No        | 5%         |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

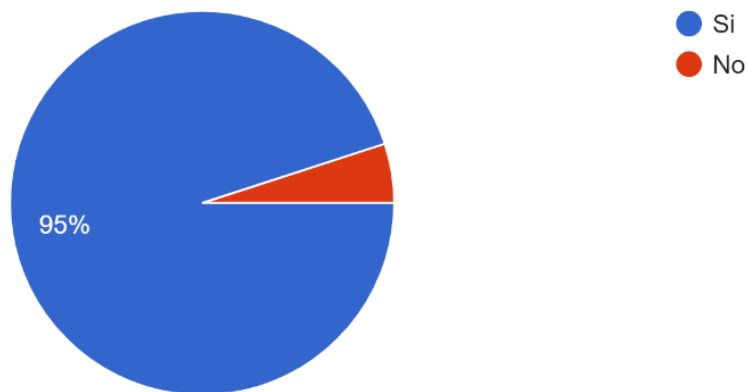


Figura N<sup>o</sup>. 37 Resultados de la pregunta N<sup>o</sup>9

Fuente: José Alexander Iza

Interpretación:

El 95% de los estudiantes considera después de todo lo expuesto que es importante la implementación de planes de izaje e instructivos del proceso de fabricación, mientras que el 5% considera lo contrario.

Análisis de factibilidad

Dentro de la carrera según los datos obtenidos en la Figura 30, se tiene una alta factibilidad realizar trabajos que contengan un instructivo de soldadura y plan de izaje.

## Encuesta a propietarios dentro del negocio de estructuras metálicas

### 1. Empresa

Tabla N<sup>o</sup>. 20

Empresa

| Respuesta      |
|----------------|
| Aceros S.A.    |
| Sedemi         |
| Cerrajería Ayo |
| Total = 3      |

Fuente: José Alexander Iza

#### Interpretación

Para poder establecer un parámetro de profesionalismo dentro del sector de la construcción con estructuras metálicas se consultó a varios propietarios de negocios reconocidos en el Valle de los Chillos, que tienen experiencia en venta, construcción y transporte de estos materiales con al menos 2 años de experiencia, por lo cual, se contactó a la empresa Aceros, Sedemi y Cerrajería Ayo.

### 2. ¿Por qué razón usted decide construir con estructuras metálicas?

Tabla N<sup>o</sup>. 21

¿Por qué razón usted decide construir con estructuras metálicas?

| Respuesta                  | Porcentaje |
|----------------------------|------------|
| Por costo                  | 0%         |
| Por tiempo de montaje      | 0%         |
| Por tiempo de construcción | 66.7%      |
| Por resistencia            | 33.3%      |
| Total                      | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

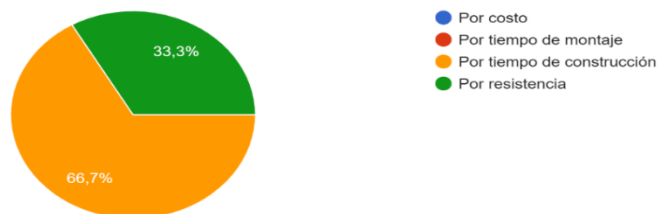


Figura N<sup>o</sup>. 38 Resultado de preguntas a empresas N<sup>o</sup>2

Fuente: José Alexander Iza

### Interpretación

En la Figura 33, se puede observar que para el 66.7% de las empresas encuestadas, realizan edificaciones con estructuras metálicas debido a su tiempo de construcción y el 33.3% menciona que lo realiza debido a la resistencia del material.

## 2. Al momento de iniciar una construcción con estructuras metálicas dentro de su empresa, ¿cuál de las siguientes opciones usted considera primordial?

Tabla N<sup>o</sup>. 22

¿Qué es primordial al construir con estructuras metálicas?

| Respuesta  | Porcentaje |
|--|------------|
| Seguridad en la construcción   | 33.3%      |
| Abaratar costos  | 0%         |
| Construcciones bien estructuradas con planes de construcción e izaje | 66.7%      |
| Total  | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

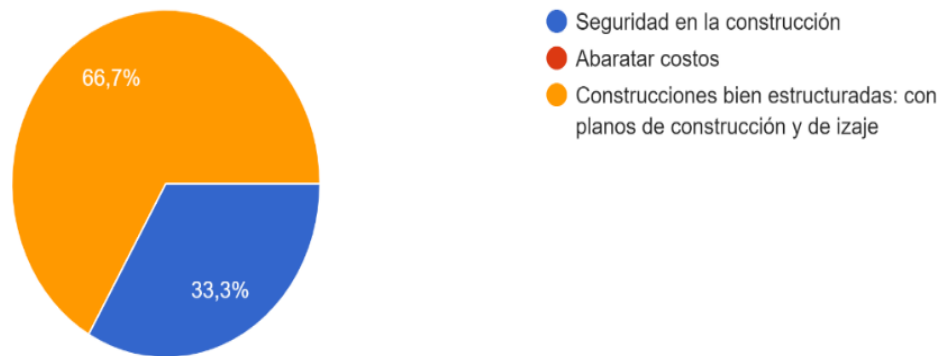


Figura N<sup>o</sup>. 39 Resultado de preguntas a empresas N<sup>o</sup>3

Fuente: José Alexander Iza

### Interpretación

En la figura 34, se puede identificar que el 66.7% de las empresas procura a un buen plan de construcción e izaje al iniciar un proyecto de montaje con estructuras metálicas, mientras que un 33.3% considera también primordial el uso de planes de seguridad en la construcción.

### 3. ¿Qué espera usted del profesional encargado del proceso de soldadura del proyecto?

Tabla N<sup>o</sup>. 23

¿Qué espera usted del profesional encargado del proceso de soldadura del proyecto?

| Respuesta                                    | Porcentaje |
|--|------------|
| Profesionalismo y responsabilidad            | 20%        |
| Entrega a tiempo del proyecto                | 20%        |
| Que cumpla con todas las normas de seguridad | 60%        |
| Total  | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

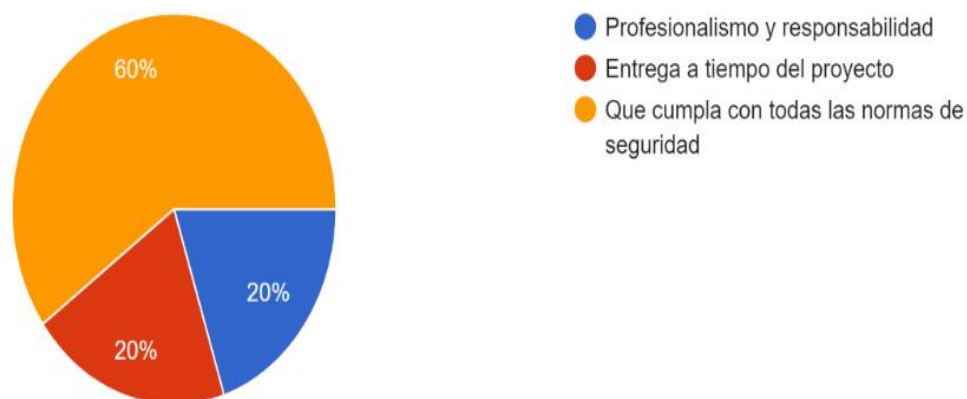


Figura N<sup>o</sup>. 40 Resultado de preguntas a empresas N<sup>o</sup>3

Fuente: José Alexander Iza

#### Interpretación

Para conocer lo que los empresarios buscan de los profesionales que se preparan en la construcción de estructuras metálicas se cuestionó a las empresas encuestadas que esperan del futuro encargado de una obra de construcción al respecto el 60% indica que espera que el profesional cumpla con todas las normas de seguridad, mientras que el 40% indica que tenga un buen profesionalismo y responsabilidad además de que cumpla con la entrega a tiempo del proyecto.



4. ¿Considera usted que el profesional que presente un correcto el plan de izaje y soldadura que se realizará en la obra le da un plus dentro de la rama?

Tabla N°. 24

¿Considera usted que el profesional que presente un correcto el plan de izaje y soldadura que se realizará en la obra le da un plus dentro de la rama?

| Respuesta | Porcentaje |
|-----------|------------|
| Si        | 100%       |
| No        | 0%         |
| Total     | 100%       |

Fuente: José Alexander Iza

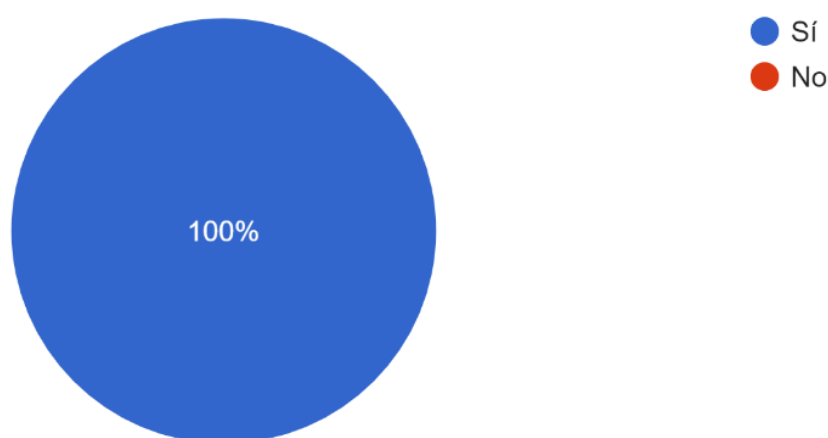


Figura N°. 41 Resultado de preguntas a empresas N°4

Fuente: José Alexander Iza

### Interpretación

Para que un profesional se distinga de otro dentro de un mismo gremio se necesita tener incitativa y buena formación académica, por tanto, basado en el proyecto presente se cuestionó a las empresas sobre que plus pueden tener en su formación los profesionales y el 100% de los encuestados determino que el profesional que presente un correcto plan de izaje y soldadura sin duda tendrá un plus extra dentro de la rama de construcciones metálicas.

### Análisis de resultados

De la encuesta realizada a los distintos clientes del taller y a las empresas dentro del gremio de las construcciones con estructuras metálicas, de los datos obtenidos se pudo determinar que dentro de los estudiantes existe un desconocimiento en general sobre que es un plan de izaje y de un montaje de estructuras tipo pórtico con puente grúa, sin embargo, los alumnos consideran importante dentro de su capacitación profesional analizar

experiencias prácticas y teóricas respecto al tema, criterio que coincide con los datos aportados por las empresas dentro del medio, que afirman que un profesional que presente un correcto plan de izaje y de soldadura tienen más posibilidades que otros profesionales dentro de la misma rama.

Por otro lado, los datos también revelan que los instructivos de soldadura y plan de izaje con un montaje de puente de grúa, tienen una alta importancia, dado que estos instructivos fuera de ofrecer una capacitación profesional también pueden generar un trabajo seguro eficaz, optimizando los recursos económicos, materiales y personales dentro de un proyecto.

Por lo tanto, se puede establecer que realizar trabajos de como la investigación presente son pertinentes dentro del medio laboral porque las empresas dentro del gremio buscan cada vez profesionales que se distingan por sus capacidades y su responsabilidad, que puedan cumplir con todas las normas de seguridad y además cumplir con los plazos de acuerdo al cronograma de trabajo y ser capaces de realizar una obra integral que no solo este de acuerdo con una buena estimación de costos y beneficios de la construcción sino también que el trabajo tenga la resistencia necesaria para durar varios años que tan solo se puede conseguir con un buen plan de construcción e izaje.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA

Para la creación del proyecto y su desarrollo efectivo los materiales usados en la estructura metálica con puente grúa fueron proporcionados por el propietario del lugar de construcción, el señor, Luis Alfredo Iza Barros, la cual suministró material de la mejor calidad por medio de su taller, y además entregó un pequeño boceto de como deseaba la estructura metálica con el puente detallando el tipo de material que se debe usar en cada parte de la estructura, y también financió al 100%, el presente estudio.

#### **Fabricación de la estructura tipo pórtico**

El proceso de fabricación de una estructura tipo pórtico, se la debe de realizar en áreas acopladas para la ejecución de los procedimientos, con su respectivos equipos y personal capacitado para realizar cada proceso asignado, lo cual se mantiene un control de cada elemento fabricado con la supervisión correspondiente.

El taller debe de brindar la mayor comodidad y seguridad para ejecutar el trabajo, y de esta manera obtener el mejor resultado en cada proceso.

#### **PROPUESTA DE PLAN DE IZAJE**

*Tabla N<sup>o</sup>. 25*

*Plan de Izaje*

---

#### **Guía de prevención en la fase del proyecto**

---

#### **Plan de izaje**

---

#### **Introducción**

El izamiento de una carga es una actividad de levantamiento de peso de modo vertical, su finalidad es el transporte de muebles, maquinaria, vidrio y otros objetos pesados y / o largos.

El procedimiento está indicado para evitar problemas en el movimiento de carga valiosa, como pequeños golpes y otros accidentes en el camino. El levantamiento de la carga se realiza mediante algunas técnicas manuales y equipos específicos.

Como se considera un servicio de alto riesgo, es muy importante que las personas que contraten el servicio tengan cuidado. Se debe verificar que el transportista cumpla con

todas las medidas de seguridad, ya sea con sus empleados o con la carga levantada.

---

### **Etapas del plan de Izaje**

---

Paso 1 - Levantamiento de información, cronograma e histograma. En este punto se describe el servicio a realizar, el equipo de trabajo y los equipos disponibles.

Paso 2 - Visita técnica para evaluar y definir:

Interferencias de suelo como: canales, alcantarillas, zanjas, tuberías, etc. Y aéreas como: redes eléctricas, edificios, rejillas de tuberías, etc.

Condiciones climáticas.

Fijación al suelo y locomoción de la máquina.

Almacenaje de la pieza a mover.

Estado del terreno en cuanto a resistencia y nivelación.

Factores adversos: iluminación de la zona.

Espacio disponible para trabajar.

Puntos de recogida y posicionamiento de la carga.

Altura y radio máximos requeridos en la operación.

Centro de carga de la carga a levantar, incluyendo peso y dimensiones, dimensionamiento.

Paso 3 - Consolidación de datos y elaboración del plan de aparejos con:

Especificación de la grúa.

Norma aplicada a la tabla de carga que se utilizó.

Especificación del servicio a realizar y el lugar donde se realizará el levantamiento.

Configuración de la grúa: longitud máxima de la pluma, radio de operación máximo, altura máxima de la pluma, ángulo de la pluma al suelo, contrapeso, tipo de pescante y número de pasadas de cable de gancho.

Composición de la carga a levantar.

Capacidad de grúa y porcentaje de utilización.

Velocidad del viento con carga.

Acción de los zapatos en el suelo y dimensionamiento de la base de apoyo.

Cálculo de memoria de los accesorios de elevación.

---

### **Guía de prevención en la fase de proyecto**

---

#### **Trabajar en alturas**

---

---

## **Introducción**

---

Los autores de proyectos pueden desempeñar un papel importante en la prevención de los riesgos asociados a los trabajos en altura. Esta guía está destinada a alertar a los diseñadores de este hecho, para que pueda ayudar a que estos trabajos sean más seguros a través de sus proyectos.

En la mayoría de los casos, no se puede evitar el trabajo en altura, ya que incluso en edificaciones de altura reducida, existen elementos que requieren este tipo de obra, (tejados, chimeneas, etc.). Así, los diseñadores deben reflexionar sobre sus proyectos para reducir la necesidad de trabajar en alturas, cuando estas soluciones presentes razonable. Cabe señalar que la acción preventiva de los diseñadores debe sentirse no solo en la fase constructiva de la obra, sino también en la fase de mantenimiento del edificio.

---

## **Riesgos Asociados**

---

Las caídas desde alturas pueden deberse a:

La fragilidad de la superficie sobre la que opera el trabajador.

El colapso de la estructura de soporte, es decir, el andamio o la escalera.

El hecho de que el trabajador necesita operar más allá de la protección existente. La inexistencia, inadecuación, mal dimensionamiento o montaje de protecciones.

Al ignorar las protecciones de los trabajadores cuando dañan sus movimientos.

---

## **Evitar los riesgos**

---

Dada la fase de colocación de techos, las formas de evitar los riesgos en los trabajos en altura se pueden verificar que:

Los materiales utilizados en los techos deben tener una gran durabilidad, presentando necesidades de mantenimiento reducidas.

Optimizar, en la medida de lo posible, el número y la posición de las planchas.

---

## **Minimizar los riesgos**

---

Para minimizar los riesgos inherentes al trabajo en altura y tratar de controlarlos, se pueden proporcionar soluciones que reducen la necesidad de trabajo en altura o que promueven el acceso seguro a las áreas necesarias.

El diseñador puede ayudar al desarrollo del trabajo en altura con recursos de Equipo de Protección Personal (EPP). El equipo de detección de caídas normalmente comprende un arnés como elemento de apoyo del cuerpo del trabajador conectado directamente a

---

---

un punto de anclaje fuerte o una línea de amarre. Pueden ser vigas definidas, con la debida rigidez, perímetro o superior aberturas en el suelo a las que se pueden asociar los EPP.

---

### **Información para proporcionar**

---

El diseñador debe proporcionar información sobre los riesgos residuales al coordinador de seguridad y / o el contratista.

Esta información debe estar presente en los dibujos u otros documentos, del proyecto y puede incluir:

Capacidad para soportar materiales que se utilizarán en techos o cubiertas.

Identificación y capacidad de carga de vigas perimetrales y aberturas superiores en pisos a los que se puede colocar equipo de protección personal.

Cuando no sea posible conectar el andamio a la estructura, los diseñadores deben proporcionar información al contratista y garantizar que se puedan utilizar otros procesos. Los riesgos residuales deben estar debidamente indicados en el Plan de Seguridad y Salud, y en la Compilación Técnica.

---

*Fuente: José Alexander Iza*

## **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA**

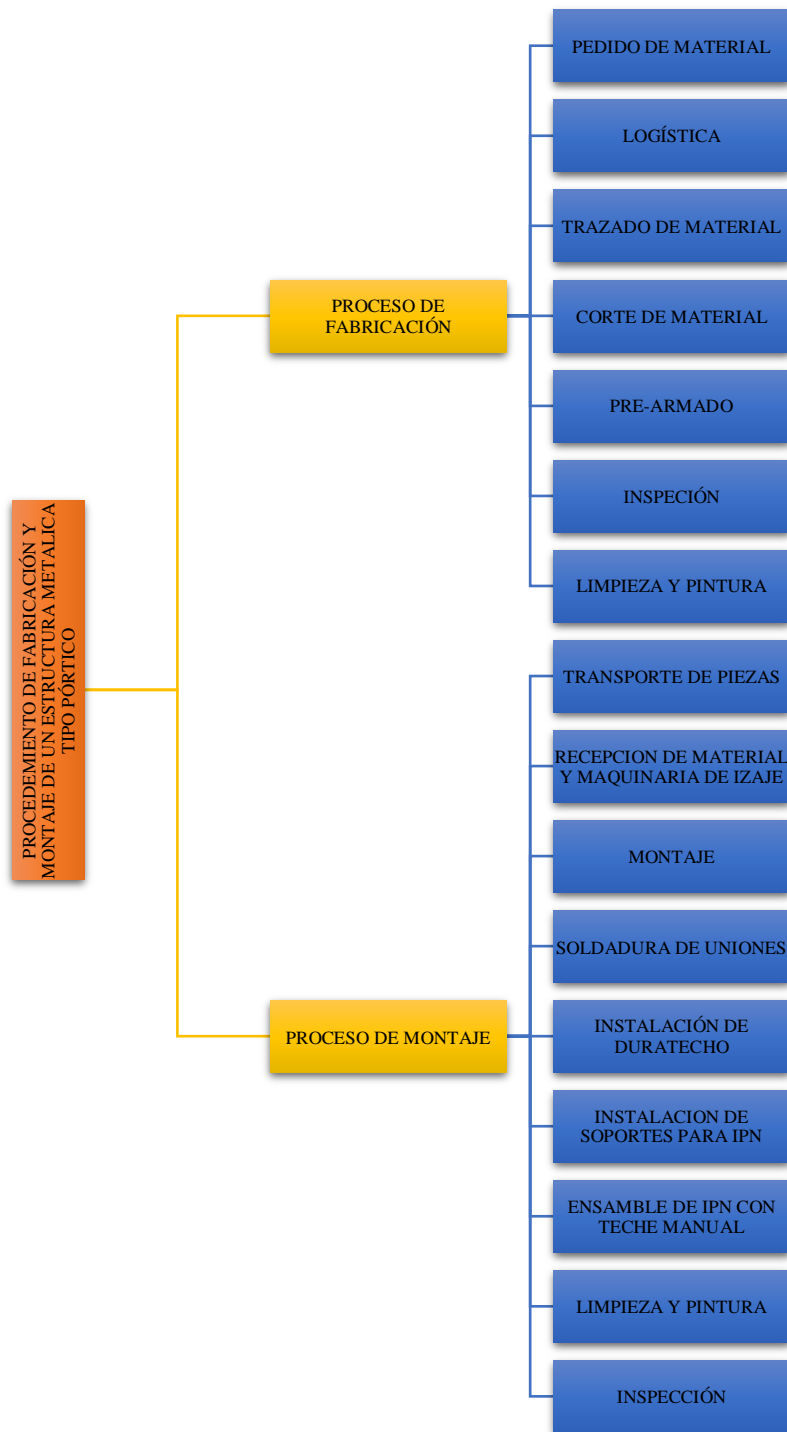


Figura N<sup>o</sup>. 42 Procedimiento de fabricación y montaje

Fuente: José Alexander Iza

## INFORMACIÓN DEL PROYECTO

### Estado original

En la Figura 43, se observa el estado original de la zona donde se realizó la instalación de la estructura metálica tipo pórtico con puente grúa, podemos describir a detalle que existe, un tipo de estructura preliminar muy rústico y mal ensamblado por lo cual el proyecto se realizó desde la fase inicial, desmontando la actual estructura para instalar la nueva. Lo que motiva a cumplir el objetivo de implementar la estructura tipo pórtico con puente grúa es la forma de la zona, donde al realizar la inspección preliminar se determinó por la extensión y la forma de terreno que el diseño perfecto para evitar humedad y acumulación de agua por lluvia en este proyecto es la forma de pórtico, siendo este la base de nuestro estudio.



Figura N<sup>o</sup>. 43 Área original y desmontaje

Fuente: Propia



## Materiales de construcción del trabajo

El presente proyecto propone la instalación de una estructura metálica tipo pórtico con puente grúa que se estima favorecerá al taller Soluciones Metálicas Estructurales, como una nueva estructura metálica con puente grúa para favorecer a los trabajadores a la hora de realizar cualquier tipo de trabajo ordenado y obtener nuevos clientes, para lo cual a continuación, detallamos los equipos, herramientas y activos fijos que serán utilizados en el proceso.

Tabla N<sup>o</sup>. 26

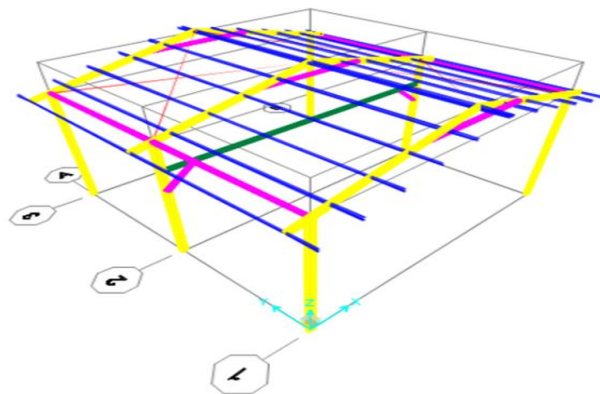
Materiales de construcción del trabajo

| Equipo de trabajo | Materiales                  | Activo fijo              |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Suelda (SMAW)     | Electrodos                  | Mesas                    |
|                   | Correa G 100x50x15 (3mm)    | Sillas                   |
| EPP               | Tubo 200x10mmx4mm           | Tomacorrientes 110V-220V |
| Taladro           | Tubo 100x100mmx3mm          | Burros o trípodes        |
| Compresor         | Mega techo 6000x900x0.25 mm |                          |
| Disco de corte    | Autoperforantes para techo  |                          |
| Amoladora         | IPE 160                     |                          |
|                   | Tecele manual de cadena     |                          |
|                   | Placas base                 |                          |
|                   | Pintura primer-             |                          |
|                   | Tinner                      |                          |

*Fuente: José Alexander Iza*

### Propuesta de la estructura

Planificación de la estructura tipo pórtico (Véase Figura 42)



*Figura N<sup>o</sup>. 44 Estructura*

*Fuente: José Alexander Iza*

## Proceso de fabricación

### Pedido de material y logística

El pedido y transporte del material fue realizado por medio de la empresa Aceros, por tanto, la empresa corrió con todos los gastos de logística y transporte.



Figura N<sup>o</sup>. 45 Pedida de material y logística

Fuente: José Alexander Iza

### Trazado del material y corte de material

Una vez que se recibió el material se procedió a realizar el trazado de los perfiles según los planos de taller, el cual contiene las medidas de fabricación y dimensión de cada pieza, para luego proceder a realizar el trazado de cada elemento de lo que son las columnas y las vigas en los tubos de 200x100x3mm de espesor.



Figura N<sup>o</sup>. 46 Trazado del material y corte

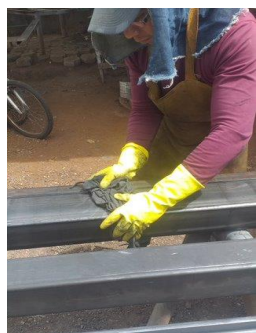
Fuente: José Alexander Iza

### Pintura del material

Luego del trazado y el corte de los perfiles, se procede a reializar el proceso de pintura este proceso se realiza antes del pre armado porque al ser elementos grandes va a hacer mucho más difíciles de pintar cuando estén armados por tanto reciben una primera mano de pintura la cual se realizó de la siguiente forma:

1. Se limpian los elementos, en este caso los perfiles por lo general vienen con una capa de grasa, por ende, se deben limpiar con desoxidante para dejar totalmente limpia la superficie.

2. Una vez limpios los perfiles, se procedió a realizar la mezcla de la pintura, para nuestro proyecto se usó pintura anti abrasiva y anticorrosiva de color plomo, la dilución se realizó con las siguientes concentraciones, 50% del galón de tinner y 50% de galón de pintura, con la finalidad de que la pintura tenga una textura fina. La herramienta de pintura que se utilizó fue un compresor de una pistola de aire.



Limpieza



2. Pintura

Figura N°. 47 Inspección y pintura

Fuente: José Alexander Iza

### Pre armado

Tabla N°. 27

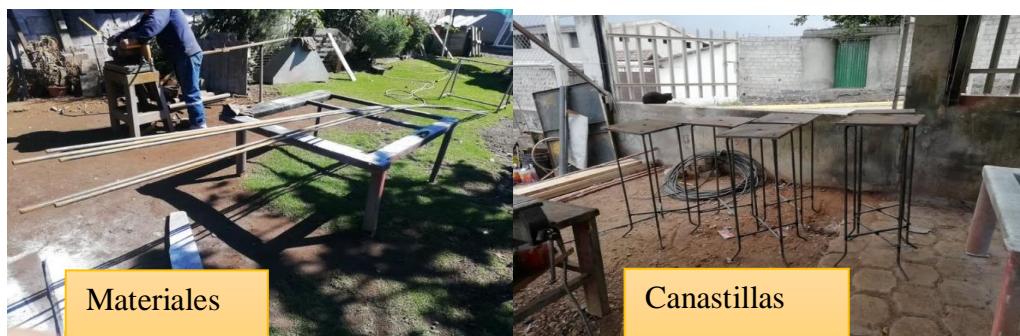
Matriz de pre armado

| Proceso                 | Detalle  | Tipo de soldadura | Electrodo |
|-------------------------|--|-------------------|-----------|
| Fabricación Canastillas | El proceso de la fabricación se realizó con un material de 370x370x15 de espesor y varillas de 15mm de diámetro para lo que serán patas de las canastillas en el tema de soldadura en el proceso de estas canastillas de utilizar una soldadura de unión de borde. | Unión de borde    | 6011      |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
| Fabricación de cerchas       | <p>Para el pre armado de las cerchas se unió los elementos según el plano y se procedió a armar una cercha primero, para la cual el proceso de soldado se realizó en forma de punteo, para una vez solo punteadas verificar las dimensiones que tiene según el plano, después de la verificación se procede a fabricar las otras dos tomando como matriz a la primera que se fabricó.</p> <p>Luego de la soldadura de unión a tope, con electrodo 6011, se realizó una limpieza en serie y se da paso a la soldadura con electrodo 7018.</p> | <p>Uniones de 6011 punteo</p> <p>Uniones a tope 7018</p> |
| Ensayo de tintas penetrantes | <p>Se procede hacer un ensayo no destructivo de tintas penetrantes en las uniones soldadas tomando esto en cuenta para la validez de la soldadura, para este proceso de soldadura se necesita un soldador calificado para estas uniones en el proceso de los ensayos no destructivos de tintas penetrantes, para lo cual se debe limpiar 100% las uniones en dónde se va a realizar el ensayo en el cual se utiliza una grata para limpiar el área de la soldadura, para posteriormente aplicar las tintas penetrantes.</p>                  |  |
| Topes                        | <p>Adicional, se colocan los topes en las cerchas y columnas, estos son de ayuda en el montaje de las correas y además es el área dónde van a ir asentadas las piezas al realizar el montaje.</p>  |  |

|                           |   |              |      |
|---------------------------|---|--------------|------|
| Corte de placas y soporte | Se procede a cortar dos placas de 45cm con perforaciones de 5/8 de diámetro y soporte de ángulo para las placas base donde será ensamblado la IPE 160   | Unión a tope | 6011 |
| Ensamble                  | Para el Pre armado la estructura metálica se colocó las bases soporte, se procede al ensamble de la IPE 160 con pernos y tuercas y arandelas de presión y colocación del tecele manual de cadena. |              |      |

*Fuente: José Alexander Iza*



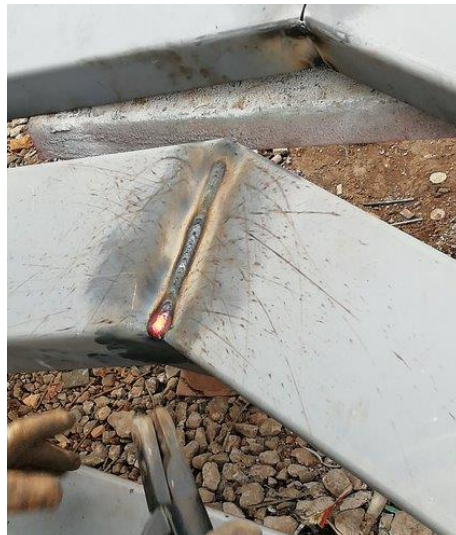
*Figura N°. 48 Fabricación de Canastillas.*

*Fuente: José Alexander Iza*



*Figura N°. 49 Armado de cerchas.*

*Fuente: José Alexander Iza*



Soldadura de punto: electrodo 6011

*Figura N°. 50 Soldadura de uniones a tope y limpieza.*

*Fuente: José Alexander Iza*



*Figura N°. 51 Ensayo de tintas penetrantes.*

*Fuente: José Alexander Iza*



*Figura N°. 52 Pieza Final.*

*Fuente: José Alexander Iza*

## Proceso de Montaje

El proceso de izaje, que muestra el tipo de grúa y el levantamiento de la carga se puede visualizar en la figura 50.



Figura N<sup>o</sup>. 53 Recepción de material y maquinaria de izaje.

Fuente: José Alexander Iza

## Montaje y soldadura de uniones

Tabla N<sup>o</sup>. 28

Proceso de montaje

| Proceso                       | Detalle   |
|-------------------------------|---|
| <b>Equipo de Seguridad</b>    |   |
| Equipo de protección personal | <p>el equipo cuenta de los siguientes elementos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arnes de seguridad</li> <li>2. Casco de soldador</li> <li>3. Capucha Jeans</li> <li>4. Guantes de cuero</li> <li>5. Macarila de gases</li> <li>6. Ropa industrial</li> <li>7. Calzado</li> </ol> |
|                               |   |
| <b>Trabajo de Soldadura</b>   |   |
| Tipo de suelda                | Se utilizó el tipo de suelda SMAW   |



|                       |  |
|-----------------------|--|
| Tipo de electrodos    | El electrodo 6011 es un electrodo celulósico<br>Diámetro:3.2 mm<br>Amperaje: 80-125<br>El electrodo 7018 es de bajo hidrógeno<br>Diámetro:3.2 mm<br>Amperaje: 90-140 |
| Tipo de junta o unión | Uniones a tope   |

---

**Equipo de trabajo**

---

|                     |   |
|---------------------|---|
| Maestros soldadores | 2 |
| Ayudantes           | 6 |

**Herramientas**

---

|                   |  |
|-------------------|--|
| Trabajo en altura | Andamios<br>Cables de porta electrodo de 15 m<br>Taladro |
|-------------------|--|

---

*Fuente: José Alexander Iza*

## Proceso

### Montaje de columnas

Se realizó el montaje de las columnas realizando una alineación previa a las placas base de instaladas por los albañiles, en este caso se realizó una alineación trazando las placas para colocar las columnas, este proceso realizó con 5 personas y fueron instalados con la ayuda de andamios, una vez realizado todo el proceso de instalación de montaje de las columnas se procedió a soldar las uniones para lo cual, se utilizó la unión a tope, el proceso de soldadura Smaw se ocupó el electrodo 6011 como primer pase y el 7018 como segundo pase.



*Figura N°. 54 Montaje de columnas..*

*Fuente: José Alexander Iza*

### **Montaje de cerchas**

Para el montaje de las cerchas solo se punteo en las 4 esquinas de la columna y una vez terminado el montaje de las cerchas se comenzó con el montaje de la viga amarre y al momento del montaje de la viga amarre se fue soldando por completo las uniones se de las cerchas con la columna.

Para este para el montaje se utilizó la soldadura es de uniones a tope, con la siguiente simbología de posición los cuales corresponden a las posiciones G1, G2, G3, G4, donde se utilizó el electrodo 6011 como primer paso, se limpia y después el segundo pase con electrodo 7018 para el terminado, los parámetros para estos electrodos realmente varían entre los 90 y 100 amperios.



*Figura N°. 55 Montaje y soldadura de uniones.*

*Fuente: José Alexander Iza*

### **Instalación de Dura techo**

#### **Montaje de correas y entechado**

Una vez que se termina de rematar toda la estructura con la soldadura y se procede a realizar el montaje de las correas estas son las viguetas para el techado, La distancia de la vigueta está basado en la ficha técnica del fabricante en la cual se usó una separación de 1150mm de distancia y según la hoja de longitud de 6 metros de lago, la ficha especifica que la distancia de vigueta es 1400mm de largo (Figura 55), para lo cual con la ayuda de los andamios se procede a realizar el soldado de las piezas, además una vez soldados se comienza el entechado con una primera hoja guía y siguiendo la misma alineación se colocan

las demás para su sujeción se ocuparon autorroscantes, para este proceso se necesitó un equipo de trabajo de cuatro personas dos personas en el techado y dos personas en la parte inferior realizando el levantamiento manual de cada hoja, en este proceso lo fundamental es el respeto a las normativas de seguridad en las cuales se debe usar el arnés y el EPP completo de trabajo, y tener especial cuidado con las líneas de vida para tener toda la seguridad en el trabajo de altura.

### **Montaje de tensores en la cubierta**

Una vez que se termina de realizar el montaje de las correas y se procede a soldar los tensores que se colocan en formas diagonales de esquina a esquina.



*Figura N°. 56 Instalación de Dura techo.*

*Fuente: José Alexander Iza*

### **Instalación de puente grúa**

#### **Montajes de placas soportes**

Una vez que se terminó todo el montaje completo de la estructura metálica tipo pórtico, se procede a realizar en el ensamble de las placas soporte para el puente grúa aplicando la soldadura SMAW.



*Figura N°. 57 Instalación de placas soporte*

*Fuente: José Alexander Iza*

### Montaje del Puente grúa

Ya colocado los soportes con sus perforaciones correspondiente se procede a el ensamble de la IPE 160, (puente grúa) siendo sujetado con pernos y tuercas de 5/8 y por último colocado el tecele manual de cadena y pintado.



*Figura N<sup>o</sup>. 58 Instalación de puente grúa*

*Fuente: José Alexander Iza*

## CONCLUSIONES

La planificación del trabajo estructural antes del inicio de un proyecto es de vital importancia, debido a que en esta planificación se describen los procesos de trabajo de fabricación y soldadura que serán luego cumplidos en toda la obra, permitiendo un avance ordenado y completo según la cronología del trabajo propuesto. Las estructuras metálicas tipo pórtico con puente grúa llevan un proceso de armado y de unión específicos, el proceso de soldadura reúne los principales pasos realizados para ejecutar el proceso de soldadura, en el cual se enfoca en brindar características de trabajo específicas para que el proceso de fabricación sea óptima dentro del cronograma de trabajo y utilizando los mejores materiales y recursos, realizado de forma nítida donde los acabados sean estilizados, es decir con buenos acabados de pintura y forma, brindando un mejor terminado al trabajo. Por otro lado, la encuesta reflejó la importancia de la creación de este tipo de planes, donde mediante los datos obtenidos se pudo identificar un desconocimiento sobre el tema, sin embargo, la muestra estudiada concuerda que la realización del proceso de soldadura puede mejorar su calidad profesional en el futuro.

Al realizar la soldadura en campo se identificó que el proceso debe ser realizado de manera sistemática, para lo cual lo más importante en cada fase del proyecto es la limpieza del material, una buena limpieza optimiza todos los procedimientos tanto en pintura como en el proceso de soldadura. Por otro lado, una vez soldadas las piezas se realiza el ensayo de tintas penetrantes agrega una mejor calidad al proyecto, debido a que este ensayo determina si la soldadura está bien realizada, además cabe recalcar que este proceso debe realizarse tanto en el proceso de pre armado como en el montaje final de las estructuras. Se agregó un plan de seguridad de trabajo en alturas, debido a que los soldadores deben realizar este trabajo a una distancia considerable del suelo, por tanto, se necesita tanto seguridad y calidad en el trabajo físico como en el trabajo humano.

## BIBLIOGRAFÍA

Lacor Formación. (21 de Octubre de 2017). Lacor Formacion. Obtenido de <https://www.lacorformacion.com/electrodos-basicos-para-soldadura#:~:text=Electrodos%20B%C3%A1sicos%20o%20de%20Bajo,los%20impactos%20de%20baja%20temperatura>

Accademia . (22 de Julio de 2021). Obtenido de <https://acaddemia.com/crear-planos-de-taller-a-partir-de-la-estructura-ya-definida-facilmente-con-autocad-structural-detailing/>

Aguilar, A. (31 de Marzo de 2018). Obtenido de Tecnologías eficientes en las instalaciones sanitarias aplicables a la normativa de arquitectura del Ecuador dentro del proceso edificatorio: <https://riunet.upv.es/handle/10251/99542>

Anselm , J. (2016). En Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada (págs. 11-12). Antioquia: Universidad de Antioquia.

Arquitectura+acero. (2009). Obtenido de El hierro y el acero en la historia de la arquitectura: <http://www.arquitecturaenacero.org/historia/historia/el-hierro-y-el-acero-en-la-historia-de-la-arquitectura>

Baena, G. M. (2014). En Metodología de la Investigación (pág. 43). México: Patria.

Bermeo., J. (13 de 04 de 2011). Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>

Boletín Técnico N°01-2020-IPI-M. (Enero de 2020). Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/IPI-M/2020/Enero/BOLETIN\\_TECNICO\\_IPI-M\\_2020\\_01.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/IPI-M/2020/Enero/BOLETIN_TECNICO_IPI-M_2020_01.pdf)

Charla de Seguridad. (8 de Mayo de 2016). Obtenido de <https://n9.cl/7vx90>

CPE INEN 010. (Septiembre de 2013). Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/CPE-INEN-0102013-SEGURIDAD-EN-EL-USO-DE-GR%C3%AAS.pdf?x42051>

Curso Aplicación CIRSOC 301-EL. (2008). Obtenido de [http://www1.frm.utn.edu.ar/metalicas/Curso%20C%20301\\_2008/Teoria/Curso\\_Cirsoc\\_301\\_2008\\_Barras\\_Comprimidas\\_2.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/metalicas/Curso%20C%20301_2008/Teoria/Curso_Cirsoc_301_2008_Barras_Comprimidas_2.pdf)

CYM-Materiales SA. (Agosto de 2015). Metal CYM. Obtenido de <https://cym.com.ar/intranet/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado->

cymmateriales-shotblasting.pdf

EADIC Formacion y Consultoria. (04 de Octubre de 2017). Obtenido de <https://www.eadic.com/calculo-estructural-para-el-diseno-de-naves-industriales/>

El oficial. (4 de Abril de 2013). Obtenido de Interpretación de los planos estructurales 2: <https://eloficial.ec/interpretacion-y-lectura-de-planos-estructurales-parte-2/>

Enciclopedia para empresas. (2021). Shpopify. Obtenido de <https://es.shopify.com/enciclopedia/logistica>

FCAW - Flux Cored Arc Welding. (19 de Julio de 2021). Obtenido de CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB: <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-fcaw-alambre-tubular-relleno-de-fundente-definiciones-del-proceso.cfm>

Ferrocortes. (s.f.). Obtenido de <https://www.ferrocortes.com.co/lamina-a-36/>

Giraldo, M. (5 de Diciembre de 2020). SYSEET. Obtenido de Seguridad y salud en el trabajo : <https://seguridadysaludeneltrabajo.co/tabla-de-peligros-riesgos-y-consecuencias-descargable/>

Hernández , R., & Coello , S. (2020). El proceso de investigacion cientifica. La Habana: Universitaria.

Hypertherm. (2019). Obtenido de <https://www.hypertherm.com/es/learn/cutting-education/cutting-process-overview/>

Indura. (14 de Mayo de 2015). Slideshare. Obtenido de [www.indura.com](http://www.indura.com)

Ingco. (2020). Obtenido de <https://ingcoecuador.com/producto/arnes-de-seguridad-ingco/>

Ingemecanica. (2020). Obtenido de [www.ingemecanica.com](http://www.ingemecanica.com)

Ingemecanica- tutorial N°20. (2021). Ingemecanica tutorial N°20. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>

Ingemecanica-tutorial N°45. (25 de Julio de 2021). Obtenido de <https://n9.cl/rxff3>

Labrador, B. (29 de Julio de 2019). Obtenido de Pocisiones de soldadura : <https://www.stargas.com.ve/blog/posiciones-de-soldadura/>

Laino, C. (22 de Julio de 2021). Obtenido de [https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/planos-de-detalles-de-escaleras\\_37172/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/planos-de-detalles-de-escaleras_37172/)

Lincon Electric. (s.f.). Obtenido de <https://n9.cl/0jaay>

LOGISVEN. (s.f.). LOGISVEN. Obtenido de <http://ecuador.logisven.com/post/lista-de-servicios/articulo/categorias/alquiler-de-camion-grua/alquiler-de-camion-18-ruedas->



con-brazo-hidraulico/en/locaciones/ecuador/bolivar/guaranda-bolivar-ecuador

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. CienciAmérica, 3(1), 47-50.

Martinez, J. (25 de 06 de 2003). Investigacion Cuntitativa. Obtenido de <https://www.significados.com/cuantitativa/>

Martínez, J. (2020). En Trabajo de campo en la investigación comercial (págs. 10-15). Madrid: Paraninfo.

McCormac. (2013). Diseño de estructuras de acero. México: Alfa Omega grupo editor S.A.

Mecanizado Básico. (24 de Octubre de 2014). BLOGGER. Obtenido de <http://mecanizadobasico.blogspot.com/2014/10/trazar-sobre-metales.html>

Mengual, A. (2019). Obtenido de Pandeo por Flexión: <https://www.urbipedia.org/hoja/Pandeo>

Mieve, S.L. . (2020). Mieve, S.L. . Obtenido de <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/FeriaVirtual/Producto-Plataforma-elevadora-de-tijera-mini-EMC-PE-5'4-mini-y-PE-6'4-mini-160705.html>

MIX, Editorial Definición. (14 de 06 de 2015). Definicion Mix. Obtenido de <https://definicion.mx/soldadura-industrial/>.

MS Ingenieria. (11 de Junio de 2018). Obtenido de Los simbolos de la soldadura: <https://www.ms-ingenieria.com.mx/capacitacion-y-normativas/los-simbolos-de-la-soldadura/>

Multiaceros. (9 de Diciembre de 2015). Obtenido de <https://multiaceros.cl/ventajas-acero-estructural/>

Ollavares, G. (29 de Junio de 2016). Blog de Bricolaje Bricolemar. Obtenido de <https://www.bricolemar.com/blog/tipos-de-discos-de-corte/>

Planos Arquitectónicos. (2021). BLOGGER.COM. Obtenido de <http://planosarquitectonicossena.blogspot.com/p/planos-estructurales.html>

QUESTION. (08 de 06 de 2020). Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

Question. (18 de 06 de 2020). Question pro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

Rodriguez, M. (2021). ESAB. Obtenido de <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-smaw.cfm>

Rueda, D. (2019). Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18447/2019OrtizDenise.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

S.A.P.D. (s.f.). Recomendaciones para el transporte y puesta en obra de los tubos de PRFV. Quito: Prefabricados Delta S.A.

Salazar, J. (Julio de 2016). Obtenido de trabajo seguro en alturas:

<https://www.domestika.org/es/projects/268597-trabajo-seguro-en-alturas>

SEDEMI. (2021). Obtenido de Proyectos: <https://n9.cl/lvfyh>

Sedemi SCC. (2017). Obtenido de [www.sedemi.com](http://www.sedemi.com)

Yepes, V. (13 de Noviembre de 2018). Universidad Politecnico de Valencia. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/13/el-acero-como-material-estructural/#:~:text=Se%20define%20como%20acero%20estructural,que%20le%20aportan%20caracter%20ADsticas%20espec%20ADficas.&text=El%20acero%20se%20obtiene%20a%20trav%20de%20un%20pro>

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de encuestas

Formato de encuesta estudiante montaje de estructura metálica con puente grúa.

1. ¿En su opinión, cual de las siguientes opciones le seria de ayuda dentro del desarrollo de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico.

Marca solo un óvalo.

- Instructivo de Soldadura
- Plan de Izaje
- Análisis de costos/ beneficios
- Cronograma de Actividades
- Libretas con contactos de Distribuidores
- Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Tiene usted instructivos de procesos de soldadura realizados en campo (trabajos particulares) dentro de la biblioteca de su carrera ?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

3. ¿ Para su especialidad técnica, qué grado de importancia tiene conocer los procesos prácticos de soldadura y sus diferentes usos en la vida real?

Marca solo un óvalo.

- Alta
- Media
- Baja

4. 4. ¿Tiene conocimiento práctico del tipo de suelda, los tipos de uniones y tipo de soldadura que debe aplicar en proyectos de montaje de una estructura metálica tipo pórtico?

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

5. 5. ¿Usted cree que es importante la idea de crear un instructivo prácticos de la soldadura de una estructura metálica tipo pórtico?

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

6. 6. ¿Conoce usted que es un plan de izaje?

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No  
 Tal vez

7. 7. ¿En su opinión que importancia tiene el plan de izaje en el montaje de una una estructura metálica tipo pórtico?

Marca solo un óvalo.

- Alta  
 Media  
 Baja

8. ¿Está de acuerdo que realizar instructivos y planes de estos temas puede mejorar su capacidad profesional en un futuro?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

9. ¿Con todo lo expuesto, considera de suma importancia la implementación de planes e instructivos dentro de un proyecto de montaje de estructuras metálicas tipo pórtico?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

## Montaje de estructuras Metálicas

Propietarios

1. Empresa

\_\_\_\_\_

2. ¿Por que razón usted decide construir con estructuras metálicas?

*Marca solo un óvalo.*

- Por costo
- Por tiempo de montaje
- Por tiempo de construcción
- Otro: \_\_\_\_\_

3. ¿Al momento de iniciar una construcción con estructuras metálicas dentro de su empresa, cual de las siguientes opciones usted considera primordial?

*Marca solo un óvalo.*

- Seguridad en la construcción
- Abaratar costos
- Construcciones bien estructuradas: con planos de construcción y de izaje
- Otro: \_\_\_\_\_

*Marca solo un óvalo.*

- Profesionalismo y responsabilidad
- Entrega a tiempo del proyecto
- Que cumpla con todas las normas de seguridad
- Otro: \_\_\_\_\_

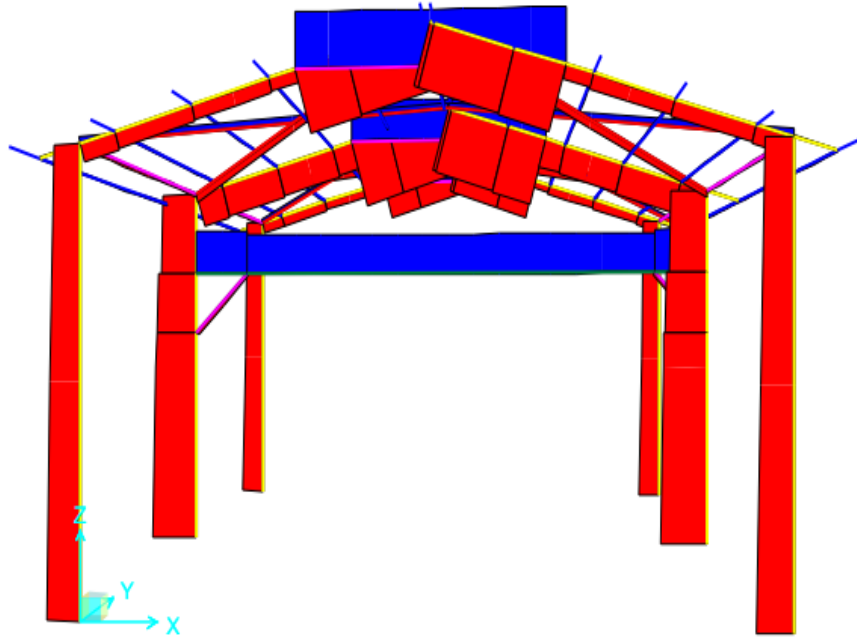
5. ¿Considera usted que el profesional que presente un correcto el plan de izaje y soldadura que se realizará en la obra le da un plus dentro de la rama?

*Marca solo un óvalo.*

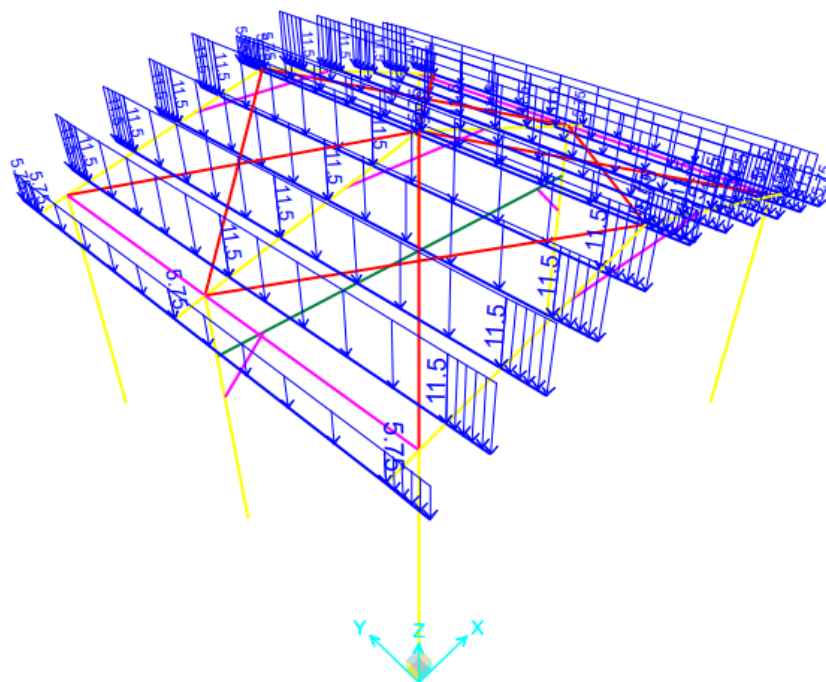
- Sí
- No

## Anexo 2. Diagramas de la estructura metálica con puente grúa en el programa SAP2000

Diagrama de fuerza



Cargas de tramo de trama (CM) (según lo definido)







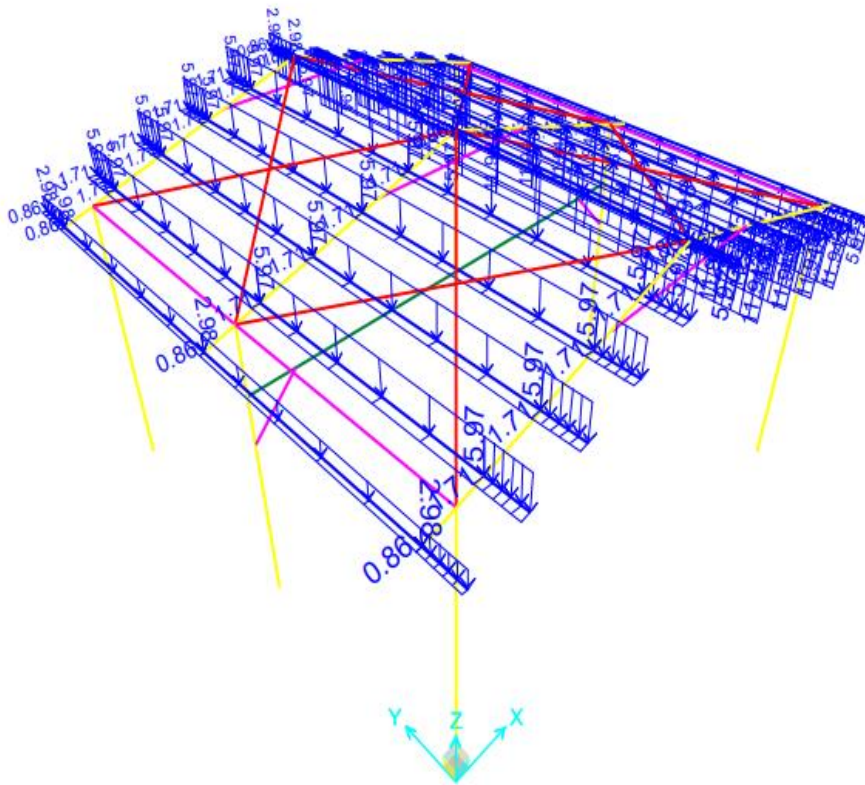
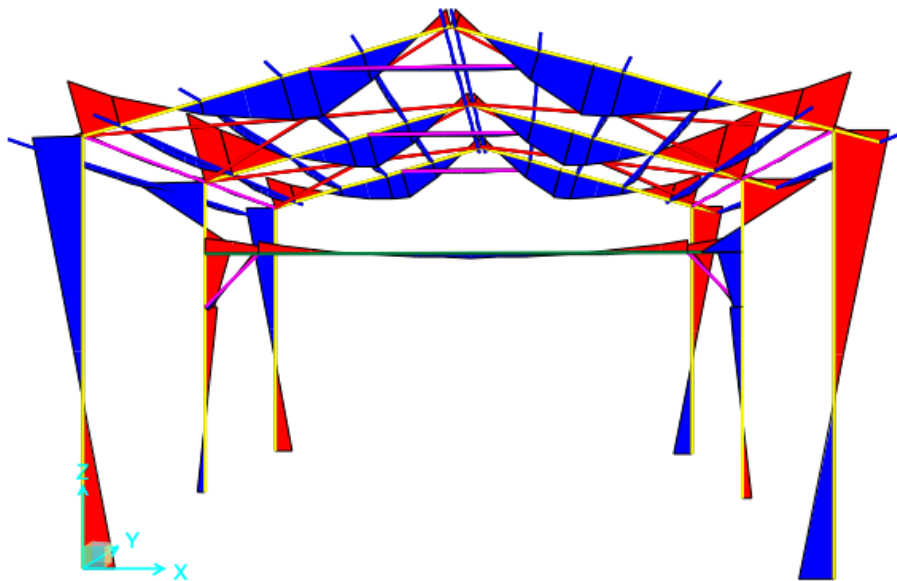
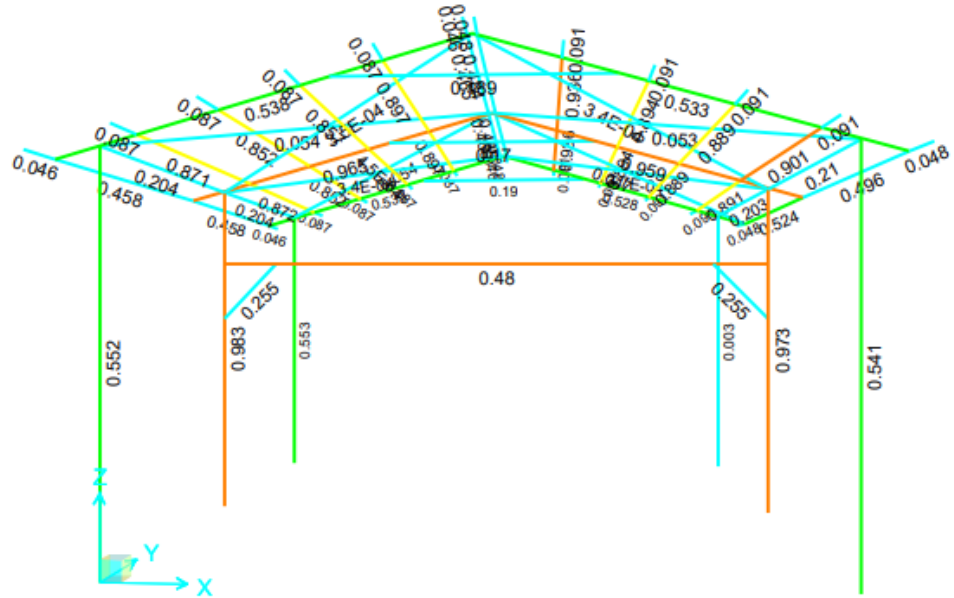


Diagrama del momento 3-3 (UDSTL2)



Relaciones de interacción P-M de acero (AISC 360-10)



### Anexo 3. Imágenes del proceso de fabricación y montaje

---

#### Llegada del material



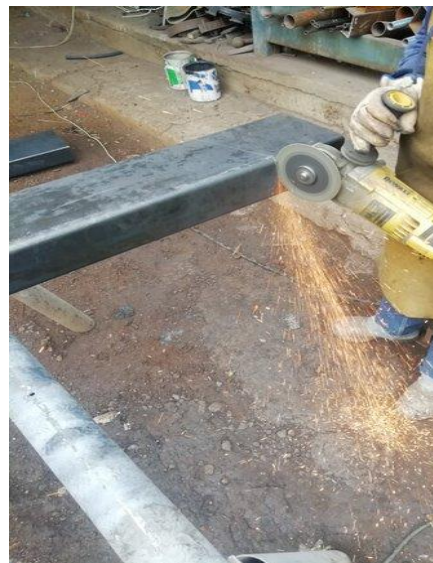
---

#### Desmontaje de la antigua estructura



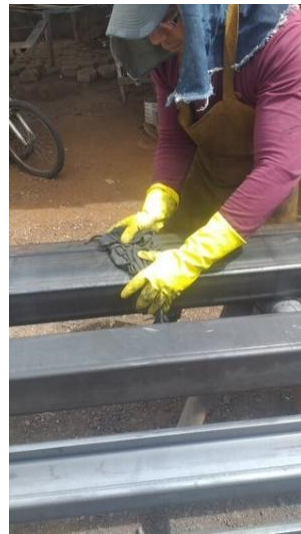
---

#### Trazado y Corte

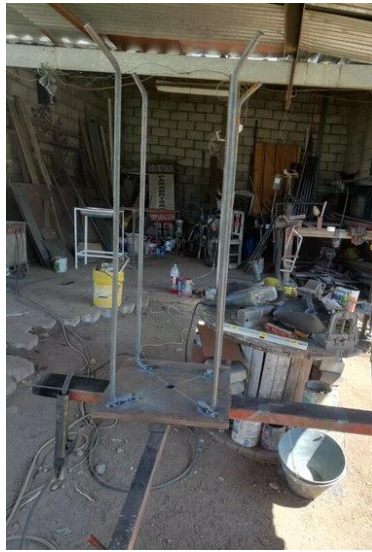


---

Pintura de fondo



Armado de canastillas



Proceso de tintas penetrantes





Montaje de cerchas





Montaje de columnas





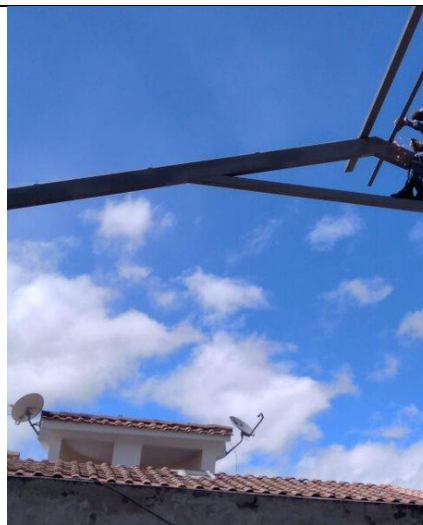
---

Montaje viga amarre

---



Montaje de correas



---

Entechado



---

Soldado de uniones



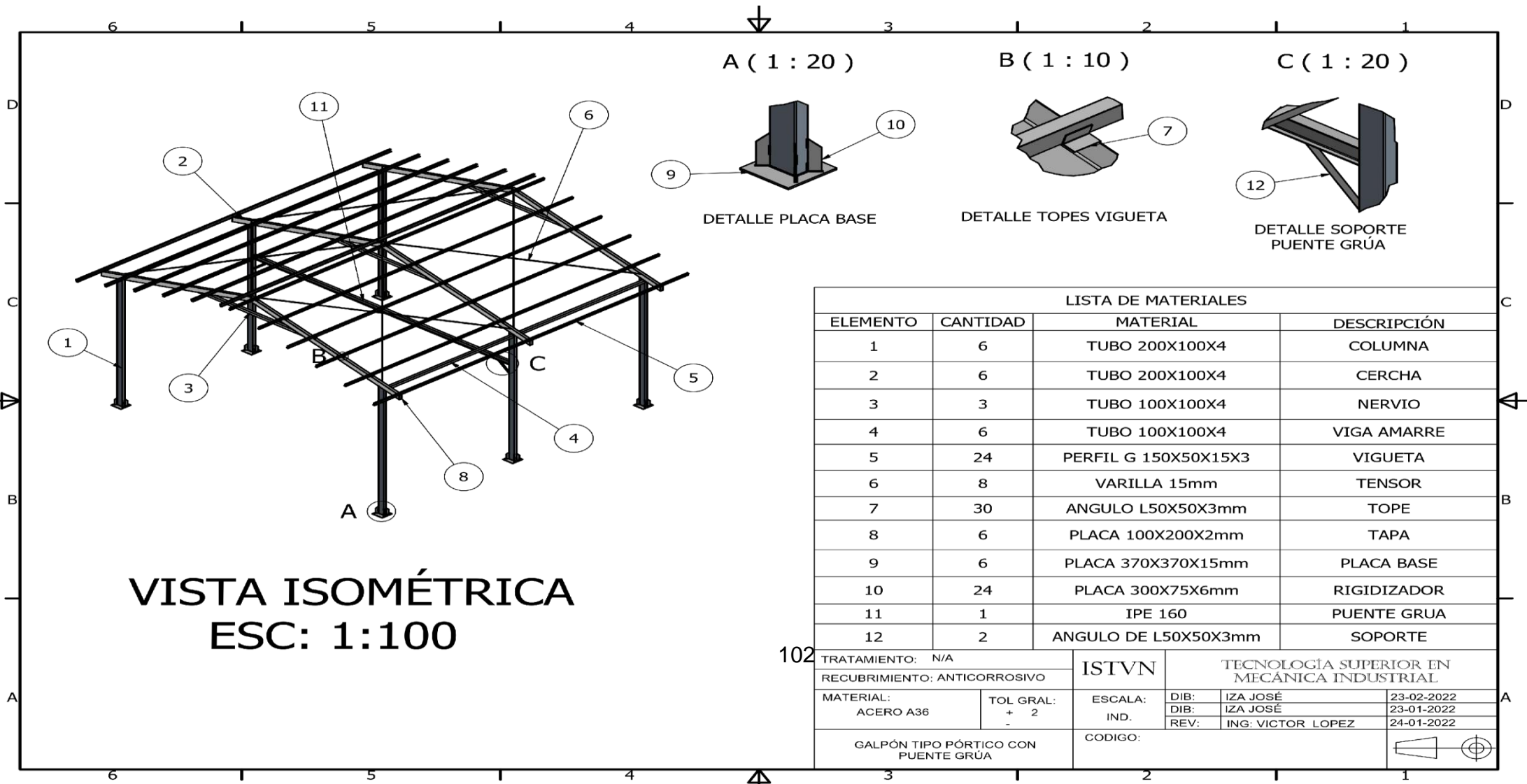
---

Ensamble de puente grúa

---

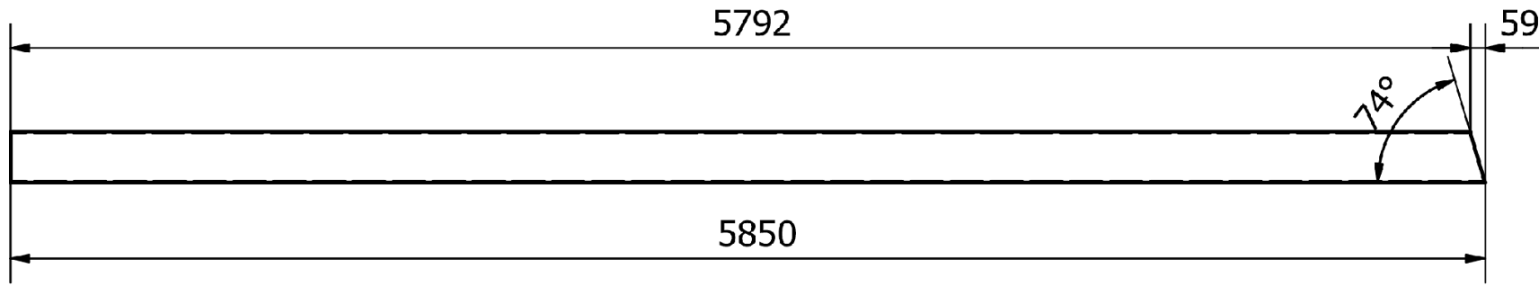


## Anexo 4. Galpón tipo pórtico con puente grúa

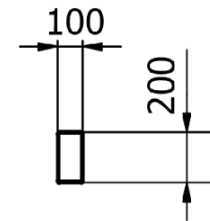


LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL         | DESCRIPCIÓN | MASA       |
|----------|-------|------------------|-------------|------------|
| 1        | 6     | TUBO 200X100X4mm | COLUMNA     | 104,859 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:30

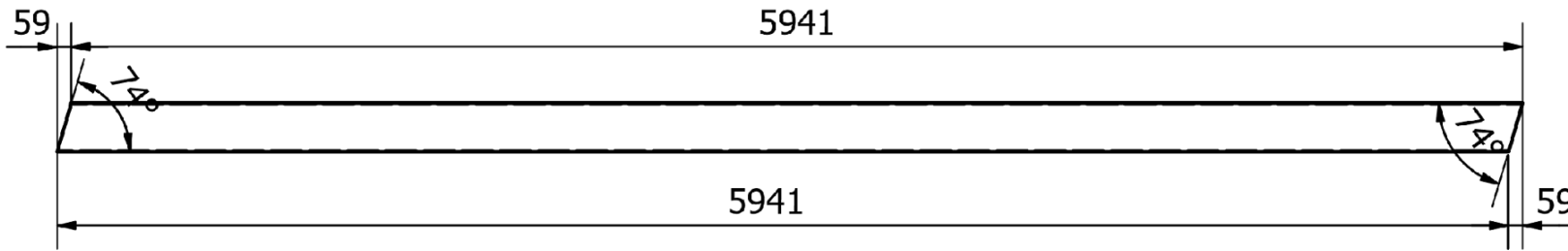


VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:30

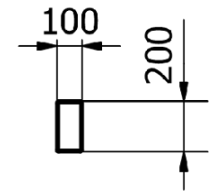
|                              |                         |                 |  |            |  |
|------------------------------|-------------------------|-----------------|--|------------|--|
| TRATAMIENTO: N/A             |                         | ISTVN           | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |            |  |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                         |                 |  |            |  |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>103 | ESCALA:<br>IND. | DIB:<br>IZA JOSÉ                           | 23-02-2022 |  |
|                              |                         |                 | DIB:<br>IZA JOSÉ                           | 23-01-2022 |  |
|                              |                         |                 | REV:<br>ING: VICTOR LOPEZ                  | 24-01-2022 |  |
| COLUMNA                      |                         | CODIGO:         |  |            |  |

LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL         | DESCRIPCIÓN | MASA       |
|----------|-------|------------------|-------------|------------|
| 2        | 6     | TUBO 200X100X4mm | CERCHA      | 107,030 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:30

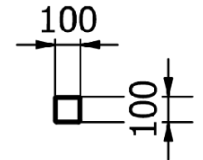
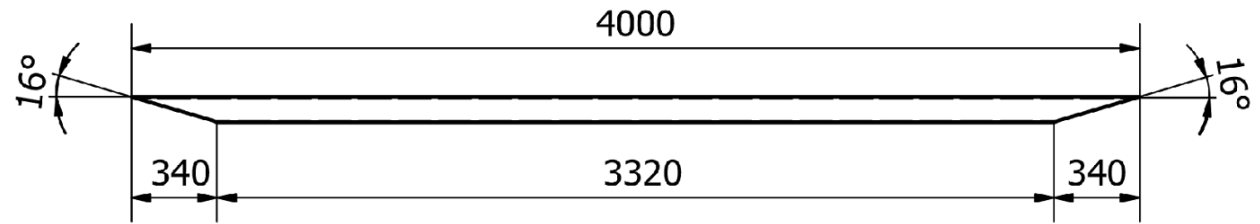


VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:30

|                              |           |       |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|-------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |       | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.  | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |       | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| 104                          |           |       | CODIGO:                                    |                   |            |
| CERCHA                       |           |       |  |                   |            |

LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL         | DESCRIPCIÓN | MASA      |
|----------|-------|------------------|-------------|-----------|
| 3        | 3     | TUBO 100X100X4mm | NERVIO      | 32,777 kg |

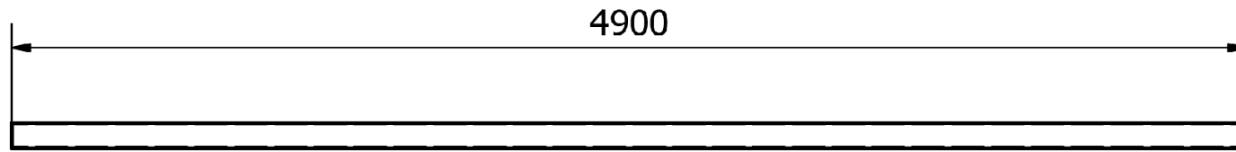


|                              |           |       |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|-------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |       | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.  | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |       | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| 105                          |           |       | CODIGO:                                    |                   |            |
| NERVIO                       |           |       |  |                   |            |

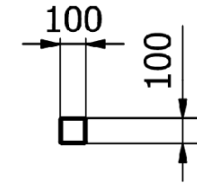


LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL         | DESCRIPCIÓN | MASA      |
|----------|-------|------------------|-------------|-----------|
| 4        | 6     | TUBO 100X100X4mm | VIGA AMARRE | 43,882 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:30



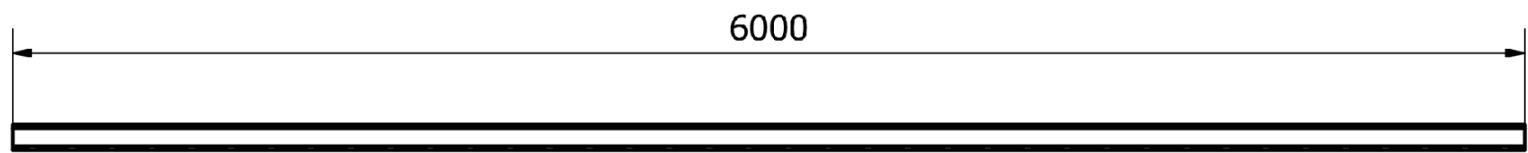
VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:30

|                              |           |         |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|---------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |         | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| 106                          |           |         |  |                   |            |
| VIGA AMARRE                  |           | CODIGO: |  |                   |            |

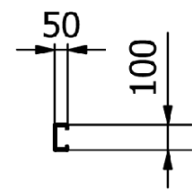


### LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL              | DESCRIPCIÓN | MASA     |
|----------|-------|-----------------------|-------------|----------|
| 5        | 24    | PERFI G 100X50X15X3mm | VIGUETA     | 4,891 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:30



VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:30

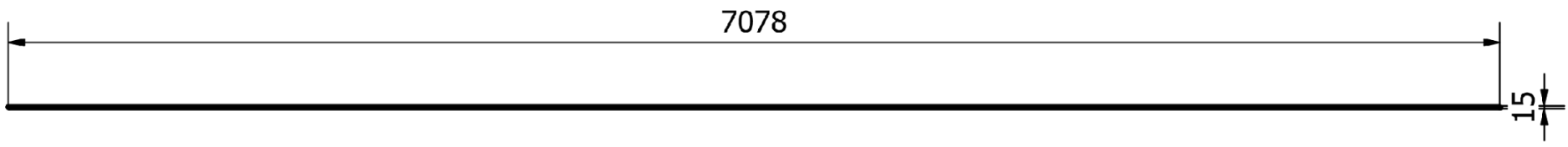
|                              |                         |         |  |                   |            |
|------------------------------|-------------------------|---------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |                         | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                         |         | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>107 | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
|                              |                         |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| VIGUETA                      |                         | CODIGO: |  |                   |            |





### LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL     | DESCRIPCIÓN | MASA     |
|----------|-------|--------------|-------------|----------|
| 1        | 8     | VARILLA 15mm | TENSOR      | 9,819 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:30

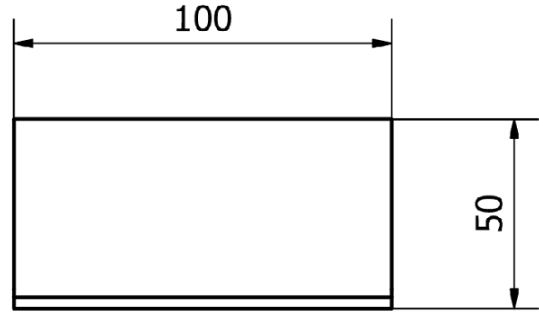


|                              |                         |                 |   |                   |            |
|------------------------------|-------------------------|-----------------|---|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |                         | ISTVN           | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN<br>MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                         |                 |   |                   |            |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>108 | ESCALA:<br>IND. | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-02-2022 |
|                              |                         |                 | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
|                              |                         |                 | REV:  | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| TENSOR                       |                         | CODIGO:         |   |                   |            |

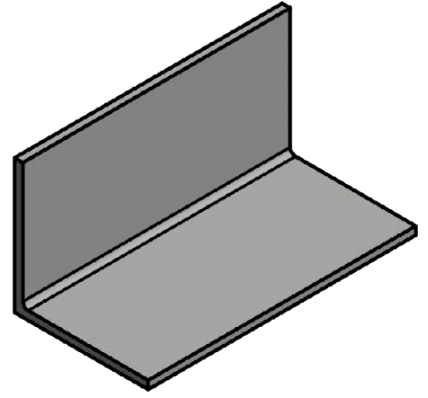


LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL      | DESCRIPCIÓN | MASA     |
|----------|-------|---------------|-------------|----------|
| 7        | 24    | ANGULO 2"X3mm | TOPE        | 0,235 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:2



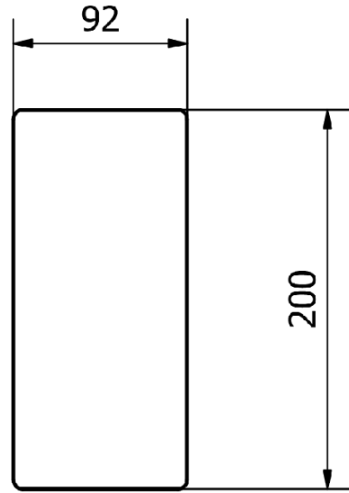
VISTA ISOMETRICA  
ESC: 1:2

|                              |           |         |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|---------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |         | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
|                              | 109       |         |  |                   |            |
| TOPE                         |           | CODIGO: |  |                   |            |



### LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL  | DESCRIPCIÓN | MASA     |
|----------|-------|-----------|-------------|----------|
| 8        | 6     | PLACA 2mm | TAPA        | 0,288 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:4

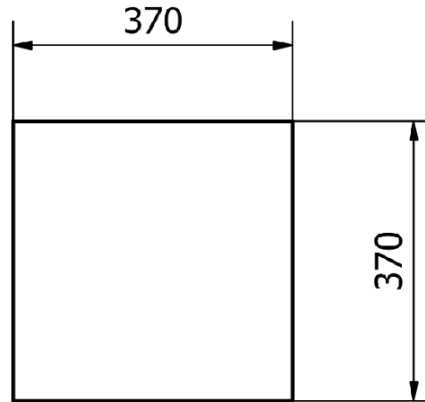


VISTA ISOMETRICA  
ESC: 1:4

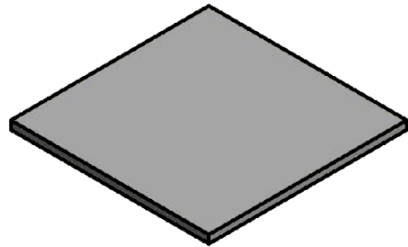
|                              |           |       |   |                   |            |
|------------------------------|-----------|-------|---|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN<br>MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |       | ESCALA:                                       | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.  | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |       | REV:  | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| TAPA                         |           |       | CODIGO:                                       |                   |            |



| LISTA DE PIEZAS |       |            |             |           |
|-----------------|-------|------------|-------------|-----------|
| ELEMENTO        | CTDAD | MATERIAL   | DESCRIPCIÓN | MASA      |
| 9               | 6     | PLACA 15mm | PLACA BASE  | 16,119 kg |



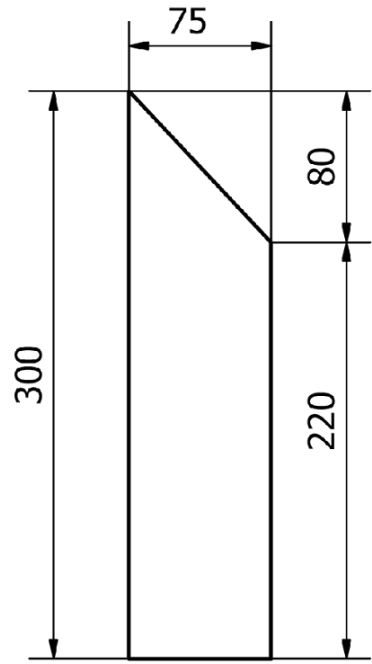
VISTA FRONTAL  
ESC: 1:10



VISTA ISOMETRICA  
ESC: 1:10

|                              |                         |         |   |                   |            |
|------------------------------|-------------------------|---------|---|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |                         | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN<br>MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                         |         | ESCALA:                                       | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>111 | IND.    | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
|                              |                         |         | REV:  | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| PLACA BASE                   |                         | CODIGO: |   |                   |            |

| LISTA DE PIEZAS |       |           |             |          |
|-----------------|-------|-----------|-------------|----------|
| ELEMENTO        | CTDAD | MATERIAL  | DESCRIPCIÓN | MASA     |
| 10              | 24    | PLACA 6mm | RIGIDIZADOR | 1,059 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:4



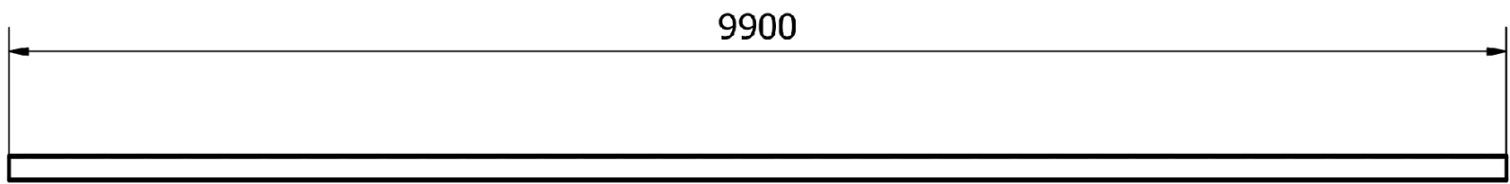
VISTA ISOMETRICA  
ESC: 1:4

|                              |                         |         |  |                   |            |
|------------------------------|-------------------------|---------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |                         | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                         |         | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>112 | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
|                              |                         |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| RIGIDIZADOR                  |                         | CODIGO: |  |                   |            |

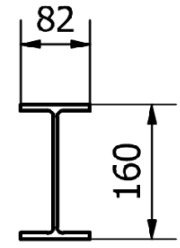


### LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL | DESCRIPCIÓN | MASA      |
|----------|-------|----------|-------------|-----------|
| 11       | 1     | IPE 160  | VIGA PUENTE | 19,646 kg |



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:50



VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:9

|                              |           |         |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|---------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |         | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| 113                          |           |         |  |                   |            |
| VIGA PUENTE                  |           | CODIGO: |  |                   |            |

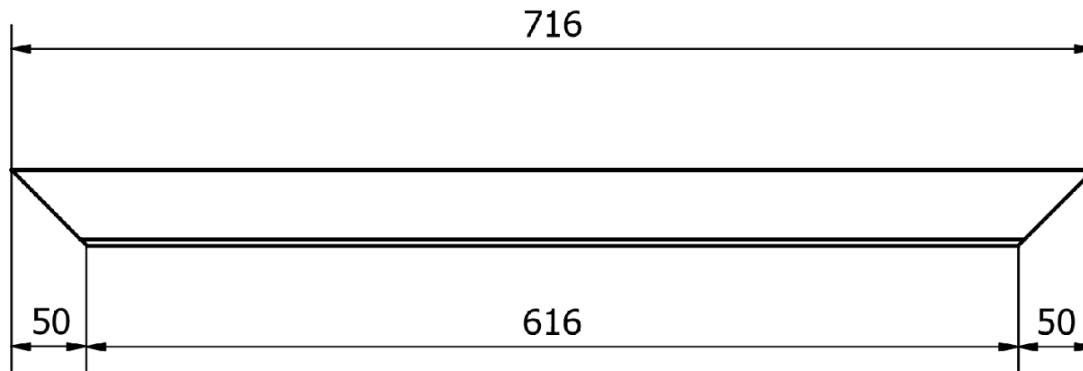




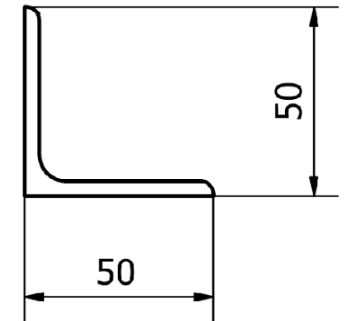


LISTA DE PIEZAS

| ELEMENTO | CTDAD | MATERIAL   | DESCRIPCIÓN  | MASA     |
|----------|-------|------------|--------------|----------|
| 12       | 2     | L50X50X3mm | SOPORTE VIGA | 1,965 kg |



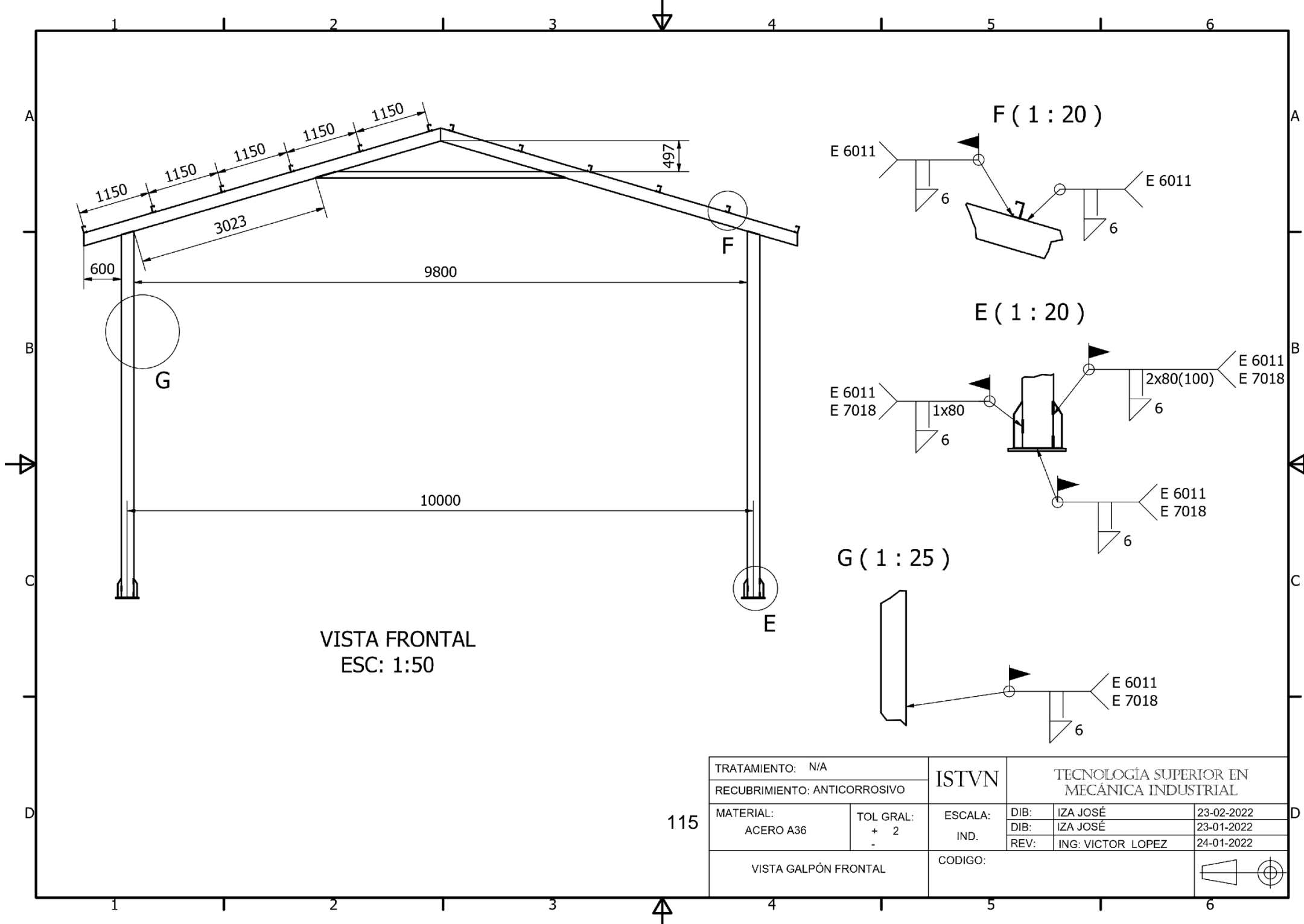
VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:5



VISTA FRONTAL  
ESC: 1:2

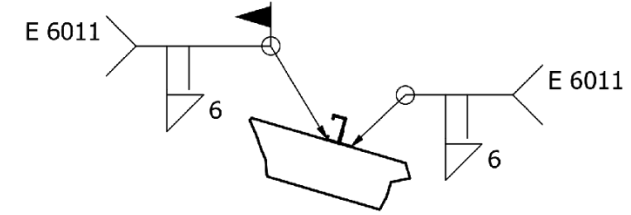
|                              |           |       |  |                   |            |
|------------------------------|-----------|-------|--|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |       | ESCALA:                                    | DIB:              | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | IND.  | DIB:                                       | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       |       | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| 114                          |           |       | CODIGO:                                    |                   |            |
| ÁNGULO                       |           |       |  |                   |            |



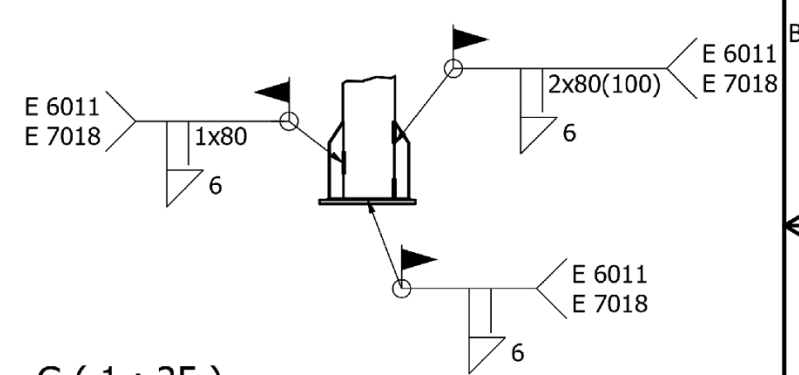


VISTA FRONTAL  
ESC: 1:50

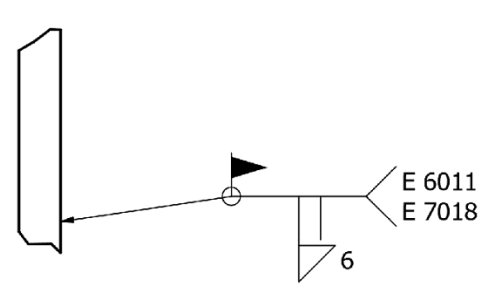
F ( 1 : 20 )



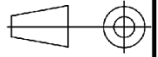
E ( 1 : 20 )

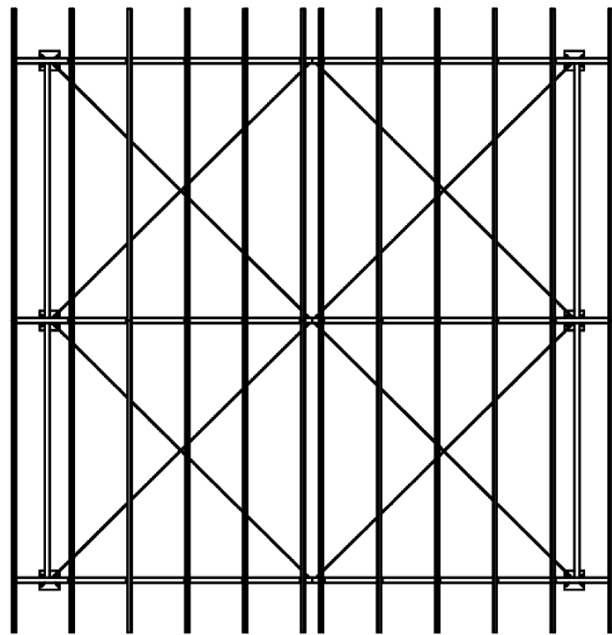


G ( 1 : 25 )

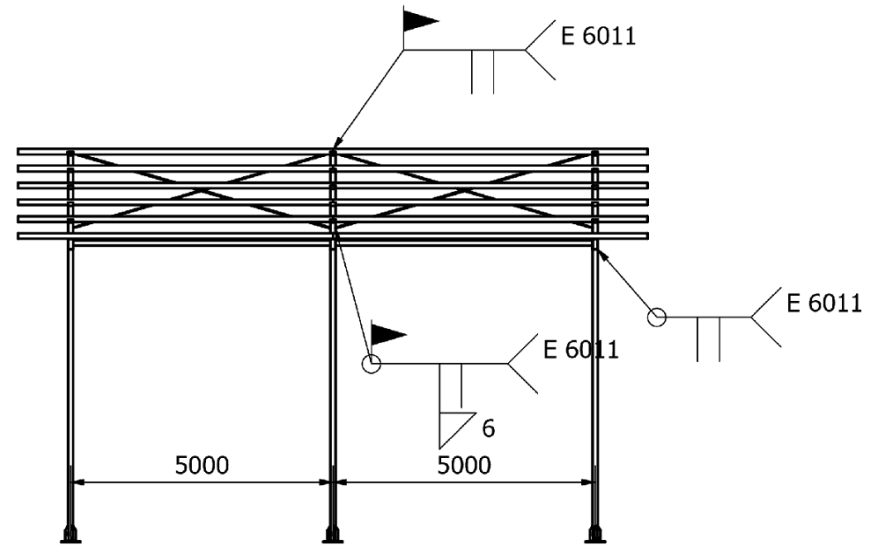


115

|                              |           |         |   |                   |            |
|------------------------------|-----------|---------|---|-------------------|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |           | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL  |                   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |           |         | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-02-2022 |
| MATERIAL:                    | TOL GRAL: | ESCALA: | DIB:  | IZA JOSÉ          | 23-01-2022 |
| ACERO A36                    | + 2       | IND.    | REV:  | ING: VICTOR LOPEZ | 24-01-2022 |
| VISTA GALPÓN FRONTAL         |           | CODIGO: |  |                   |            |



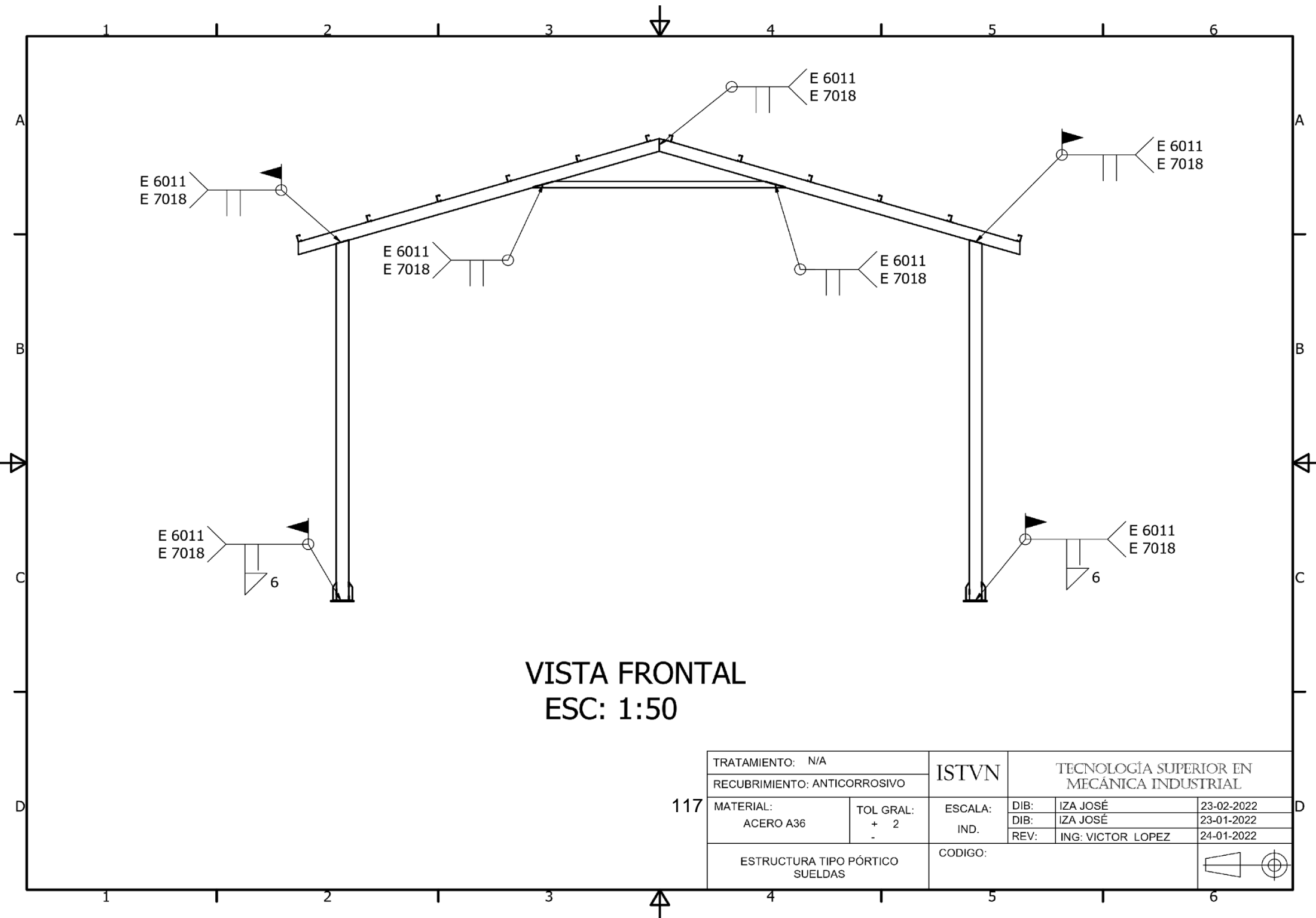
VISTA SUPERIOR  
ESC: 1:100



VISTA LATERAL DERECHA  
ESC: 1:100

116

|                              |                       |         |  |   |            |
|------------------------------|-----------------------|---------|--|---|------------|
| TRATAMIENTO: N/A             |                       | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO |                       |         | DIB:                                       | IZA JOSÉ  | 23-02-2022 |
| MATERIAL:<br>ACERO A36       | TOL GRAL:<br>+ 2<br>- | ESCALA: | DIB:                                       | IZA JOSÉ  | 23-01-2022 |
|                              |                       | IND.    | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ   | 24-01-2022 |
| VISTA GALPÓN SUPERIOR        |                       | CODIGO: |  |  |            |



VISTA FRONTAL  
 ESC: 1:50

117

|                                 |           |         |  |   |            |
|---------------------------------|-----------|---------|--|---|------------|
| TRATAMIENTO: N/A                |           | ISTVN   | TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL |   |            |
| RECUBRIMIENTO: ANTICORROSIVO    |           |         | ESCALA:                                    | DIB:  | IZA JOSÉ   |
| MATERIAL:                       | TOL GRAL: | IND.    | DIB:                                       | IZA JOSÉ  | 23-01-2022 |
| ACERO A36                       | + 2<br>-  |         | REV:                                       | ING: VICTOR LOPEZ   | 24-01-2022 |
| ESTRUCTURA TIPO PÓRTICO SUELDAS |           | CODIGO: |  |  |            |