



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y**

**METALÚRGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**



**ESTUDIO TECNICO DE FABRICACION EN ESTRUCTURA PARA**

**UNA CUBIERTA DE PISCINA DE LA I.E.S. GRAN UNIDAD**

**ESCOLAR "SAN CARLOS"- PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**RENÉ LEÓN FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO METALÚRGISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2013**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**ESTUDIO TECNICO DE FABRICACION EN  
ESTRUCTURA PARA UNA CUBIERTA DE  
PISCINA DE LA I.E.S. GRAN UNIDAD E**

AUTOR

**rene leon flores**

RECuento DE PALABRAS

**21414 Words**

RECuento DE CARACTERES

**110451 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**148 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**17.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 23, 2023 12:27 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 23, 2023 12:29 AM GMT-5**

### ● 5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

  
Julio ROBERTO MACUENA GIL  
ASESOR

VºBº  
  
Dra. Darssy Argélida Carpio Ramos  
Directora de la Unidad de Investigación  
EPIM



## DEDICATORIA

A mis padres Patricia y Juan, por haber tenido la responsabilidad de educarme y toda mi familia por su apoyo.

A la persona que esta a mi lado a mi amada, esposa Betzabé, que en los momentos buenos y malos estuvo a mi lado siempre apoyándome para culminar mi tesis a mis pequeñas hijas, Estrella y Harried, que son motor y motivo para superar y salir adelante.

**René.**



## AGRADECIMIENTOS

A la “Universidad Nacional del Altiplano de Puno” mi alma mater.

A la “Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Una Puno”.

Mi más profundo agradecimiento a todos mis profesores de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica, en especial al Ing. Alberto Maquera Gil, por su invaluable ayuda y su acertada dirección como asesor durante todo el proceso de elaboración y redacción de este informe.

**René.**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos .....	18
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Objetivo general .....	19
1.4.2. Objetivos específicos .....	19
<b>1.5. HIPOTESIS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEORICO</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>22</b>



2.2.1. Estructura metálica.....	22
2.2.2. Tipos de techos.....	22
2.2.3. El acero para las estructuras .....	23
2.2.4. Clases de acero .....	24
2.2.5. Propiedades del acero.....	24
2.2.6. Resistencia a la corrosión del acero .....	25
2.2.7. Propiedades físico – mecánicas del acero estructural. ....	26
2.2.8. Descripción del diagrama hierro carbono .....	29
2.2.9. Tipos de aceros.....	29
2.2.10. Procesos de obtención del acero. ....	29
2.2.11. Selección del tipo de acero usado en la estructura.....	32
2.2.12. Aceros estructurales .....	33
2.2.13. Ensayos y resistencia de materiales. ....	35
2.2.14. Procedimientos de corte y plegado. ....	41
2.2.15. Soldadura y medios de union sin soldadura.....	42
2.2.16. Técnicas de la soldadura eléctrica.....	50

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>62</b>
<b>3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>62</b>
3.4.1. Población.....	62
3.4.2. Muestra.....	62
<b>3.5. DIAGRAMA DE FLUJO .....</b>	<b>63</b>



3.5.1. Cálculo e ingeniería del diseño .....	64
3.5.2. Planeamiento .....	64
3.5.3. Configuración preliminar estructural .....	64
3.5.4. Determinación de las cargas: .....	65
3.5.5. Cargas.....	66
3.5.6. Selección de perfiles y soldadura .....	70
3.5.7. Selección soldadura de. ....	75
3.5.8. Análisis estructural y cálculo de soldadura. ....	82
3.5.9. Cálculo de las vigas.....	85
3.5.10. Diseño de la cubierta instalada sobre la estructura .....	90
<b>3.6. ELABORACIÓN DE PLANOS DE DISEÑO.....</b>	<b>98</b>
3.6.1. Tecnología de fabricación .....	98

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>107</b>
4.1.1. Costos y presupuesto.....	107
<b>4.2. METRADO Y COSTOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS .....</b>	<b>107</b>
4.2.1. Metrado de estructuras metálica.....	107
4.2.2. Mano de obra.....	110
<b>4.3. PLAN DE GESTION DE RESIDUOS METALICOS .....</b>	<b>112</b>
4.3.1. Problemas ambientales.....	112
4.3.2. Reciclar .....	113
4.3.3. Las 3 R´S del acero .....	114
4.3.4. Etapas del reciclaje.....	118
4.3.5. Beneficios que trae el reciclaje .....	120



<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>125</b>
<b>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>

**Área:** Metalurgia Transformativa

**Tema:** Estudio técnico de fabricación en estructura para una cubierta de piscina.

**Fecha de sustentación:** 05 de Agosto del 2013





## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Gráfico comparativo de durabilidad de los aceros contra la corrosión. ....	26
<b>Figura 2.</b> Curva Esfuerzo unitario vs. Deformación unitaria.....	27
<b>Figura 3.</b> Curva esfuerzo unitario vs deformación unitaria .....	27
<b>Figura 4.</b> Descripción del diagrama hierro carbono.....	29
<b>Figura 5.</b> Resistencia la tracción .....	37
<b>Figura 6.</b> Resistencia a la compresión.....	37
<b>Figura 7.</b> Resistencia a la cortadura .....	38
<b>Figura 8.</b> Resistencia a la flexión .....	38
<b>Figura 9.</b> Esfuerzo a la tracción .....	39
<b>Figura 10.</b> Esfuerzo máximo a la compresión.....	39
<b>Figura 11.</b> Resistencia a la torsión .....	40
<b>Figura 12.</b> Resistencia al pandeo.....	40
<b>Figura 13.</b> Esquema de proceso de soldadura .....	43
<b>Figura 14.</b> Características de fuente de poder .....	44
<b>Figura 15.</b> Maquina tipo transformador .....	45
<b>Figura 16.</b> Maquina tipo rectificador .....	46
<b>Figura 17.</b> Equipo transformador y rectificador .....	46
<b>Figura 18.</b> De combustión: a gasolina o petróleo.....	47
<b>Figura 19.</b> Partes del electrodo.....	47
<b>Figura 20.</b> Funciones de revestimiento .....	48
<b>Figura 21.</b> Tipos de juntas y uniones soldadas.....	51
<b>Figura 22.</b> Soldaduras estructurales .....	51
<b>Figura 23.</b> Soldadura de filete .....	52



<b>Figura 24.</b>	Soldadura de ranura .....	52
<b>Figura 25.</b>	Tipos de soldadura.....	53
<b>Figura 26.</b>	Símbolos básicos de soldadura .....	53
<b>Figura 27.</b>	Símbolos suplementarios .....	54
<b>Figura 28.</b>	Ensayos de pruebas no destructivas .....	59
<b>Figura 29.</b>	Diagrama de flujo de proceso de fabricación .....	63
<b>Figura 30.</b>	Cargas de viento .....	67
<b>Figura 31.</b>	Tipos de perfiles estructurales .....	71
<b>Figura 32.</b>	Esquema de proceso de soldadura .....	75
<b>Figura 33.</b>	Ficha de soldadura .....	78
<b>Figura 34.</b>	Ficha de electrodo básico de bajo hidrógeno.....	79
<b>Figura 35.</b>	Ficha rutilico del buen acabado y buena resistencia.....	80
<b>Figura 36.</b>	Diseño de junta posiciones de soldadura.....	81
<b>Figura 37.</b>	A tope .....	81
<b>Figura 38.</b>	Diseño en filete .....	81
<b>Figura 39.</b>	Correas cubiertas a las bigas.....	83
<b>Figura 40.</b>	Cordón de soldadura.....	83
<b>Figura 41.</b>	Angulo de inclinación.....	84
<b>Figura 42.</b>	Detalles de arriostre de vigueta típica.....	85
<b>Figura 43.</b>	Diseño de cerchas .....	86
<b>Figura 44.</b>	Uniones soldadas de los cordones para su calculo .....	91
<b>Figura 45.</b>	Manejo de los RSD.....	113
<b>Figura 46.</b>	Producción de acero en el mundo.....	117
<b>Figura 47.</b>	Fabricación del acero a partir del mineral .....	117
<b>Figura 48.</b>	Fabricación del acero a partir de la chatarra.....	120



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Análisis del horno eléctrico .....	31
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de los Aceros.....	32
<b>Tabla 3.</b> Selección de acero debajo del carbono .....	32
<b>Tabla 4.</b> Requerimientos químicos (%): .....	33
<b>Tabla 5.</b> Dimensiones y pesos (sistema inglés).....	34
<b>Tabla 6.</b> Sistema métrico.....	34
<b>Tabla 7.</b> Composición química del acero soldable .....	43
<b>Tabla 8.</b> Electroodos estructurales .....	48
<b>Tabla 9.</b> Celulósicos .....	48
<b>Tabla 10.</b> Celulósicos especiales.....	49
<b>Tabla 11.</b> Rutilicos .....	49
<b>Tabla 12.</b> Hierro en polvo .....	49
<b>Tabla 13.</b> Básicos de baja aleación y bajo hidrogeno .....	50
<b>Tabla 14.</b> Principales métodos de pruebas no destructivas .....	60
<b>Tabla 15.</b> Métodos de inspección ventajas y limitaciones .....	61
<b>Tabla 16.</b> Presión de viento Vs Altura. ....	68
<b>Tabla 17.</b> Factor de Forma (C).....	69
<b>Tabla 18.</b> Tabla de combinaciones de carga y resistencia .....	70
<b>Tabla 19.</b> Dimensiones y pesos NOMINALES (Sistema Inglés) .....	72
<b>Tabla 20:</b> Sistema Métrico .....	73
<b>Tabla 21.</b> Tolerancias dimensionales y de forma.....	74
<b>Tabla 22.</b> Comparación entre el acero astm a36 y astm a572 grado 50 composición Química (Análisis de Colada) .....	74



<b>Tabla 23.</b> Propiedades mecánicas - valores mínimos .....	74
<b>Tabla 24.</b> Intensidad de corriente o amperaje .....	76
<b>Tabla 25.</b> Características de los electrodos en función del revestimiento. ....	77
<b>Tabla 26.</b> Parámetro de soldadura.....	77
<b>Tabla 27.</b> Tabla: Resultado de Esfuerzos de Cerchas .....	86
<b>Tabla 28.</b> Resultados de Esfuerzos de Viento de Cerchas. ....	87
<b>Tabla 29.</b> Tabla: Resultados de Esfuerzos Totales de Cerchas.....	87
<b>Tabla 30.</b> Resultados de Esfuerzos Totales de Correas. ....	90
<b>Tabla 31.</b> Variables de Canales galvanizados .....	91
<b>Tabla 32.</b> Cálculo de uniones soldadas espesor de los cordones para su calculo (a)...	91
<b>Tabla 33.</b> Tensiones de trabajo admisibles en uniones soldadas. ....	92
<b>Tabla 34.</b> Eficiencia de deposición .....	93
<b>Tabla 35.</b> Núcleo .....	94
<b>Tabla 36.</b> Análisis de esfuerzo en el corte de planchas.....	99
<b>Tabla 37.</b> Metrado de Estructuras Metálicas.....	108
<b>Tabla 38.</b> Mano de obra .....	110



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS



## RESUMEN

La presente investigación titulada estudio técnico de fabricación en estructura para una cubierta de piscina de la I.E.S. Gran Unidad escolar “San Carlos”- Puno. Teniendo como objetivo Aplicación del diseño y fabricación de techo de estructura para una Cubierta. En cuanto se refiere a la metalurgia de la soldadura, en el campo teórico se abordó principalmente sobre las normas y especificaciones técnicas, tanto nacionales como extranjeras se realizó consultas en textos especializados en tecnología del acero procesos de producción, métodos, distribución y diseños prácticos de ingeniería entre otros, Han contribuido a este desarrollo algunas de las características de las estructuras metálicas como: amplio campo de construcción y montaje, prefabricación, y fabricación de cercado de obras para las instituciones públicas y privadas. Teniendo como conclusiones, la utilización de los electrodos y maquinas se debe utilizar de acuerdo al material a tratar según la norma AWS, se debe aplicar siguiendo las indicaciones de tal manera que nos garantice la resistencia de la estructura cumpliendo con las normas requeridas. Es necesario indicar la importancia de la evaluación de los esfuerzos de la estructura por medio de programas computarizados, nos dan valores exactos en cuanto a los esfuerzos.

**Palabras claves:** Estudio, Estructura, Cubierta, Fabricación, Piscina.



## ABSTRACT

The present investigation entitled technical study of structure manufacturing for a pool cover of the I.E.S. Great School Unit "San Carlos" - Puno. Having as objective Application of the design and manufacture of roof structure for a Cover. As far as welding metallurgy is concerned, in the theoretical field, technical standards and specifications were mainly addressed, both national and foreign, consultations were made in specialized texts on steel technology, production processes, methods, distribution and practical designs of Engineering, among others, have contributed to this development some of the characteristics of metal structures such as: wide field of construction and assembly, prefabrication, and construction fence manufacturing for public and private institutions. Having as conclusions, the use of electrodes and machines must be used according to the material to be treated according to the AWS standard, it must be applied following the indications in such a way that it guarantees the resistance of the structure, complying with the required standards. It is necessary to indicate the importance of the evaluation of the efforts of the structure by means of computerized programs, they give us exact values regarding the efforts.

**Keywords:** Study, Structure, Cover, Manufacturing, Pool.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En el Perú y en nuestra Región de Puno la industria metal mecánica, es de gran importancia. El presente proyecto surge como un aporte para los alumnos y profesionales de Ingeniería y más aún para las obras que se realizan en nuestro Territorio Peruano en lo que se refiere al sector metal mecánica, la metalurgia es el estudio de la composición y las características de los metales, así como de los vínculos entre estos dos aspectos de los materiales. En cuanto se refiere a la metalurgia de la soldadura, en el campo teórico se abordó principalmente sobre las normas y especificaciones técnicas, tanto nacionales como extranjeras se realizó consultas en textos especializados en tecnología del acero procesos de producción, métodos, distribución y diseños prácticos de ingeniería entre otros, Han contribuido a este desarrollo algunas de las características de las estructuras metálicas como: amplio campo de construcción y montaje, prefabricación, y fabricación de cercado de obras para las instituciones públicas y privadas. El ingeniero de soldadura debe tener unos sólidos conocimientos básicos de metalurgia de la soldadura. Tampoco es habitual que los ingenieros se encarguen de decidir qué metal base o aleaciones de metal de aportación para soldadura utilizar o cómo tratarlas. Sin embargo, el conocimiento de los fundamentos de la metalurgia de la soldadura es útil para muchas tareas de inspección que quedan fuera del ámbito del ingeniero de soldadura. Los cambios metalúrgicos que se producen durante la soldadura afectan a las características mecánicas de los metales, como su resistencia, tenacidad, ductilidad, dureza, resistencia a la fatiga y resistencia a la abrasión. Hay muchos aspectos diferentes de la metalurgia de la soldadura, y sería poco realista esperar que pudiéramos abarcarlos todos en un solo artículo. Por ello, nos centraremos únicamente en las alteraciones más importantes que pueden surgir a lo largo del proceso de soldadura.





## 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el Departamento de Puno cada vez es más frecuente que las empresas contratistas y de fabricación metal mecánica requieren profesionales, técnicos en soldadura homologados o mano calificada.

En la actualidad hay un enorme descuido sobre el estudio de estructuras en todas sus formas, Una gran mayoría de los talleres de metal Mecánica en el proceso de fabricación de techos de estructura metálica lo realizan empíricamente, sin el conocimiento de la Ingeniería Estructural y Soldadura (Normas y Reglamentos). En nuestra región de Puno se ha desarrollado con mayor amplitud la metalurgia extractiva pero referente a la metalurgia transformativa existe poco desarrollo se tiene a nivel industrial y tecnológico, no existe estudios de los materiales que se fabrica y estudio referente a estructuras orientados al sector metal mecánica en el que frecuentemente hay cambios en su orientación y aplicación.

Uno de los problemas más resaltante es la fabricación de techos de estructura metálica por la carencia de estudios técnicos. El estudio técnico de techos aligerados depende de la durabilidad y el comportamiento adecuado de una edificación, por otro lado, los techos es parte de la edificación que mayores dificultades presenta en cuanto al diseño y construcción, además de soportar su propio peso o llamado también carga muerta y otros como el cielorraso y otros que pudieran presentarse.

El Presente proyecto plantea el estudio técnico, aplicando la tecnología más adecuada para el techo de estructura en cuanto a costos.



## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Como será el diseño y fabricación de techo de estructura para una Cubierta?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Qué calidad de perfiles y electrodos se debe usar en el diseño y fabricación del techo de estructura?

¿Cuáles son las especificaciones requeridas para el diseño y fabricación de la estructura de piscina?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Dadas las condiciones del surgimiento del país y la creciente industrialización de los últimos años, dando lugar a un notable desarrollo de las construcciones de metal mecánica y a su vez abarcar temas que corresponden al área de la metalurgia transformativa y que algunas instituciones no nos toman en cuenta las Instituciones Públicas y Privadas. Los cuales no consideran a los egresados de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica.

El presente proyecto surge como una contribución para el desarrollo de la actividad industrial, metalmecánica y es un área de la metalurgia transformativa de gran importancia económica en la región, que involucra gran participación social, La actividad metal mecánica en la región tiende a crecer enormemente por diferentes empresas que vienen laborando en nuestra localidad, quienes ejecutan proyectos de la región como de los Instituciones públicas y privadas. Habiendo identificado estas actividades que se realiza un estudio integral de la fabricación del techo de estructura.



## **1.4. OBJETIVOS.**

### **1.4.1. Objetivo general**

Aplicación del diseño y fabricación de techo de estructura para una Cubierta.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Conocer el funcionamiento de la estructura aplicando el dimensionamiento y diseño siguiendo las normas existentes para así mejorar las tecnologías a aplicar.
- Conocer aspectos teóricos relacionados en la fabricación de techo de estructuras metálicas.
- Motivar a los futuros profesionales a la investigación y formación de pequeñas y micro empresas como una alternativa del ejercicio profesional.

## **1.5. HIPOTESIS**

La hipótesis sobre la cual se basa este trabajo es. Teniendo en cuenta la calidad de los perfiles y de los electrodos y con las especificaciones requeridas para el diseño se logrará construir un techo adecuado y a costos aceptables.

Por otro lado, es económicamente rentable llevar a cabo un proyecto de Diseño y fabricación del techo metálico. Logrando así un mayor rendimiento y una mayor eficiencia de esto.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

La vida profesional en cuanto a diseño y fabricación de estructuras requiere de cuidado y precisión por parte del ingeniero, con el fin de que el diseño sea lo más conveniente posible, y que cumpla las especificaciones requeridas. En el siguiente proyecto diseñamos una cubierta metálica para una Piscina, la cual requerirá de la máxima eficiencia para soportar todas las cargas a que pueda verse sometida.

En nuestra Región de Puno no existe ningún proyecto referente al estudio de TECHOS de Estructura, el Proyecto básicamente está desarrollado con estudios de las Empresas, EXSA, OERLIKON, ACEROS AREQUIPA, SIDER PERU, etc. y de las Universidades, CATOLICA DE LIMA, UNI, y Otros,

Aunque C.J. Holslag creó la soldadura AC en 1919, no se puso de moda hasta que el electrodo de revestimiento grueso se convirtió en una práctica común hacia 1930.

En 1929 la Lincoln Electric Company produjo varillas de electrodo revestidas con la ayuda de presión hidráulica para la venta al público por estos años los electrodos recubiertos adquirieron gran popularidad, se redactaron códigos para la soldadura que exigían un metal de aporte de mayor calidad, lo que incremento a su vez el uso de electrodos recubiertos.

La soldadura es de gran importancia en la Construcción de edificaciones tanto en la fabricación de estructuras y ramas afines.



Las estructuras de acero son el tipo de construcción ligera más utilizado en Estados Unidos para edificios como viviendas, fábricas, mercados, coliseos, estadios públicos, centros de ocio públicos, etc. Los edificios con estructura de acero pertenecen a esta categoría.

El acero tiene numerosas propiedades que lo convierten en un buen material de construcción, como su bajo peso, su capacidad para soportar cargas pesadas y su estabilidad frente a cambios climáticos y sísmicos.

Funciona bien para la fabricación en grandes cantidades. Su necesidad de industrialización permite utilizarlo en la construcción de forma que facilite un montaje rápido y sencillo. Sus componentes pueden adaptarse a proyectos o instalaciones singulares gracias a su reducido tamaño, como ocurre con todos los sistemas ligeros.

La soldadura eléctrica se ha generalizado aportando a la Ingeniería un avance elevado permitiendo índices de trabajo elevados.

### **Aceros estructurales en el Perú**

Tanto Sider-Per como Aceros Arequipa S.A. los fabrican en sus respectivas plantas de Chimbote y Pisco. Su palanquilla, material utilizado en la producción de ángulos laminados y varillas lisas, es química y mecánicamente muy comparable al acero ASTM A36.

El límite elástico del acero ITINTEC P. 341-083 producido por Sider-Perú es  $F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ , el esfuerzo de fractura es  $F_u = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , y la ductilidad es de 21% (en probetas de 200 mm); estas propiedades son comparables a las del acero ASTM A36. El acero se suministra en bobinas EG-24 o en placas PGE-24.



Con relación a los productos no planos, en el Perú se laminan ángulos hasta 4 pulgadas, de lados iguales, canales pequeños y varillas lisas; se manufacturan tubos electrosoldados hasta de 4 pulgadas y la fabricación de perfiles estructurales soldados de acuerdo a las normas ITINTEC 341 – 154.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Estructura metálica**

Es la superficie superior de una cubierta, normalmente el termino se aplica a una superficie plana o cóncava sostenida por vigas, dichas vigas son de material metálico unido mediante soldadura.

Las Estructuras son destinadas al uso en la industria metal mecánica, mecánica, minera, etc. Por la resistencia de la misma.

### **2.2.2. Tipos de techos**

#### **2.2.2.1. Techos en Arcos**

Los techos en arco son recomendables aquí para nuestra zona donde Habitamos lo cual son livianos y soporta cargas mayores por las Inclemencias del tiempo de nuestro territorio. Lo cual es sostenido por un tensor con el propósito de no rendirse.

#### **2.2.2.2. Techos Planos**

Aunque los tejados planos o de poca pendiente son los más cómodos de construir, deben evitarse en las zonas más húmedas. Debe tener al menos un 4% de pendiente para que el drenaje sea eficaz. Se necesitan soportes más grandes para los tejados de pendiente baja o planos, ya que también deben soportar el peso del revestimiento del edificio.



### **2.2.2.3. Techo de una Agua.**

Las cubiertas a un agua son económicas, fáciles de instalar y flexibles, por lo que resultan ideales para ampliar o remodelar un edificio existente.

Los tejados monocapa suelen construirse utilizando una de dos técnicas estructurales.

- Sistemas a base de largueros.
- Sistemas de cerchas.

### **2.2.2.4. Techos de dos Aguas.**

Las casas y otras estructuras de sección rectangular o cuadrada suelen tener tejados a dos aguas. Para construirlas se pueden utilizar los siguientes sistemas estructurales (Howard 1994)

- Largueros inclinados y tirantes.
- Largueros apoyados sobre una viga
- Cabriadas o cerchas.

## **2.2.3. El acero para las estructuras**

### **2.2.3.1. Definición del acero**

“El acero es un metal con una larga historia de desarrollo y amplio uso; es una aleación de hierro y carbono con un porcentaje de carbono inferior al 2,11% y elementos de aleación que le confieren características mecánicas particulares para su uso en la industria. El hierro fundido es hierro al que se le ha eliminado más del 2,11% de carbono durante el proceso de fabricación”. (Howard 1994)



El acero debe poder forjarse, soldarse y endurecerse. El proceso de producción del acero tiene por objeto disminuir su contenido de carbono y la presencia de aleaciones de hierro. El refinado se refiere a los procesos de inyección de oxígeno, Siemens-MMartin y técnicas eléctricas mediante los cuales el hierro bruto se transforma en acero.

#### **2.2.4. Clases de acero**

##### **2.2.4.1. Aceros Calmados**

“A estos aceros se les ha eliminado la mayor cantidad de oxígeno de sus gases de solidificación. Se trata de un acero de alta soldabilidad, por lo que puede soportar las elevadas tensiones internas que se producen al soldar chapas y perfiles gruesos”. (Howard 1994)

##### **2.2.4.2. Aceros Semi - calmados**

Estos aceros se han templado sólo hasta la mitad. Con ellos se pueden fabricar perfiles estructurales, barras y chapas.

##### **2.2.4.3. Aceros Efervescentes**

Son aceros débilmente desoxidados presentan una alta degradación de elementos.

##### **2.2.4.4. Aceros Estructurales**

Son aceros adecuados para resistir esfuerzos los que deben seguir cuidadosamente las indicaciones de las Normas de fabricación correspondientes.

#### **2.2.5. Propiedades del acero**

- Color: Blanco Azulado.
- Peso Específico: 7,87.





- Temperatura de Fusión: 1539°C.
- Es dúctil y maleable.
- Buenas propiedades mecánicas.
- Es buen conductor de la Electricidad.
- Otras propiedades tecnológicas son decisivas a diversos elementos de aleación.

**Cromo:**

Mejora las propiedades mecánicas, como la resistencia a la tracción, la elasticidad, la tenacidad a la fractura y la resistencia al calor y a la corrosión.

**Manganeso:**

Hace al acero más resistente al desgaste, reduce sus propiedades a mecanizado.

**Níquel:**

Actúa afinando los granos y comunica al acero tenacidad, resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

**Silicio:**

Proporciona elasticidad.

**Vanadio y Molibdeno:**

Proporciona dureza y resistencia al calor.

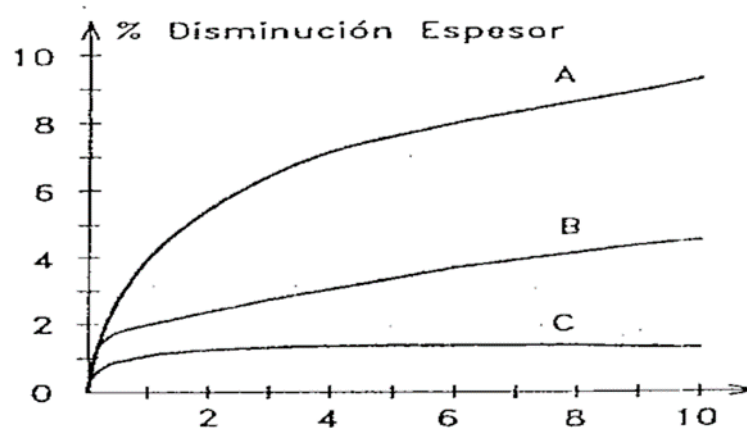
**Tungsteno:**

Hace al acero tenaz, resistente a la corrosión y al calor.

**2.2.6. Resistencia a la corrosión del acero**

El envejecimiento y la corrosión del acero estructural, que provocan un cambio en sus características y una pérdida de su grosor original, se citan a menudo como uno de los principales inconvenientes de este material. Para evitarlo

se emplean capas de pintura galvanizada, etc. Gracias a ello, la estructura de acero puede mantenerse y utilizarse durante más tiempo.



**Figura 1.** Gráfico comparativo de durabilidad de los aceros contra la corrosión.

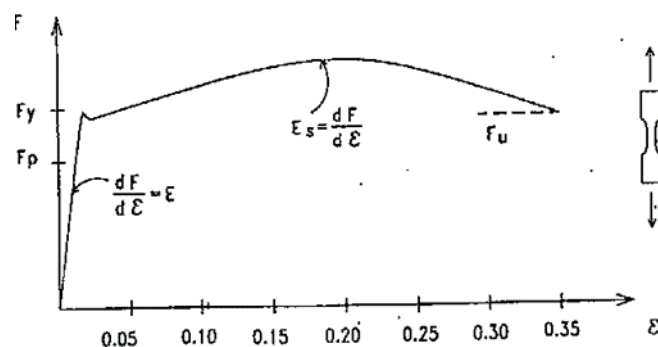
A: Acero Estructural al carbono

B: Acero Estructural al carbono más cobre

C: Acero Aleado (Cr -Si - Cu - P).

### 2.2.7. Propiedades físico – mecánicas del acero estructural.

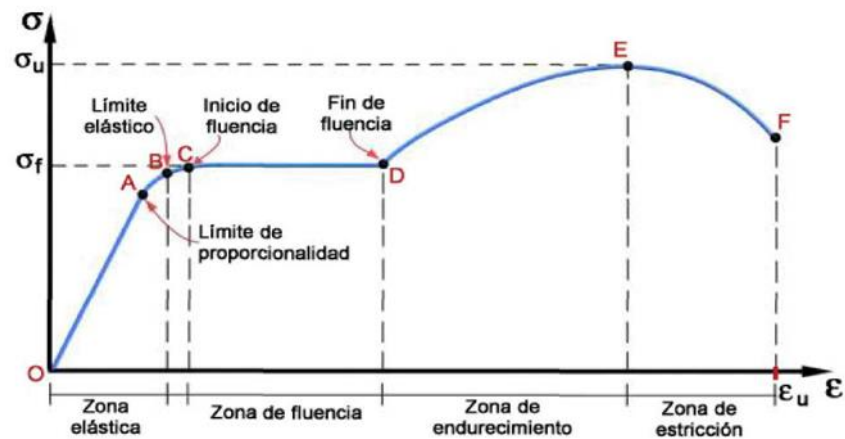
“La normalización de un ensayo de tracción sobre una probeta es crucial para conocer las características del comportamiento del acero en términos de resistencia y deformación. Los resultados de un ensayo de tracción y de un ensayo de compresión serán bastante comparables. Este tipo de ensayo es único porque los resultados se obtienen a temperatura ambiente y a baja velocidad”. (Meal 1994)



**Figura 2.** Curva Esfuerzo unitario vs. Deformación unitaria

$F$  = Esfuerzo unitario

$\varepsilon$  = Deformación unitaria



**Figura 3.** Curva esfuerzo unitario vs deformación unitaria

### Las propiedades más importantes son:

Punto de Fluencia:  $F_y$  cuando no quedan tensiones residuales en la probeta y se rompe la proporcionalidad entre tensión y deformación. En este intervalo de tensiones unitarias, los aceros estructurales presentan una relación constante entre tensión y deformación.

Límite de Proporcionalidad: “ $F_p$ . Al ensayar aceros no tratados térmicamente (recocidos), se ha demostrado que la proporcionalidad se pierde antes del límite elástico. Esto se debe a la existencia de las llamadas tensiones residuales, que se crean en el elemento al enfriarse después del laminado en caliente, y que hacen que el material se deforme fuera de su forma. El comportamiento previsto de la probeta se modifica cuando las tensiones residuales, que pueden ser de compresión o de tracción, se añaden algebraicamente a las tensiones de ensayo”. (Meal 1994).



Resistencia a la fractura:  $F_u$ , el esfuerzo de falla de la probeta

$F_u = 58 \text{ Ksi}$  para Acero A36,  $F_u = 4080 \text{ Kg/cm}^2$

Ductilidad: La capacidad del acero para doblarse considerablemente antes de romperse es una característica distintiva del material.

Módulo de Elasticidad:  $E$ , Diagrama elástico tensión-deformación. La conexión entre tensión y deformación. Los aceros de todos los grados y aleaciones tienen una característica definitoria universalmente aceptada: un módulo elástico de  $E = 29500 \text{ Ksi}$  ( $2100000 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Modulo en la Zona de endurecimiento por Deformación: Alrededor de 490.000 kilo-centímetros Este endurecimiento explica el aumento de resistencia observado en los componentes de acero fuera de la zona plástica.

Tenacidad del acero: Capacidad de absorber fuerza; cuantificada por la región envolvente de la curva tensión-deformación.

## 2.2.8. Descripción del diagrama hierro carbono

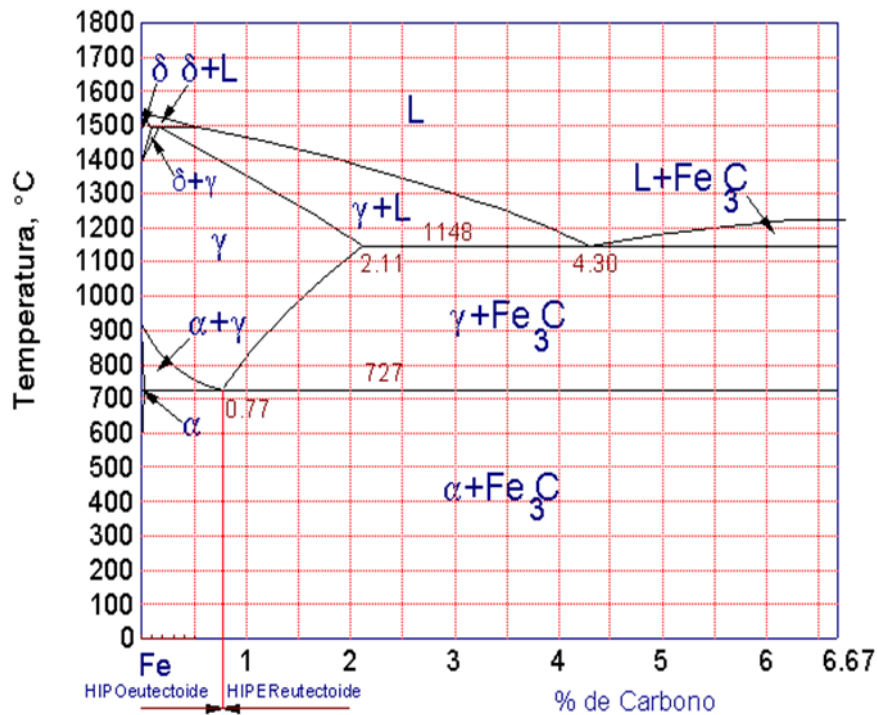


Figura 4. Descripción del diagrama hierro carbono

## 2.2.9. Tipos de aceros

“Las aleaciones Fe-C pueden incluir entre tres y once elementos distintos, como ferrita, cementita, perlita, austenita, martensita, troostita, sorbita, bainita, ledeburita, esteadita y grafito”.

## 2.2.10. Procesos de obtención del acero.

### 2.2.10.1. Aceros en Convertidor a oxígeno

Estos aceros se fabrican exponiendo el arrabio bruto al oxígeno durante el proceso de refinado. En teoría, los procesos basados en el oxígeno son similares a los procesos BESSEMER y Thomas, y las reacciones son las mismas con las siguientes excepciones:

- Empleo exclusivo de Oxígeno, por consiguiente, ausencia del Nitrógeno.



- Soplado en la superficie del Baño por medio de una lanza metálica enfriada por agua.

El más conocido es el LD siendo aproximadamente el 70% de todos los aceros se obtienen por el procedimiento de inyección de oxígeno ya que es bastante económico que otros procedimientos.

El convertidor de acero al oxígeno se carga con chatarra, aditivos y hierro bruto líquido o esponja de hierro. “El oxígeno a sobrepresión se introduce en el caldo mediante una lanza enfriada en agua. A medida que el carbono y los amigos del hierro se oxidan, se genera una gran cantidad de calor; para contrarrestarlo, se agita el caldo a gran velocidad y se añade chatarra fría. El resultado son los aceros al oxígeno, a menudo conocidos como aceros de inyección de oxígeno”.

#### **2.2.10.2. Procedimiento Siemens – Martín**

La técnica Siemens-Martin es revolucionaria porque permite producir acero de alta calidad a partir de materiales de desecho.

El horno Siemens-Martin es un horno de cuba de llama fija. El proceso consiste en combinar chatarra de acero con hierro bruto y cal para crear escoria, que representa el 70% del volumen total. Para alcanzar la temperatura de fusión y oxidación de 1800 oC, todo el aire necesario para la combustión debe precalentarse a 1100 oC mediante una llama muerta de gas o aceite.

Los gases de combustión se utilizan para calentar las cámaras de precalentamiento, donde tiene lugar el proceso de precalentamiento.



Añadiendo elementos de aleación (Cr, Ni y otros) antes del proceso de fusión de los aceros de baja aleación, se consigue una excelente mezcla durante el proceso de refinado con un exceso de oxígeno para la creación de CO y la fusión de la masa fundida.

### 2.2.10.3. Procedimiento en Horno Eléctrico

Los procedimientos de refinado eléctrico producen aceros finos, especialmente aceros muy aleados. El acero se refina en un horno eléctrico tras ser alimentado desde un convertidor, como un Siemens Martin, y se le añaden los componentes de aleación necesarios.

En el proceso de horno eléctrico se utiliza la acción del calor generado por una corriente eléctrica. Como no hay llama de gas que emita azufre y se utiliza chatarra de alta calidad y acero refinado como cargas, el calor generado es puro.

Los electrodos de un horno de arco se calientan mediante una corriente eléctrica, que hace saltar un arco desde las varillas de carbono hasta la sustancia que se está fundiendo. Se consigue un calentamiento rápido con un control preciso de la temperatura. Las aleaciones de tungsteno son concebibles porque pueden obtenerse temperaturas de fusión de hasta 3800° C.

**Tabla 1.**  
*Análisis del horno eléctrico*

Elementos	Convertidor a	Proceso S.	Proceso
Elementos	Oxígeno%	Martín%	Eléctrico%
P	0,010 – 0,050	0,005 – 0,015	0,005 – 0,0020
S	0,010 – 0,030	0,015 – 0,030	0,005 – 0,020

Se utilizan aceros al carbono:

**Tabla 2.**  
*Clasificación de los Aceros*

Aleación	%C	Soldadura	Usos
Aceros de bajo carbono	0.05-0.3	Cualquier proceso: Arco eléctrico, Presión, Puntos a Gas, Al Horno.	Estructurales (Puentes, etc.)
Aceros de mediano Carbono	0.3-0.45	Arco metálico, arco Sumergido, presión, Puntos a gas, al horno.	Ejes, Engranajes, Piñones, etc.
Aceros de alto carbono	0.45-0.9	Arco metálico protegido	Resortes, Brocas, Sierras, etc.
Aceros para herramientas	0.9-1.5		Herramientas de corte, matrices, etc.

### 2.2.11. Selección del tipo de acero usado en la estructura.

Se selecciona el acero debajo carbono o aceros estructurales ASTM, utilizados satisfactoriamente en fabricación de puentes, galpones, techos, tanques y otros.

**Tabla 3.**  
*Selección de acero debajo del carbono*

ASTM	Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufr	Silicio
A36	0.25-0.29	0.8-1.2	0.04	0.05	0.15-0.4
A283			0.4	0.05	0.15-0.3
A515	0.2-0.33	0.9	0.035	0.04	0.15-0.3
A516	0.18-0.26	0.6-1.2	0.035	0.04	0.15-0.3

Fuente: Manual de Soldadura de Oerlikon 1996.

#### 2.2.11.1. Criterios de selección.

Grano fino, gran resistencia, resistencia a los choques, gran ductilidad y tenacidad; al corte en frío, se observan virutas más dúctiles y continuas, y al rectificado, se desprende una chispa.

Las ventajas de soldabilidad descrita posteriormente.



Resistencia a la tracción de 2400 kg/mm<sup>2</sup> que está dentro de los límites permisibles del ensayo de tensión y coeficiente de resistencia  $K=4615\text{Kg/mm}^2$ .

La selección de medidas es descrita en el diseño estructural.

### 2.2.12. Aceros estructurales

Denominación: L A36.

- **Descripción:** pieza de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas paralelas de la misma longitud.
- Usos: El acero se utiliza en una gran variedad de aplicaciones industriales y comerciales, como la construcción de edificios, almacenes, tejados de grandes luces, barcos, carrocerías de automóviles y torres de transmisión. Puertas, ventanas, rejas, etc. son productos que se benefician de su uso en la producción.

- **Normas técnicas:**

Sistema Inglés: ASTM A36 / A36M - 96.

Sistema Métrico:

Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M - 96. Tolerancias

Dimensionales: ISO 657/V - 1976 (E).

#### Tabla 4.

Requerimientos químicos (%):

CALIDAD	COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)			
	C máx	Si máx.	P máx.	S máx.
ASTM A36	0.26	0.40	0.040	0.050

#### Propiedades mecánicas

- Límite de Fluencia mínimo = 2530 kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a la Tracción= 4080 - 5620 kg/cm<sup>2</sup> (\*).



- Alargamiento en 200 mm, espesores:
- 2.5mm, 3.0mm y 1/8"= 12.5 % mínimo
- 4.5 mm = 14.5 % mínimo
- 3/16" = 15.0 % mínimo
- 6,0 mm = 17.0 % mínimo
- 1/4" = 17.5 % mínimo
- Soldabilidad = Buena soldabilidad.

(\*) Para espesor de 2.5mm la resistencia a la tracción mínima es de 3500kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5.**  
*Dimensiones y pesos (sistema inglés)*

DIMENSIONES	PESO ESTIMADO			DIMENSION	PESO ESTIMADO		
(pulg)	Lb/pi	kg/m	kg/6m	(pulg)	lb/p	kg/m	kg/6m
	<b>e</b>				<b>ie</b>		
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.23	1.83	10.983	2 x 2 x 3/8	4.7	6.994	41.966
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1.8	2.679	16.072	2 1/2 x 2 1/2	3.07	4.569	27.412
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2.34	3.482	20.894	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4.1	6.101	36.609
1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	1.44	2.143	12.858	2 1/2 x 2 1/2	5	7.441	44.645
1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	2.12	3.155	18.929	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.9	8.78	52.681
1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	2.77	4.122	24.733	3 x 3 x 1/4	4.9	7.292	43.752
2 x 2 x 1/8	1.65	2.455	14.733	3 x 3 x 5/16	6.1	9.078	54.467
2 x 2 x 3/16	2.44	3.631	21.787	3 x 3 x 3/8	7.2	10.715	64.289
2 x 2 x 1/4	3.19	4.747	28.483	3 x 3 x 1/2	9.4	13.989	83.932

**Tabla 6.**  
*Sistema métrico*

DIMENSIONE	PESO ESTIMADO		DIMENSIONE	PESO ESTIMADO	
S	kg/m	kg/6m	S	kg/m	kg/6m
(mm)			(mm)		
20 x 20 x 2.5	0.736	4.416	25 x 25 x 6.0	2.07	12.42
20 x 20 x 3.0	0.871	5.226	30 x 30 x 2.5	1.128	6.768
25 x 25 x 2.5	0.932	5.592	30 x 30 x 3.0	1.341	8.046
25 x 25 x 3.0	1.106	6.636	30 x 30 x 4.5	1.959	11.754
25 x 25 x 4.5	1.606	9.636	30 x 30 x 6.0	2.541	15.246



## 2.2.13. Ensayos y resistencia de materiales.

### 2.2.13.1. Ensayos

Para elegir el mejor material, hay que conocer sus aspectos técnicos, como su composición física y química, maleabilidad, homogeneidad, resistencia mecánica, mecanizabilidad, etc.

Según el fin se distinguen:

**Ensayos técnicos:** Destinadas a regular la producción para garantizar el cumplimiento de criterios predeterminados. Se aplican en los laboratorios a lo largo de todo el proceso de producción. Deben ser rápidos y fáciles de poner en práctica y, al mismo tiempo, precisos, fiables y considerados.

**Ensayos científicos:** Deben ser muy precisos, fiables y sensibles, aunque la velocidad es menos necesaria. Su objetivo es:

Es esencial comprender la composición química, los métodos de producción y las alteraciones estructurales de un material.

Innovar mejores procedimientos de ensayo o idear otros totalmente nuevos.

Examinar científicamente los componentes rotos para saber por qué se rompieron y cómo evitar esos fallos en el futuro. Buscar datos de resistencia para utilizarlos como referencia. Los ensayos destructivos se utilizan para lograr todos estos objetivos basándose en:



La investigación científica sobre la composición química del material y su resistencia a los agentes químicos. Pruebas de corrosión: examinan la resistencia de un material a diversos productos químicos.

Metalográficos: utilizan microscopios para determinar la estructura del material y el historial de tratamientos térmicos y mecánicos.

Para conocer las características físicas y físico-químicas del material, primero hay que identificar los defectos intrínsecos, como las heterogeneidades. Esta categoría incluye métodos de ensayo destructivos y no destructivos.

**Mecánicos: son destructivos y tienen por misión:**

- Debe estar familiarizado con las resistencias a la tracción y a la compresión de diversos materiales. En este juego se incluyen los siguientes:
  - Ensayos estáticos.
  - Ensayos con tensiones múltiples.
  - Ensayos de dureza.
  - Ensayos dinámicos.
  - Ensayos de duración.
  - Ensayos tecnológicos.
- Determinar las tensiones que se desarrollan en piezas terminadas o en prototipos reducidos, cuando se someten a esfuerzos análogos.

### 2.2.12.2. Resistencia de materiales

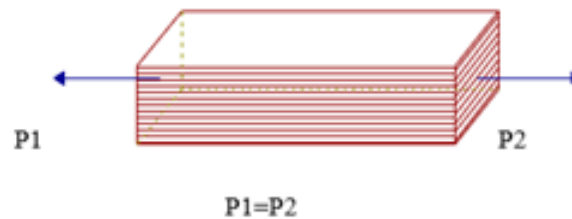
La resistencia de materiales es la parte de la mecánica que se resuelve por formulas, las dimensiones de los sólidos para resistir diferentes cargas o esfuerzos.

### 2.2.12.3. Clases de resistencia

Resistencia a la Tracción, Compresión, Cortadura, Flexión, Tensión Transversal, Torsión, Pandeo.

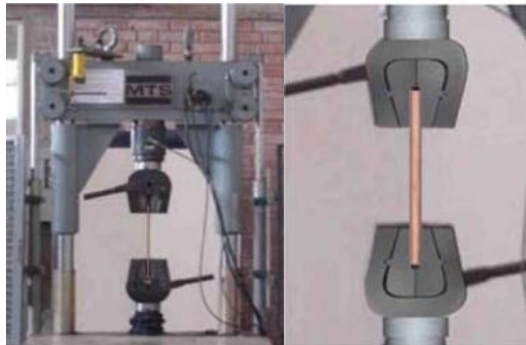
### 2.2.12.4. Resistencia a la tracción

Un cuerpo está sometido a tracción cuando actúa sobre dos fuerzas iguales y en sentido contrario.



**Figura 5.** Resistencia la tracción

Si las fuerzas de tracción que actúan sobre un cuerpo son suficientemente fuertes, éste se alargará a lo largo de la dirección de la fuerza, separándose las caras perpendiculares a las fuerzas y acercándose las caras paralelas a las fuerzas.



**Figura 6.** Resistencia a la compresión

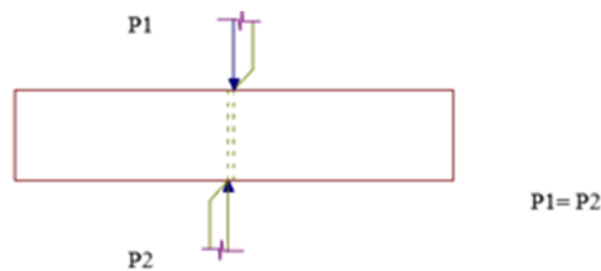
### 2.2.12.5. Resistencia a la compresión

La compresión se produce cuando un cuerpo está expuesto a dos fuerzas iguales pero opuestas.

La compresión provoca el acortamiento de un cuerpo si las fuerzas ejercidas son lo suficientemente fuertes como para que las caras perpendiculares a las presiones se combinen y las caras paralelas a las fuerzas se dividan.

### 2.2.12.6. Resistencia a la cortadura

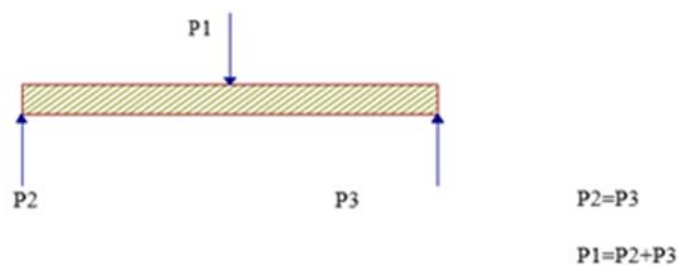
Cuando dos fuerzas paralelas e iguales actúan sobre un cuerpo con muy poco espacio entre ellas, el resultado es el cizallamiento.



*Figura 7.* Resistencia a la cortadura

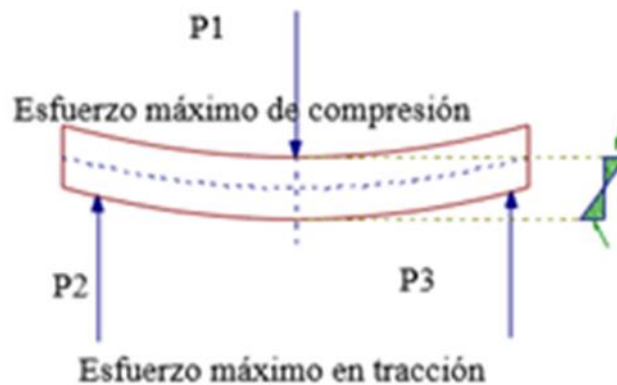
### 2.2.12.7. Resistencia de flexión

Cuando tres fuerzas inciden sobre un cuerpo en una configuración determinada -dos en ángulo recto y una en el centro en dirección opuesta-, el cuerpo se dobla.



*Figura 8.* Resistencia a la flexión

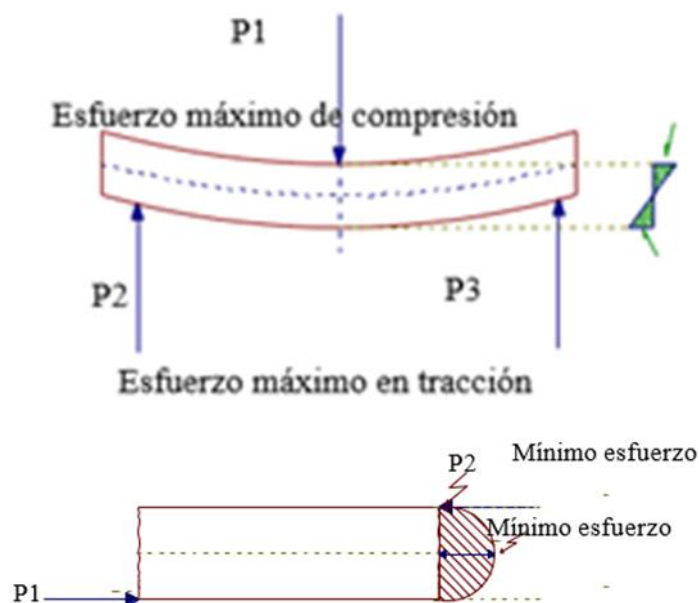
Cuando se dobla una barra, se aplican tensiones de tracción y cizallamiento (a veces transversales).



**Figura 9.** Esfuerzo a la tracción

La fibra es neutra en el centro, no experimenta ni compresión ni tensión, ya que su mitad superior está comprimida y su mitad inferior está extendida en la barra.

Cuando se carga una viga, las mitades superior e inferior ejercen presiones opuestas, provocando una deformación transversal, o desgarro, en el alma.

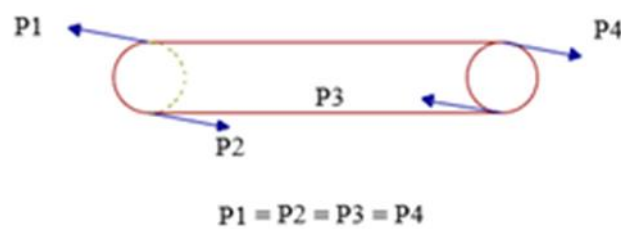


**Figura 10.** Esfuerzo máximo a la compresión

Por ello, las secciones laminadas deben construirse para soportar la deformación transversal cuando la viga tiene una luz corta y una carga máxima, lo que provoca que el alma se abolla y la tensión se concentra en el centro de la viga.

#### 2.2.12.8. Resistencia a la torsión

La torsión se produce (en un escenario) cuando dos conjuntos de fuerzas actúan en direcciones opuestas sobre el mismo cuerpo



*Figura 11.* Resistencia a la torsión

La torsión hace que las partes de un cuerpo giren en sentido contrario a las agujas del reloj, lo que provoca tensiones de cizallamiento.

#### 2.2.12.9. Resistencia al pandeo

Debido a su gran longitud y estrecha anchura Si presiona un cuerpo, acabará por doblarse.



*Figura 12.* Resistencia al pandeo





## **2.2.14. Procedimientos de corte y plegado.**

### **2.2.14.1. Corte al frío**

Para este proceso se utiliza la operación de cizallado que consiste en dos cuchillas móviles que se mueven pasando uno junto a la otra. En la operación la plancha de metal se deforma plásticamente con tanta intensidad que llega a romperse, en las superficies en contacto con las cuchillas.

### **2.2.14.2. Corte con oxiacetileno**

Transcurre del siguiente modo: una mezcla de oxígeno y gas sale a través de los canales 1 de la boquilla exterior y al quemarse forma la llama de calentamiento 3. Con esta llama se calienta el metal y luego por el canal 2 de la boquilla interior se suministra el oxígeno en cuyo chorro el metal se funde, la combustión se extiende a todo el espesor del metal 4, quemando una ranura pasante 5 a través de la cual el chorro cortante de oxígeno 7 sale al exterior.

### **2.2.14.3. Corte con plasma**

El corte se realiza creando un arco entre electrodo de tungsteno y el metal que se corta. El electrodo se sitúa dentro de la boquilla de cobre con enfriamiento de agua, por donde se trasmite gas bajo presión, al salir de la boquilla del gas oprime el chorro del arco dando le una forma alargada la excitación del arco entre el electrodo y el metal que se corta se realiza por medio de un arco auxiliar (de turno) que arde el electrodo y la boquilla.



Desde la fuente de alimentación. La corriente se trasmite a la boquilla a través de la resistencia auxiliar. El oscilado asegura la combustión estable del arco.

#### **2.2.14.4. Plegado**

Los materiales plásticamente maleables pueden doblarse o plegarse a temperatura ambiente o cuando se calientan. No se pierde material durante el proceso de formación; en otras palabras, no hay separación. La información sigue completamente intacta. Este método se utiliza para modificar material plano, alambre, tubos, etc.

#### **2.2.15. Soldadura y medios de union sin soldadura**

##### **2.2.15.1. Medios de unión sin soldadura.**

Remaches: Son piezas de unión compuestas por 2 cabezas que pueden ser esféricas o troncocónicas. Los tipos pueden ser:

- Remaches combinados semiesféricos y troncocónicos.
- Remaches de 2 cabezas troncocónicos.
- Remaches combinados semiesféricos y troncocónicos.

**Su longitud está determinada por:**

$L = \text{espesor} + 1.5 \text{ diámetro (cabeza esférica)}$ .

$L = \text{espesor} + 0.75 \text{ diámetro (cabeza semiesférica)}$

Tornillos: Son piezas compuestas por tornillos cilíndricos y una cabeza hexagonal o troncocónica.

##### **2.2.15.2. Soldadura**

La soldadura es una técnica utilizada en ingeniería para unir piezas metálicas mediante calor, presión o una combinación de estos factores, a

menudo junto con un metal de aportación cuyo punto de fusión es inferior al de los metales que se sueldan.

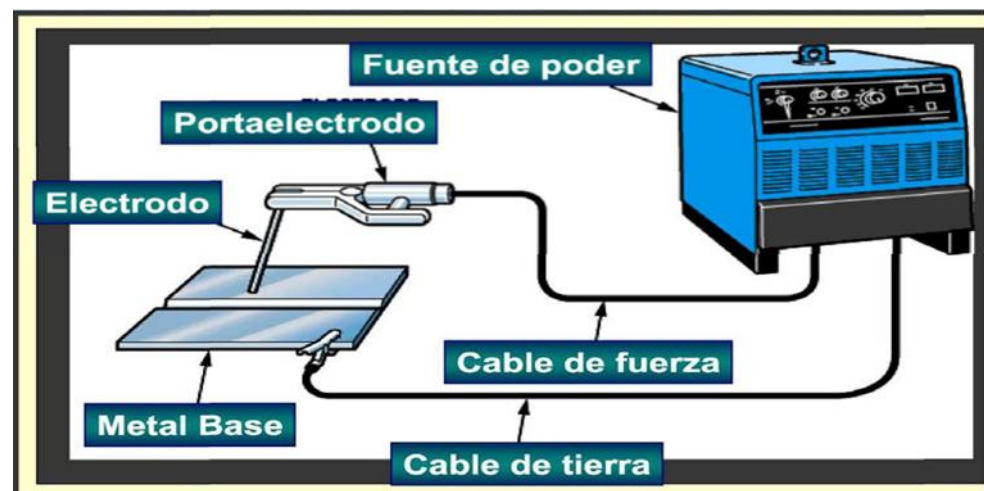
**Tabla 7.**

*Composición química del acero soldable*

Elemento	Rango Normal (%)	Porcentaje que requiere cuidado especial
Carbono	0.06- 0.25	0.35
Manganeso	0.35- 0.80	1.40
Silicio	0.100 máx.	0.30
Sulfuro	0.035 máx.	0.05
Fósforo	0.030 máx.	0.04

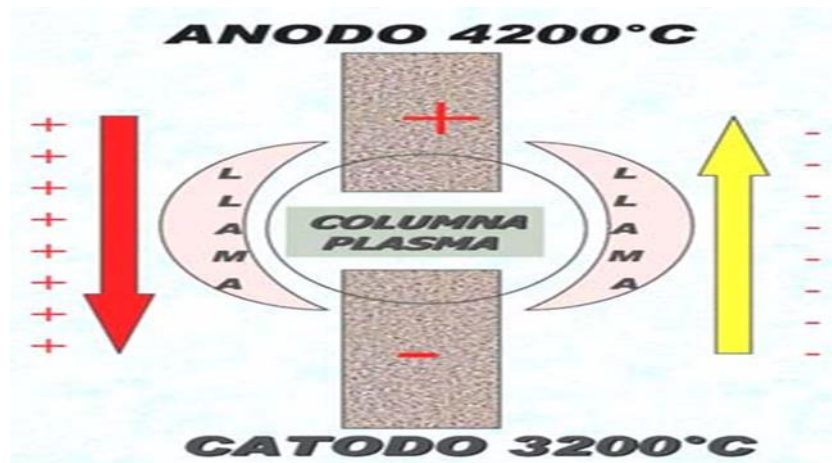
### 2.2.15.3. Soldadura por arco eléctrico manual

“La soldadura manual por arco eléctrico es un procedimiento de soldadura en el que la superficie del metal base en la unión de soldadura se calienta por la coalescencia producida por el arco eléctrico formado en el extremo del electrodo revestido”.



*Figura 13.* Esquema de proceso de soldadura

#### 2.2.15.4. Arco eléctrico



*Figura 14.* Características de fuente de poder

#### **Características - fuente de poder**

- Tipo de corriente: Alterna / Continua.
- Voltaje en vacío.
- Ciclo de trabajo.
- Capacidad de corriente: Amperaje (min/ máx).
- Tipo de regulación: Electrónica/ Eléctrica/Combustión
- Red: Monofásica / Trifásica.
- Funciones adicionales: Fuerza de arco y Hot Start.
- Condición fundamental: Amperaje Constante

#### 2.2.15.5. Características del proceso por arco eléctrico

Para una buena soldadura podemos resumir las siguientes características:

- El arco debe iniciarse transformando la tensión de red en tensión en vacío.
- Una vez iniciado el arco, la tensión en vacío debe transformarse automáticamente en tensión de funcionamiento.

- En función del grosor y del diámetro de la pieza, de la posición de trabajo, del diámetro del electrodo, etc., la intensidad de la corriente debe ser regulable.
- Mantenga un arco constante asegurándose de que la electricidad fluye siempre.

### **Máquinas de soldar con arco eléctrico.**

Se utilizan diferentes criterios para clasificar los equipos de soldadura. Se aplicará el siguiente sistema de organización:

a. Máquinas estáticas: Son máquinas en las que ninguna pieza está en constante movimiento; en raras ocasiones puede haber un ventilador.

Pueden desglosarse en:

- Los equipos de soldadura del tipo transformador generan corriente alterna.



*Figura 15.* Máquina tipo transformador

**Maquinas tipo Rectificador:** Para soldar, estas máquinas necesitan rectificadores que conviertan la electricidad de corriente continua en corriente alterna a través de transformadores.



*Figura 16.* Maquina tipo rectificador

*Equipos Transformador y Rectificador:*

Proporcionan corriente continua y alterna para soldar.



*Figura 17.* Equipo transformador y rectificador

**b. Máquinas Rotativas:** La dinamo recibe del motor la velocidad necesaria y, a su vez, genera la corriente eléctrica requerida.

Se sub. Clasifican en:

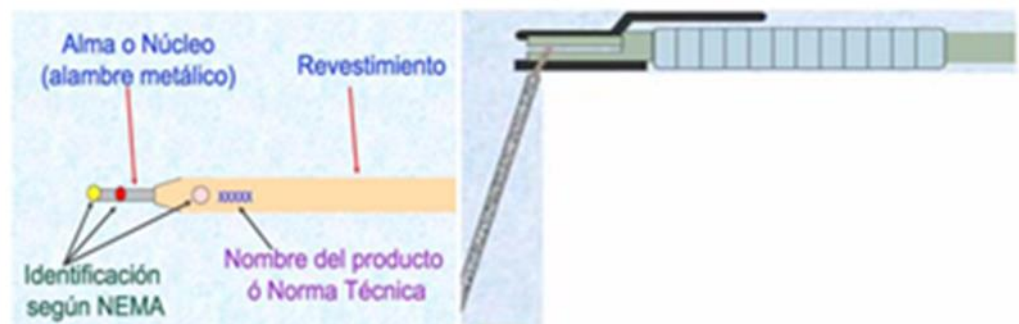
- Eléctrico: Funcionan con corriente eléctrica proveniente de una red general de Electricidad.



*Figura 18.* De combustión: a gasolina o petróleo.

#### 2.2.15.6. Tipos de electrodos

- Electrodos desnudos: Uniones de poca responsabilidad. (aceros dulces), para posición plana y el depósito presenta malas características mecánicas.
- Electrodos Revestidos



*Figura 19.* Partes del electrodo

#### 2.2.15.7. Funciones del revestimiento

- Función Eléctrica
- Función Metalúrgica
- Función Mecánica o Física

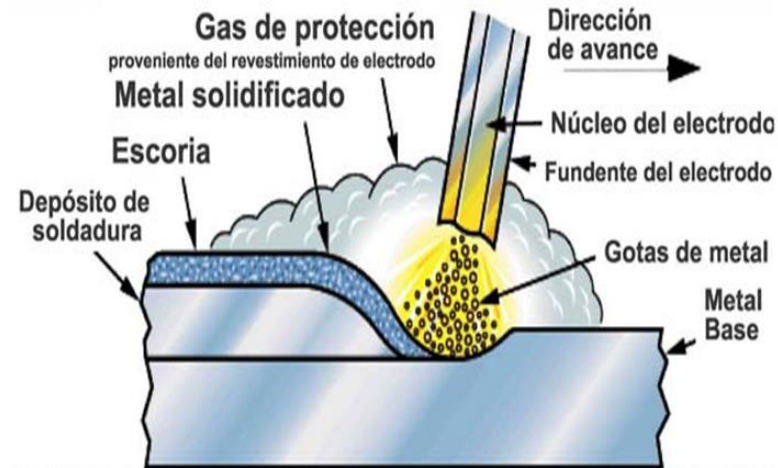


Figura 20. Funciones de revestimiento

### 2.2.15.8. Tipos de revestimientos

Celulósico Rutílicos: Medio y grueso

Hierro en Polvo: Ácidos Básicos de bajo hidrogeno

Mixtos.

### 2.2.15.9. Electrodo estructurales

Tabla 8.

Electrodos estructurales

ELECTRODO Propiedades mecánicas	COMP. QUÍMICA(%)	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES	TIPO DE CORRIENTE Y AMPERAJE
---------------------------------------	---------------------	--------------------------------	------------------------------------

Tabla 9.

Celulósicos

CELLOCORDP AWSE6010 DINE4332C4 Ft=65-80ksi.Fy>52ksi ELONGACIÓN EN 2" 22-30%Ch V(+20°C)>80J	C=0.08-0.15 Mn=0.40-0.60 Si=0.18-0.25 P =0.01 S =0.01	Poder de penetración superior, especialmente al soldar verticalmente hacia arriba Soldadura en muchas pasadas en estructuras de acero al carbono Construcciones de acero al carbono con muchas pasadas Cordones sin abultamiento y con poca escoria Construcción de camas, mesas y conductos de aire Las juntas a tope indican una penetración eficaz en la primera pasada. Uniones para tubos de acero con bajo contenido	c.c.(+) Ø2.5mm = 50-80 Ø 0.25mm=80-130 Ø4.00mm=100-170 Ø5.00mm=140-230 Ø6.30mm=190-370
CELLOCORDAP AWSE6011 DINE4332C4 R=65-80 ksi.Fy>52ksi ELONGACIÓN EN 2" 22-30%Ch V(-20°C)>60J	C =0.08-0.15 Mn= 0.40-0.60 Si-0.18-0.25 P =0.01 S =0.01	Fuerza de penetración intensa y uniforme, perfecta para c.c. o c.a. Se utiliza para soldadura a tope en pasadas de raíz. Utilizada para la unión de piezas metálicas en carpintería y otros trabajos metálicos. Fabricación de tuberías, tanques y depósitos para su uso en la construcción naval.Posiciones: P,H,Sc,Va	c.c.(+) o c.a. Ø 2.5 mm =50-80 Ø 3.25 mm = 80 -110 Ø 4.00 mm. = 115 -150 Ø5.00 mm=150-170 Ø6.30mm=190-370
CELLOCORD70 AWS E 7010-A1 Ft=75-80ksi.Fy>58ksi ELONGACIÓN EN 2°=18-25%Ch V (+20°C)>80J	C=0.12 Mn=0.60 Si=0.4 Mo=0.55 P =0.01 S =0.01	La soldadura de aceros de alta resistencia utiliza estos Se utiliza para unir aceros al molibdeno. compuestos que contienen molibdeno. Tipos SAE 4040, 4047, etc. Soldadura para gasoductos y oleoductos, tanques de almacenamiento, calderas y otras aplicaciones industriales. Posiciones: P,H,Sc,Va	c.c.(+)OC.a Ø2.5mm=60-90 Ø3.25mm=75-130 Ø4.00mm=90-180 Ø5.00mm=140-220 Ø6.30mm=190-325



**Tabla 10.**  
*Celulósicos especiales*

<p><b>CELLOCORD P-T</b> AWSE6010 DINE4332C4R=62-68ksi,Fy&gt;52ksi ELONGACIÓN EN 2" &gt;22% Ch V(+20°C)&gt;80J</p>	<p>C =0.05-0.09 Mn=0.42-0.70 Si =0.03m</p>	<p>Electrodo con penetración uniformemente profunda. Perfecto para pasadas de raíz en oleoductos. Especialmente adecuado para soldadura de polaridad directa en posición vertical descendente. Tuberías para el transporte de petróleo según las normas API 5L, X 42, X 46 y X 52 Estructuras bajo presión, como tanques de almacenamiento y tuberías. Posiciones: P.H.Sc.Va.Vd</p>	<p>C.C.(+)6(-) Ø3.25mm=85-130 Ø4.00mm=140-175</p>
<p><b>CELLOCORD70-T</b> AWSE7010-A1 Ft=70-79ksi,Fy&gt;58ksi ELONGACIÓN EN 2" &gt;26% Ch V(+20°C)&gt;80J</p>	<p>C =0.05-0.09 Mn=0.42 - <b>0.70</b> Si =0.3max Mo=0.45 P =0.025max S =0.025max</p>	<p>Se utiliza en la segunda pasada, más caliente, de la instalación de tuberías a presión. Elimina la escoria y las huellas dejadas por la pasada anterior. Para unir aceros al molibdeno de baja aleación durante la soldadura. Contenido de carbono inferior al 0,3% en aceros de baja aleación. Los siguientes tipos de tuberías de petróleo API5LX42, X45, X52</p>	<p>C.C.(+) Ø4.00mm=100-190 Ø5.00mm=140-230</p>
<p><b>CELLOCORD 70-GT</b> AWSE7010-G Ft=70-79ksi,Fy&gt;58ksi ELONGACIÓN EN 2"&gt;24% Ch V(+20°C)&gt;80J</p>	<p>C =0.05-0.09 Mn=0,42-0,70 Si = 0,3 máx MO=0.10 P =0,025max</p>	<p>Especialmente for filling and finishing of pipelines Specially for vertical downward welding For welding low molybdenum alloy steels (0.5%) For dredging pipelines Petroleum pipelines of the following types API 5L X 42, X 46, X 52</p>	<p>C.C.(+) Ø4,00mm=100-230 Ø5,00 mm=145-230</p>

**Tabla 11.**  
*Rutilicos*

<p><b>OVERCORDM</b> AWSE6012 DINE43 22R(C)3. Ft = 65-80 ksi. Fy&gt; 52 ksi ELONGACIÓN EN 2"&gt;22% Ch V(+20°C)&gt;60J</p>	<p>C =008 Mn=0,54 Si =0,37 P =0,01 S =0,02</p>	<p>Soldadura de filete horizontal de excelente apariencia y acabado Carpintería metálica con laminas delgadas Recipientes a presión Recomendable cómo última pasada de acabado Fabricación de muebles puertas y ventanas Posiciones: P,H,Sc.Va,Vd</p>	<p>C.C.(-)OC.a. Ø1.60mm=35-60 Ø 2.50 mm = 55-90 Ø 3.25mm=70-120 Ø 4.00mm=110-160 Ø5.00mm=140-220 Ø6.30mm=240-300</p>
<p><b>OVERCORD</b> AWS E 6013 DIN E4322R(C)3 Ft=65-80ksi,Fy&gt;52ksi ChV(+20°C)&gt;60J</p>	<p>C = 0 08 Mn=0,54 Si =0,37 P =0,01</p>	<p>Arco fuerte y consistente, portabilidad entre posiciones de trabajo y excelente acabado del metal. Sin salpicaduras, alimentación rápida Rendimiento: Tanques, conductos de aire acondicionado, edificios metálicos, etc., pueden beneficiarse del 95% de soldaduras de filete horizontales que componen el peso</p>	<p>C.C.(-)OC.a. Ø2.50mm=55-85 Ø3.25mm=90-140 Ø4.00mm=110-180 Ø5.00mm=150-240 Ø6.30mm=250-370</p>
<p><b>OVERCORDS</b> AWSE6013 DINE5121RR6 Ft=64-88ksi,Fy&gt;55ksiELONGACIÓN EN 2"&gt;22% Ch V(+20°C)&gt;60J</p>	<p>C =0.08 Mn = 0.50 Si =0.60 P =0.01 S =0.02</p>	<p>Encendido del arco rápido como el rayo y silencioso Desarrollado exclusivamente para uniones en ángulo para darles un aspecto chisporroteante. La soldadura de chapas finas requiere un soldador de baja penetración. La escoria puede eliminarse fácilmente. Soldadura para un acabado perfecto en la última pasada. Posiciones: P,H.Va.Fh</p>	<p>C.C.(-)OC.a. Ø2.00mm=45-60 Ø2.50mm=55-85 Ø3.25mm=90-170 Ø4.00mm=140-190 Ø5.00mm=190-220 Ø6.30 mm=270-</p>

**Tabla 12.**  
*Hierro en polvo*

<p><b>FERROCITO24</b> AWSE7024 DINE5132RR11160 Ft= 71 -81ksi,Fy&gt;55ksi ELONGACIÓN EN 2"&gt;22% Ch V(+20°C)&gt; 60J</p>	<p>C =0.09 Mn= 0.80 Si =0.40 P =0.01 S =0.02</p>	<p>Revestimiento grueso, rico en hierro en polvo, depósitos de Arco suave, escaso chisporroteo, rendimiento 150% La escorias se desprende por si sola Especial para soldadura de filete con alta velocidad de deposición Vigas, tanques, calderas, puentes Resecara 115 °C por 2 horas si esta húmedo Posiciones P,Fh</p>	<p>c.c.(-)Joc.a. Ø3.25mm=130-160 Ø4.00mm=175-220 Ø5.00mm=200 -250 Ø6.30mm=300 -350</p>
<p><b>FERROCITO27</b> AWSE6027 DINE4332A5170 Ft=64-74Ksi,Fy&gt;52ksi ELONGACIÓN EN 2"&gt;22% ChV(-20°C)&gt;60J</p>	<p>C =0.08 Mn= 0.62 Si =0,30 P =0,01 S =0,02</p>	<p>Electrodo de arrastre, revestimiento grueso, depósitos de alta velocidad Soldadura de alta velocidad, rendimiento aprox. 170% Acatao perfecto. Resecara 115°C por 2 horas si esta húmedo Especial para soldadura de filete con alta velocidad de deposición Vigas,tanques,calderas,puentes PosicionesP,Fh</p>	<p>c.c.(-)Joc.a. Ø3.25mm= 130- 160 Ø 4.00mm=175-220 Ø5.00 mm =200 250 Ø6.30 mm =300-350</p>

**Tabla 13.**  
*Básicos de baja aleación y bajo hidrogeno*

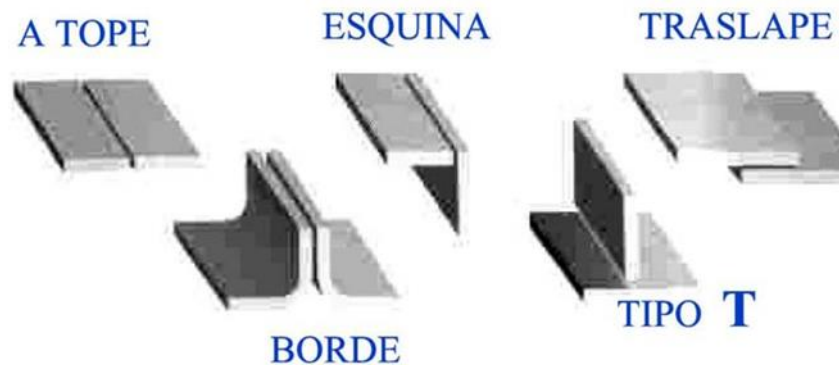
<b>UNIVERS</b>		Altamente básico, de altas propiedades mecánicas	
AWSE7016		Cumple con las clasificaciones AWSE6015/15y E7015/16	c.c.(+) o c.a.
DINE5143810	C =0,08	Para aceros de análisis Irregular, cuando han ocurrido fisuras.	Ø 250mm=65-90
SIN TRATAMIENTO	Mn= 1,00-1,30	Aceros de pobre soldabilidad.	Ø3,25mm=90-110
TÉRMICO Ft=62-77ksi, Fy=> 52ksi	Si =0,30	Con alto contenido de azufre	Ø4.00mm=110-230
ChV(+20°C)>160J, ELONG2">2	P =0,01	Aceros al Si(máx0,5%), al Mn (máx.2%). Al Cr (máx0,4%)	i
6% CONALIVIO DE TENSIONES	S =0,01	Cumple con las especificaciones A-1 y F4,	Ø5.00mm=160-310 Ø6.30mm=230-410
<b>SUPERCITO</b>		Electrodo básico de bajo hidrógeno. Buenas propiedades mecánicas	
AWSE7018		Contenido de hierro en polvo en revestimiento mejor a la soldabilidad	c.c.(+) o c.a.
DINE5155810		Rendimiento 93%	Ø2.00mm= 45-60
SIN TRATAMIENTO	C =0,08	Aceros de alto carbono, alta resistencia y baja aleación	Ø2.50mm= 60- 85
TÉRMICO" Ft =74-88ksi, Fy=>55ksi	Mn=1,25	Aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado	Ø3.25mm=90-160
ChV(-20°C)>140J, ELONG2">24%	Si =0,50	Tuberías de vapor, calderas El Cr Mol e proporciona excelentes propiedades mecánicas	Ø4.00mm=110-230
CON ALIVIO DE TENSIONES	Cr=2,25	Para aceros refractarios de calderas y tuberías (600°C)	Ø5.00mm=160-310
<b>UNIVERSCR</b>	Mo=1.00	Para aceros de cementación y nitruración tratados (980N/mm²)	Ø5.30mm=230-410
AWSE9016-B3		Aceros DIN17006:8Ti5,8SiTi4.GS-12CrMo910	
DINECr Mo2820	C =0,06	Aceros AISI: A-4418, A-4130, A-4135, A-4137, A-4542, A-4147, A-4150	
SIN TRATAMIENTO TÉRMICO.	Mn=0,90	Soldadura de vías férreas	
Ft=90ksi, Fy>70ksi, ELONG2">1	Si =0,50	Material depositado equivalente a acero de baja aleación al níquel	
7% CON ALIVIO DE TENSIONES	Cr=2,25	Resistente a las fisuras en frío y en caliente	
Ft=575- 675N/mm², Fy>440N/mm²	Mo=1.00	Aceros T1A, T18B aceros COR-TEN en diferentes grados	c.c.(+) o c.a.
ChV(-20°C)>120J		Varillas de acero de construcción	Ø2.50mm= 70-100
<b>TENACITO80</b>		Cojín amortiguador para recubrimiento protector duro	Ø3,25mm=110-160
AWSE8018-C3		Si ha estado expuesto a la Intemperie reseca 300 °C por 2 horas	Ø4.00mm=140-200
DINEY6975	C =0,06	Posiciones: P, H, Sc, Va	
Mn2NiCrMoB SIN TRATAMIENTO	Mn= 1.50	Hierro en polvo en su revestimiento	
TÉRMICO: Ft=90ksi, Fy>72ksi	Si =0,30	Alta resistencia a la tracción, a una temperaturas bajo cero	
ChV [+20°C]>110J, ELONG2">17%	Cr=0,50	Aceros de alta resistencia a la tracción	
<b>TENACITO110</b>		Aceros T1A, T1	
AWSE11018-G	C =0,06	B. Aceros Sider	
DINEY6975Mn1NiM	Mn= 1.50	perú grado SO	
oB Ft=119-128ksi	Si =0,25-0,50	Tijerales. Base	
Fy=111-117ksi	Ni =1,00		
ChV(+20°C)>110J	Mo=0,20		
ELONGACIÓN EN			

## 2.2.16. Técnicas de la soldadura eléctrica.

### a. Tipos de juntas o Unión soldadas

Dos de ellas merecen especial atención: Junta a Tope y las Juntas

Traslapadas.



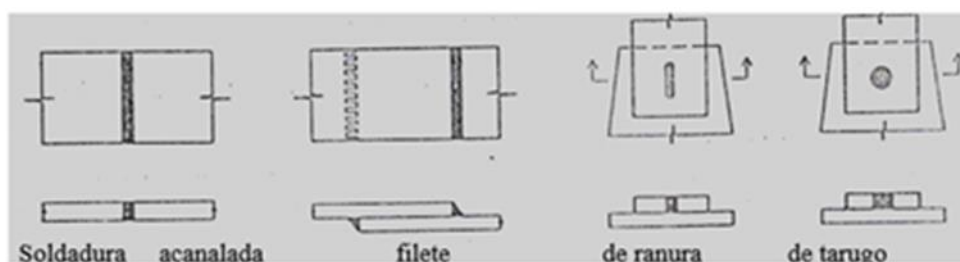
**Figura 21.** Tipos de juntas y uniones soldadas

Las juntas a tope se utilizan para unir dos piezas en ángulo recto a lo largo de un borde. Para que la soldadura penetre en estos bordes, a menudo se añaden biseles.

La soldadura de perfiles angulares a chapas es un uso muy conocido de las juntas solapadas, que se utilizan para unir dos piezas por sus lados. Sus bordes no necesitan ningún tratamiento particular.

**b. Soldaduras Estructurales.**

Son cuatro tipos: Soldaduras Acanaladas, Soldaduras de filetes, Soldaduras de Tarugo y soldadura de Ranura.

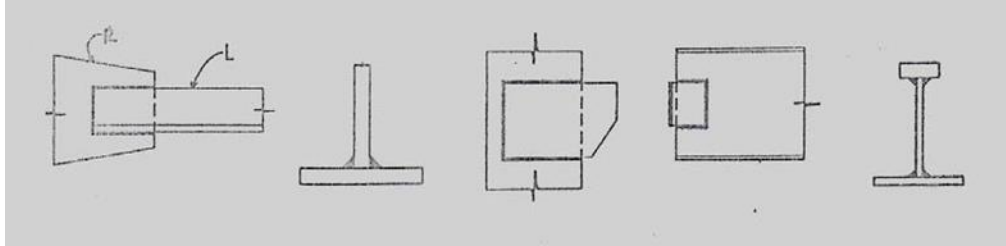


**Figura 22.** Soldaduras estructurales

**c. Soldadura de Filete**

Como ya se ha indicado, las soldaduras en ángulo son sencillas de realizar, sobre todo en obra, ya que no requieren preparación de los bordes.

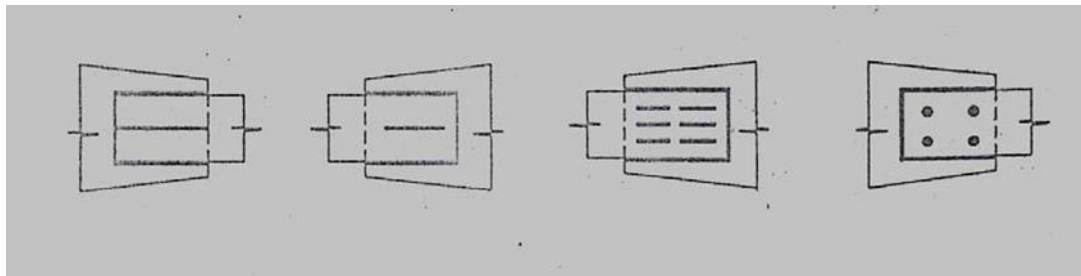
Como método especializado de unión de secciones angulares con chapas (cartelas en los nudos de refuerzo), estas soldaduras también reciben el nombre de "soldaduras en ángulo".



**Figura 23.** Soldadura de filete

**d. Soldadura de Ranura**

Las soldaduras de filete y de ranura se ven en las imágenes siguientes. Funcionan bien entre cordones muy separados para evitar que la conexión se deforme en algún punto. Reducción de la separación entre componentes y aumento de la transmisión de fuerza.



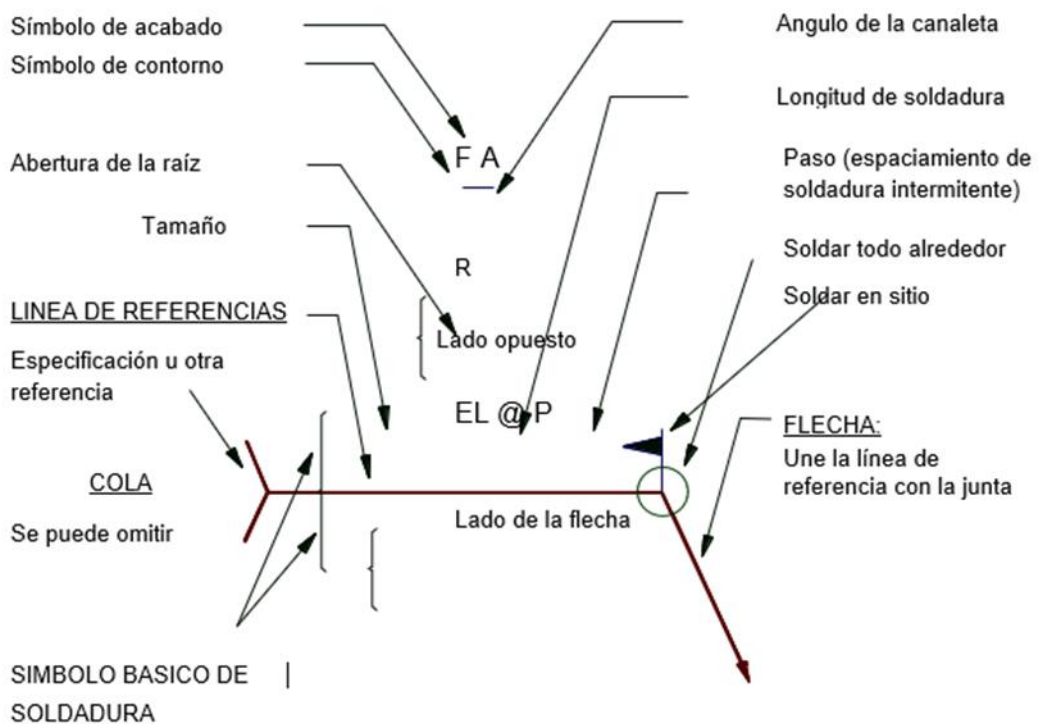
**Figura 24.** Soldadura de ranura

**e. Simbología de la Soldadura**

La American Welding Society es responsable del desarrollo de la simbología utilizada en los siguientes ejemplos de dibujos y planos para facilitar la comunicación entre el diseñador y los soldadores. (AWS).

Tipos de Soldadura									
Canto	Filete	Larugo o ranura	Acanalada (a tope)						
			cuadrado	V	Bisel	U	J	V abierta	V redonda
Símbolos Suplementarios									
Respaldo	Espaciador	Soldar todo Alrededor	Soldadura en sitio	Contorno					

**Figura 25.** Tipos de soldadura



**Figura 26.** Símbolos básicos de soldadura

TODO ALREDEDOR	SOLDADURA EN CAMPO	SOBRES- PESOR DE RA- ÍZ POR PENE- TRACIÓN (MELT THROUGH)	INSERTO CONSUMIBLE (RECTO)	RESPALDO O SEPARADOR (RECTÁNGULO)	CONTORNO		
					PLANO	CONVEXO	CÓNCAVO

**Figura 27.** Símbolos suplementarios

### 2.2.16.1. Unión por soldadura mig/mag.

La soldadura por arco continuo se consigue manteniendo un arco entre el extremo de trabajo de un hilo y el material a soldar. Los gases suministrados sirven para proteger al usuario. En las categorías de:

**MIG:** Con protección de un gas puro (He, Ne, Ar, etc).

**MAG:** El cual hace uso de dióxido de carbono como protector.

#### a. Fundamentos del Proceso

Utilizamos un método semiautomático en el que la corriente determina el tipo de hilo de relleno que recorre el arco.

Los glóbulos grandes se encargan de la transferencia a corrientes bajas (cortocircuito globular). A cierta corriente, que varía con el material y el diámetro del hilo, la transferencia se realiza en gotitas diminutas (spray), que van disminuyendo a medida que aumenta la corriente.

#### b. Características del proceso MIG/MAG.

Este proceso permite:

- Soldadura de la más alta calidad disponible para cualquier metal o aleación.



- Se requiere una limpieza mínima tras la soldadura.
- El soldador tiene una buena visión del arco de soldadura y del baño de fusión.
- Esfuerzo sin esfuerzo en cualquier orientación, que es proporcional al diámetro del hilo y a la variación del proceso.
- Alta tasa de producción.
- Ausencia de escoria.
- Con el hilo adecuado, la soldadura con CO<sub>2</sub> (MAG) puede utilizarse en aceros al carbono y aceros de baja aleación.
- La soldadura con argón o helio (MIG) se utiliza para materiales no ferrosos como aluminio, cobre, magnesio y aceros inoxidables y resistentes al calor.

Se usa máquinas de soldar de voltaje constante, corriente constante y polaridad invertida, el sistema de suministro depende de la relación entre el grado de combustión del alambre y corriente para soldar.

La pistola y conjunto de cables conducen la corriente; el alambre y el gas protector.

### **Soldabilidad del acero lac.**

Los aceros ASTM del grado A 36 y A 283 son fáciles de soldar por procedimientos normales.

“La soldadura en cualquier dirección es posible utilizando electrodos celulósicos. El precalentamiento puede estimarse en función de la composición del metal, el grosor de la placa y el diseño de la unión, por lo que es importante utilizar electrodos de bajo hidrógeno cuando se trabaje con placas de más de 12 pulgadas de grosor”.



## **Corrosión de las soldaduras.**

Todas las interacciones metal-ambiente se producen debido a una disminución de la energía libre del sistema como consecuencia de la reacción la forma más común de proteger la soldadura es aplicando recubrimientos protectores los que impiden la oxidación, corrosión por sales y ácidos, resistencia a variaciones de temperatura.

También las soldaduras son protegidas por baños de pintura anticorrosivos epóxicos, esmaltes y arenados SSPC –SP- 6.

### **2.2.16.2. Control de calidad de las soldaduras.**

Detección de defectos de soldadura.

#### **a. Ensayo del polvo Magnético.**

El equipo altamente magnético se utiliza para detectar defectos superficiales, como fracturas, inclusiones de cuerpos extraños y poros.

El polvo de hierro se condensa y las líneas de fuerza se doblan y comprimen en los lugares de las fracturas y los poros.

#### **b. Pruebas con Rayos X.**

La imagen de los rayos X o gamma que atraviesan el metal se muestra en una pantalla o se graba en una placa fotográfica, revelando cualquier posible punto débil.

#### **c. Prueba de Ultrasonido.**

Se emplea una frecuencia de unos 10 millones de hercios para las ondas ultrasónicas. Las ondas se envían al metal que se va a tratar a través de un cabezal emisor.





Cuando las ondas alcanzan el defecto del metal, se reflejan en él.

Un receptor localiza el punto débil del sistema.

**d. Prueba con líquidos penetrantes.**

El componente examinado se rocía o cepilla con un líquido penetrante, como un tinte rojo. Se utiliza un líquido disolvente intermedio para lavar el producto residual. Tras el lavado intermedio, se utiliza un revelador para extraer la imagen del papel y revelarla en toda su nitidez.

**2.2.16.3. Defectos de soldadura**

Los defectos más importantes por una técnica inadecuada de soldadura son:

- La socavación.
- Falta de fusión
- Penetración
- La Inclusión de escoria
- La porosidad.

La socavación, causada por un exceso de corriente, es quizá el defecto más común. En este proceso se produce una "soldadura quemada".

Cuando el material base y el material de aporte no se combinan, se habla de falta de fusión. La falta de una soldadura fuerte se debe a la presencia de contaminantes en la unión.

Cuando el electrodo fundido no llega a la raíz, se habla de penetración incompleta. Una corriente inadecuada, una velocidad de deposición demasiado rápida o electrodos con un diámetro demasiado grande para el canal contribuyen a este fallo.



Cuando el metal de aportación se deposita y solidifica, se producen interacciones químicas entre el metal, el aire y el revestimiento del electrodo, que dan lugar a la presencia de óxidos conocidos como escoria. Es posible identificar claramente la solidificación y la penetración parcial.

#### **2.2.16.4. Defectos de forma de costura:**

**Soldadura Incompleta:** Es la falta de unión, producido por falta de fusión, aumento de tensión en el arco, disminución de la velocidad y corriente de soldadura o movimiento inexacto del electrodo.

**Socavación:** Es la disminución local del espesor del Metal base por los bordes de la costura. Aparecen por el aumento de la tensión en el arco, mala fluidez de una parte del metal de una costura.

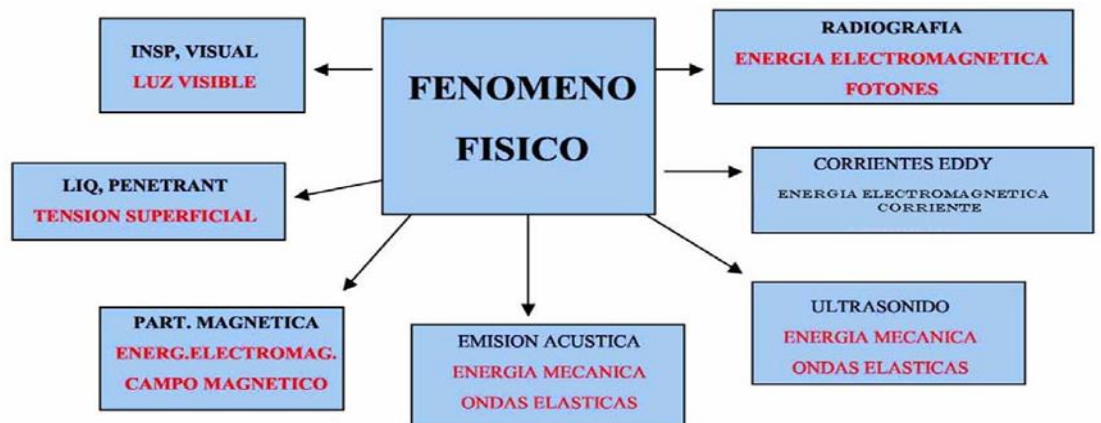
**Afluencias:** Derrame del metal fundido por la superficie del metal, sin entrar en fusión con él. Se evita aumentando la tensión de la corriente del arco.

**Quemaduras:** Penetración de vacíos surgidos en las costuras por derrame se en el baño de soldadura. Se produce con exceso de corriente, cuando la abertura de raíces superior a la requerida y cambio del ángulo del electrodo.

#### **2.2.16.5. Ensayos o pruebas no destructivas**

El término "ensayo no destructivo" hace referencia a cualquier tipo de inspección que no comprometa la funcionalidad continuada del objeto. Los ensayos no destructivos son útiles para detectar fallos en los materiales que puedan comprometer el rendimiento de una pieza de una máquina una vez puesta en servicio, a pesar de que a menudo no proporcionan una

medición directa de las características mecánicas. Este tipo de inspecciones se realizan para medir el grosor del metal u otros materiales, para identificar materiales defectuosos antes de que se formen o mecanicen y para identificar componentes defectuosos antes de que se ensamblen. El objetivo de los ensayos no destructivos es mejorar la fiabilidad, seguridad y rentabilidad de los productos. Además, la reputación de un fabricante se beneficia de un producto fiable. Los ensayos no destructivos aplicados proporcionan un control de calidad estadístico que permite verificar la calidad del producto con cierta seguridad.



*Figura 28.* Ensayos de pruebas no destructivas



**Tabla 14.**  
*Principales métodos de pruebas no destructivas*

<b>METODO DE INSPECCION</b>	<b>CUANDO USARLO</b>	<b>DONDE USARLO</b>
Corrientes parasitas	Útil para calibrar el grosor de paredes metálicas o capas finas, localizar costuras o vetas, medir longitudes de tubos e identificar composiciones metálicas y tratamientos térmicos.	Los tubos, las barras, las planchas, las chapas y el alambre entran en esta categoría.
Radiografía rayos X	Para buscar defectos Examinar las soldaduras en busca de defectos como porosidad, picaduras, inclusiones, fusión inadecuada y espesores variables.	Ensamblajes de materiales no metálicos, componentes electrónicos, piezas de fundición, recipientes soldados, pruebas de campo de soldaduras e inspecciones de corrosión..
Gamma rayos X	Se utiliza para detectar defectos como picaduras, inclusiones, defectos de soldadura y variaciones de espesor en el interior del material.	Inspecciones de corrosión, pruebas de campo de tuberías soldadas y pruebas de campo de recipientes soldados..
Partícula	Para detectar	Solo para materiales
magnética	Imperfecciones, fracturas, porosidades, inclusiones no metálicas y defectos de soldadura que no están profundamente incrustados en la superficie o en el subsuelo..	Cualquier componente ferromagnético dimensional, químico, térmico o de composición.
Penetrante	Encuentre defectos como grietas por rectificado, grietas por fatiga y defectos por fallo térmico en la superficie..	Fundiciones, forjas, componentes mecanizados e inspecciones de herramientas de corte; Vidrio y cerámica; Pruebas de campo.
Eco – pulso Ultrasónico	Examinar el material en busca de defectos como laminaciones, inclusiones, porosidad y fracturas; determinar la estructura del grano y medir el grosor de cada grano.	“Pruebas de uniones pegadas y soldadas; pruebas de campo y de producción; pruebas de componentes en servicio; pruebas de todos los metales y materiales duros no metálicos; chapas, tubos, varillas, forjas, piezas de fundición”

**Tabla 15.**  
*Métodos de inspección ventajas y limitaciones*

METODO DE INSPECCION	VENTAJAS	LIMITACIONES
Corrientes parasitas	“Alta velocidad, ningún contacto, automático.”	Múltiples factores pueden llevar a conclusiones erróneas. sólo funciona en conductores, sólo puede penetrar hasta cierto punto.
Radiografía rayos X	Alta sensibilidad; posibilidad de utilizar procedimientos fluoroscópicos; niveles de energía sintonizables; registro basado en película..	Dificultad para empezar; gastos generales elevados; requisitos de electricidad; peligro de radiación; necesidad de trabajadores cualificados.
Gamma rayos X	Entre sus características se incluyen la capacidad de capturar imágenes panorámicas, la detección de una amplia gama de defectos, un precio inicial barato, portabilidad, una fuente de alimentación compacta (útil para fotografías en interiores) y una inversión inicial baja.	Potencia específica de la fuente; riesgos potenciales de radiación; necesidad de técnicos formados; disminución constante de la potencia de salida a medida que la fuente envejece. Potencia específica de la fuente; riesgos potenciales de radiación; necesidad de técnicos formados; disminución constante de la potencia de salida a medida que la fuente envejece..
Partícula magnética	rentable; fácil de usar; fácilmente aplicable (en pruebas de campo); fácilmente transportable; rápida en la producción industrial.	El proceso de fabricación requiere un material magnético, la desmagnetización tras la prueba, una alimentación eléctrica y una limpieza a fondo de todos los componentes.
Penetrante	Fácil de usar, transportable, rápida, barata, los resultados son fáciles de entender y no requiere una configuración sofisticada.	Limitado sólo a defectos visibles; las superficies deben estar impecables.
Eco – pulso ultrasónico	Entre sus ventajas se incluyen: portabilidad, precisión, velocidad, sensibilidad, portabilidad e información rápida sobre los resultados de las pruebas gracias a la automatización.	“Se necesita formación para el contacto o la inmersión en ondas parciales y la interpretación de las lecturas”.
Gamma rayos X	Identificar defectos como vetas, costuras, agujeros e inclusiones, así como defectos de soldadura midiendo el espesor. cuantificar las gradaciones de espesor.	
Partícula magnética	Identificar defectos como fracturas, porosidades, inclusiones no metálicas y defectos de soldadura en la superficie o debajo de ella.	
Penetrante	“Encuentre defectos como grietas por rectificado, grietas por fatiga y defectos por fallo térmico en la superficie”.	
Eco – pulso Ultrasónico	“Examinar el material en busca de defectos como laminaciones, inclusiones, porosidad y fracturas; determinar la estructura del grano y medir el grosor de cada grano.”	



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El presente estudio técnico de fabricación en estructura para una cubierta de piscina, está ubicado en el distrito de Puno, Provincia de Puno del departamento de Puno. Con dirección en el Jr. Carabaya con jr. el Puerto.

#### 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El periodo de estudio técnico se determinó los meses de agosto a octubre del 2015, la labor del diseño se compone de dos partes, la relacionada con los aspectos funcionales de la obra a ejecutar, y la que tiene que ver con el diseño de los componentes de las estructuras.

#### 3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación es de método cuantitativo de tipo experimental aplicada con diseño transversal.

#### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

##### 3.4.1. Población

Para el presente estudio la población esta constituida por la Institución Educativa Secundaria Gran Unidad Escolar San Carlos Puno.

##### 3.4.2. Muestra

La muestra para el presente estudio se considero la piscina de la Institución Educativa Secundaria Gran Unidad Escolar San Carlos Puno.

### 3.5. DIAGRAMA DE FLUJO

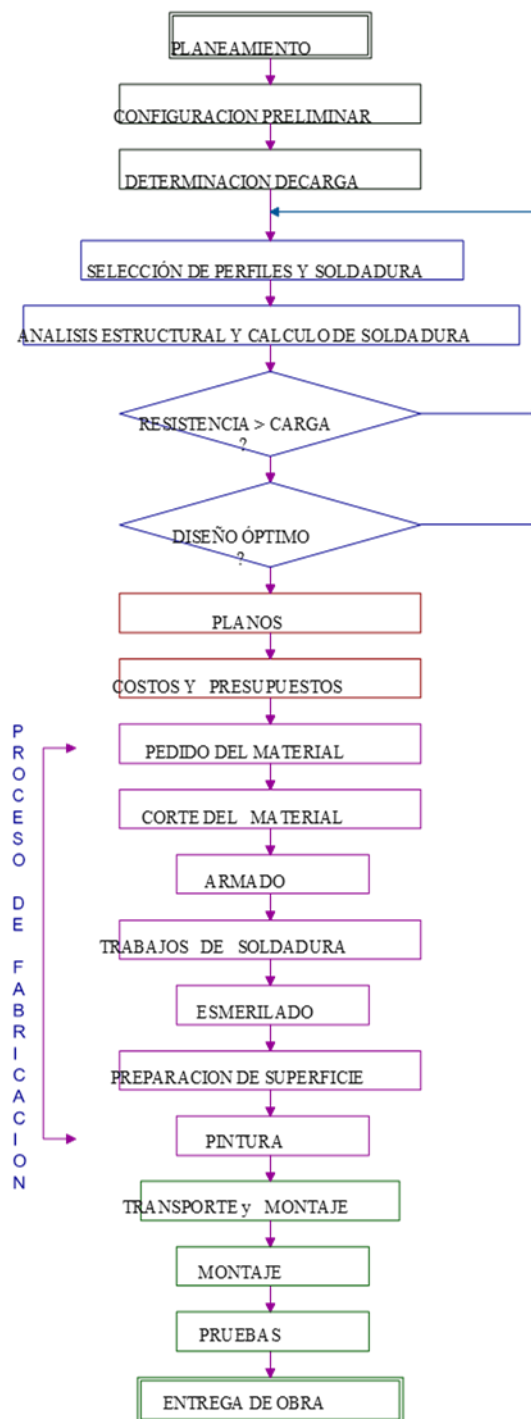


Figura 29. Diagrama de flujo de proceso de fabricación



### **3.5.1. Cálculo e ingeniería del diseño**

Las consideraciones funcionales para el trabajo a realizar y el diseño de componentes para los propios edificios constituyen las dos mitades del proceso de diseño.

“En el primer escenario, el cliente y otros profesionales de la construcción deben hablar de la inspección de las condiciones de entrada a la obra, abarcando temas como dimensiones mínimas, ventilación, iluminación, instalaciones de transporte o circulación como pasillos, escaleras, ascensores, aire acondicionado, energía, posición de los equipos, cuidado del medio ambiente y estética”.

La segunda etapa, el análisis del esqueleto estructural, consiste en elegir los elementos que transferirán las cargas al suelo de forma segura.

El procedimiento iterativo sugerido es el siguiente:

### **3.5.2. Planeamiento**

En la ciudad de Puno hay varias construcciones con estructuras metálicas tales como el Coliseo Cerrado, Mercados, Estadio, Piscina GUESC, etc. En donde el proyecto a analizar fue la piscina de la Institución Educativa Gran Unidad Escolar “San Carlos” de esta ciudad de Puno, que consta de 1200 m<sup>2</sup> de construcción de techo de estructura metálica, con cobertura de calaminón, con columnas de Concreto Armado.

### **3.5.3. Configuración preliminar estructural**

El ingeniero de soldadura aplica de forma práctica los conocimientos científicos. El ingeniero de soldadura suele utilizar numerosas disciplinas a la vez y debe conocer bien otras ramas de la ingeniería, como la metalúrgica, mecánica, eléctrica, estructural y química.





Gracias a sus conocimientos de soldadura y a su comprensión de las cualidades físicas del acero, los ingenieros de soldadura inspeccionan y prueban las uniones soldadas para asegurarse de que cumplen todas las normas exigidas y los requisitos del cliente. “El ingeniero comprueba los defectos superficiales, como grietas y salpicaduras, así como los defectos internos con técnicas no destructivas; examina el trabajo soldado con equipos de prueba; verifica la alineación y las dimensiones del producto; prepara las máquinas e instalaciones que intervienen en la producción en curso; marca las piezas defectuosas y recomienda si deben desecharse o reelaborarse y cómo; registra los datos de inspección; y supervisa todo el proceso. El ingeniero también se asegura de que todos los procesos estén en orden y se ajusten a las necesidades del proyecto”.

#### **3.5.4. Determinación de las cargas:**

Es responsabilidad del diseñador asegurarse de que todos los componentes del edificio sean lo suficientemente resistentes, puedan montarse fácilmente y tengan un precio razonable.

**Seguridad.** Las estructuras no sólo deben ser capaces de soportar las cargas aplicadas (límite de servicio edo. ), sino que las deformaciones y vibraciones resultantes tampoco deben ser demasiado grandes.

**Costo.** El objetivo del diseñador debe ser ahorrar gastos de construcción sin comprometer la integridad estructural. El uso de piezas estándar, conexiones sencillas y un diseño que facilite el mantenimiento son buenos puntos de partida.

**Factibilidad.** El diseñador debe sentirse seguro de su capacidad para fabricar y montar la estructura que está diseñando con el fin de evitar problemas durante la producción y el montaje. Esto incluye familiarizarse con el equipo y las



instalaciones disponibles, así como conocer las tolerancias de montaje, las dimensiones máximas de transporte y las especificaciones de las instalaciones.

**Especificaciones Y Códigos De Construcción.** En lugar de hacerse en beneficio del ingeniero, el propósito de las normas de diseño estructural es la seguridad de la persona que utiliza la estructura. La responsabilidad última de la seguridad de la construcción recae en el ingeniero estructural, independientemente de que se modifiquen las normas o especificaciones empleadas.

### **3.5.5. Cargas**

Asumir y determinar las combinaciones más desfavorables que pueden darse según las normas es una parte crucial del proceso de diseño, al igual que determinar el valor de las cargas que soportará la estructura durante su vida útil.

#### **3.5.5.1. Tipos de cargas**

##### **a. Cargas muertas**

Tales cargas se consideran permanentes cuando su tamaño y ubicación no cambian significativamente durante la vida útil del edificio.

- Peso propio.
- Instalaciones.

##### **b. Carga viva.**

Las cargas variables son el resultado de las propias actividades de la estructura y varían en tamaño y ubicación.

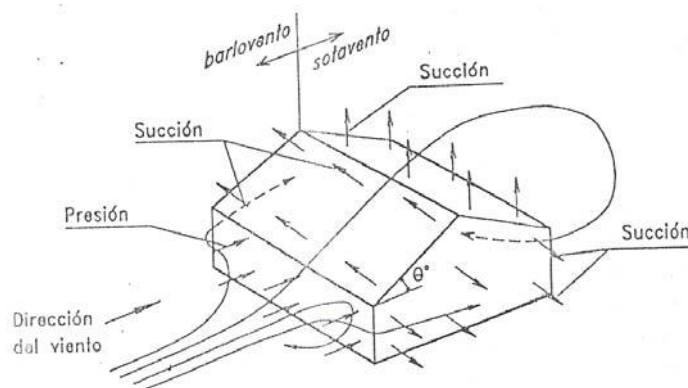
- Personal en la instalación de la estructura.
- Equipo móvil.
- Nieve, granizo.
- Carga de nieve

“Los tejados de las estructuras situadas a más de 3000 m de altitud deben diseñarse para una carga de nieve de un peso específico no inferior a 150 kg/m<sup>3</sup> y un espesor no inferior a 40 cm, aunque la mayoría de los edificios de Perú se construyen en lugares con poca o ninguna nevada”.

### c. Cargas accidentales

#### Cargas de viento

La posición de la estructura, su altura y su zona de exposición influyen en los esfuerzos que debe soportar. “La fuerza y la atracción del viento se sienten como cargas. Los edificios de acero son especialmente vulnerables a las cargas del viento porque tienen un peso propio bajo y amplias superficies que están sujetas a la acción del viento. La normativa nacional de construcción sólo aborda brevemente este tipo de carga”.



**Figura 30.** Cargas de viento

Según *National Building Code (MBC)* para el viento es:



**Tabla 16.**  
*Presión de viento Vs Altura.*

Altura		Presión del Viento	
Pies	Metros	Lb/pe <sup>2</sup>	SI,Kpa
<30	<9	15	0.75
30 a 49	9.1 a 14.9		1.00
50 a 99	15 a 30	20	1.25
100 a 499	30.1 a 150	25	1.50

Fuente: Diseño de Acero Estructural – Joseph E.

Utilizando la teoría básica de vigas, la presión del viento se determina entre los pisos y luego se distribuye proporcionalmente a los pisos circundantes. “La presión del viento se aplica como una carga uniforme sobre el pilar y produce un momento de  $WL \ 2/8$  si la distancia vertical es pequeña en comparación con la distancia lateral a los pilares adyacentes, suponiendo una acción de flexión en una sola dirección, lo que no produce un momento flector a lo largo del pilar”.

La diferencia media entre el suelo y el tejado es la altura utilizada para calcular la presión sobre el tejado.

A 10 metros de altura, la velocidad zonal será de 70 kilómetros por hora.

$V_d = V(h/10)^{0,22}$  es la velocidad a la que se dirige el diseño.

**Donde:**

$V_d$  = Velocidad de diseño

H= altura sobre el terreno

Velocidad de diseño hasta 10 metros de altura.



La carga exterior (presión o succión) que se mantendrá estática y perpendicular a la estructura.

$$\text{Será: } Ph = 0.065 C \cdot Vd^2$$

Dónde:

Ph = Presión del viento

C = Factor de forma adimensional.

**Tabla 17.**  
*Factor de Forma (C)*

Construcción	Barlovento	Sotavento
Las fachadas de los edificios son las paredes verticales.	+0.8	
Las vallas y muros aislados son compactos en el eje del viento.	+1.5	
Estructuras con forma transversal circular o elíptica, como depósitos de agua y chimeneas.	+0.7	0.6 0.5
Chimeneas, depósitos de agua y otras estructuras con una sección transversal cuadrada o rectangular	+2.0 +0.8	0.6 0.6 0.6
Tejados que se curvan en un ángulo de poco más de 45 grados, como arcos y cilindros	+0.3	
Ángulos de quince grados o menos en la superficie.	0.7	-

Fuente Reglamento Nacional de Construcciones

### Cargas de sismo

“Estas cargas inducidas en las estructuras están en relación a su masa y elevación a partir del suelo; así como de las aceleraciones del terreno y de la capacidad de la estructura para disipar energía; estas cargas se pueden determinar como fuerzas estáticas horizontales aplicadas a las masas de la estructura, aunque en ocasiones debido a la altura de los

edificios o esbeltez se hace necesario un análisis dinámico para determinar las fuerzas máximas a que estará sometida la estructura”.

**Tabla 18.**

*Tabla de combinaciones de carga y resistencia*

FORMULA AISC-LRFD	Combinación de Carga	Máxima posibilidad de carga en la vida útil de 50 años
(A4.1)	1.4 D	Carga muerta D durante la construcción
(A4.2)	1.2D+1.6L+0.5(S ò Lr ò R)	Carga viva L
(A4.3)	1.2D+1.6L+0.5(S ò Lr ò R) +(0.8Wò0.5L)	Carga en el techo
(A4.4)	1.2D+1.3L+0.5L+0.5(S ò Lr ò R)	Carga de viento W aditiva a la CARGA MUERTA cargamuerta
(A4.5)	1.2D +1.5E+(0.5Lò0.2S)	Carga de sismo aditiva a la carga
(A4.6)	0.9D-(1.3Wò1.5E)	W ò E opuesta a la carga muerta

S = Carga de nieve

Lr = Carga viva sobre el techo

R = Carga inicial de lluvia en techo planos cuando falla el desagüe

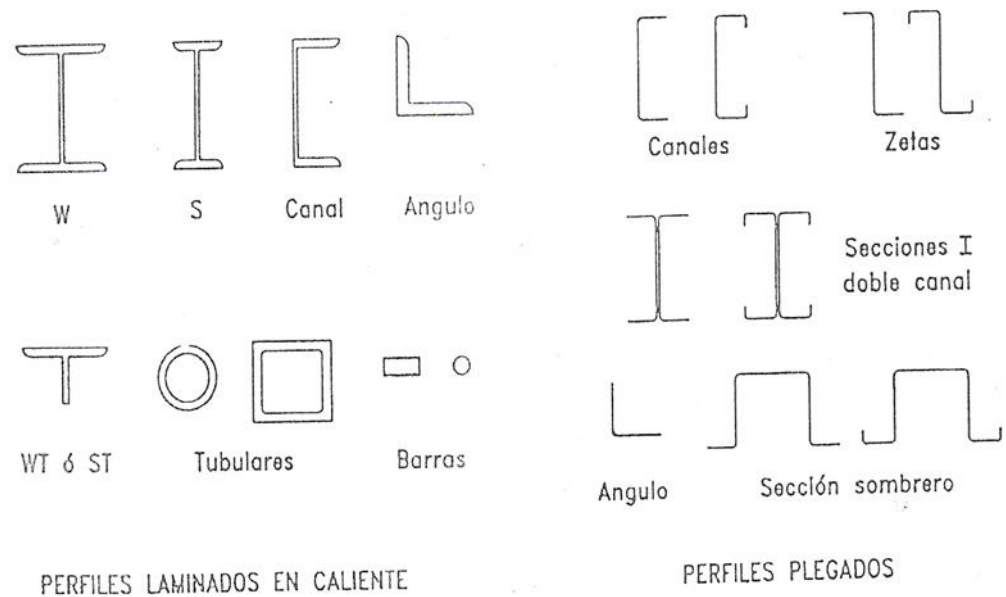
D, L, Lr, S, E = Son cargas establecidas por los reglamentos

### 3.5.6. Selección de perfiles y soldadura

#### 3.5.6.1. Tipos de perfiles estructurales

Hay muchos tipos diferentes de piezas de acero para la construcción. Los llamados "productos laminados en caliente", que pueden no ser planos (perfiles angulares, canales, perfiles de ala ancha, tubos, tuberías, etc.), se fabrican laminando metal a altas temperaturas. Barras lisas, etc.).

A partir de las chapas, ya sean laminadas en caliente o en frío, se obtienen los llamados perfiles curvados y los perfiles soldados, que son un tipo de perfil más común. Soldando o juntando perfiles laminados en caliente, plegados o soldados, se obtienen perfiles combinados. Estos perfiles son el tercer tipo de.



**Figura 31.** Tipos de perfiles estructurales

### 3.5.6.2. Ángulos estructurales

**Denominación:** I a36.

**Descripción:**

Objeto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos piezas de igual longitud colocadas en ángulo recto.

USOS: Para fabricar edificios de acero para plantas industriales, almacenes, tejados de grandes luces, la industria naval, carrocerías de automóviles y torres de transmisión. También se utiliza para fabricar puertas, ventanas, rejas, etc.



### Normas técnicas:

Sistema Inglés Sistema Métrico: ASTM A36 / A36M - 96.

Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M - 96

Tolerancia Dimensionales: ISO 657N -1976 (E).

### Presentación:

Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetones de 4TM, los cuales están formados por 4 paquetes de 1 TM c/u.

**Tabla 19.**

*Dimensiones y pesos NOMINALES (Sistema Inglés)*

DIMENSIONES (pulg.)	PESOESTIMADO		
	lb/pie	kg/m	kg/6 m
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0.929	1.38 2	8.292
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.23	1.8 2	10.983
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	1.800	2.67 2	16.072
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2.34	3.48 2	20.894
1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	1.44	2.14 2	12.858
1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	2.12	3.15 2	18.929
1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	2.77	4.12 2	24.733
2 x 2 x 1/8	1.65	2.45 2	14.733
2 x 2 x 3/16	2.44	3.63 2	21.787
2 x 2 x 1/4	3.19	4.74 2	28.483
2x2x5/16	3.92	5.83 2	35.002
2x2x3/8	4.7	6.99 2	41.966
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3.07	4.56 2	27.412
2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4.1	6.10 2	36.609
2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	5	7.44 2	44.645
2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.9	8.7 2	52.681
3 x 3 x 1/4	4.9	7.29 2	43.752
3 x 3 x 5/16	6.1	9.07 2	54.467
3x3x3/8	7.	10.715 2	64.289
3 x 3 x 1/2	9.	13.989 2	83.932





**Tabla 20.**  
*Sistema Métrico*

DIMENSIONES	PESO ESTIMADO	
	kg/m	kg/6m
20 x 20 x 2.5	0.736	4.416
20 x 20 x 3.0	0.871	5.226
25 x 25 x 2.5	0.932	5.592
25 x 25 x 3.0	1.106	6.636
25 x 25 x 4.5	1.606	9.636
25 x 25 x 6.0	2.07	12.42
30 x 30 x 2.5	1.128	6.768
30 x 30 x 3.0	1.341	8.046
30 x 30 x 4.5	1.959	11.754
30 x 30 x 6.0	2.541	15.246
100 x 100 x 6.0	9.22	55.32
100x100x10.0	14.9	89.4
100x100x12.0	17.71	106.2

**Requerimientos químicos (%):**

C = 0.26 máx. Si = 0.40máx. P = 0.040máx. S = 0.050 máx.

**Propiedades mecánicas:**

Límite de Fluencia mínimo = 2530 kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a la Tracción = 4080 - 5620 kg/cm<sup>2</sup>(\*)

Alargamiento en 200 mm Espesores:

2.5mm, 3.0mm y 1/8" = 12.5 % mínimo.

4.5 mm = 14.5 % mínimo.

3/16" = 15.0 % mínimo.

6.0 mm = 17.0 % mínimo.

1/4" = 17.5 % mínimo.

Soldabilidad = Buena

(\*) Para el espesor de 2.5mm la resistencia a la tracción mínima es de 3500 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21.**  
*Tolerancias dimensionales y de forma*

	DIMENSI ONES NOMINAL	LONGITU D DEL ALA	ESPESOR (e)		
<b>SISTEM A MÉTRIC O (mm) ISO 657N -1976 ;El</b>	20.25 Y 30	± 1.0	e≤3	/16" < e ≤3/8"	e≥3/8"
<b>SISTEM A INGLÉS ASTM A361 A36M. 96</b>	1/2", 1 3/4" Y2"  2 1/2" y 3"  3 1/2" y 4"	±1.2  ± 1.6 ± 3.2-2.4	± 0.25	± 0.25	± 0.30
			± 0.30	± 0.40	± 0.40
			-	-	-

**Tabla 22.**  
*Comparación entre el acero astm a36 y astm a572 grado 50 composición Química (Análisis de Colada)*

Componentes	ASTM A36	ASTM A572 – 50
% Carbono	0.26 máx.	0.23 máx.
% Manganeso	No especifica	1.35 máx.
% Fósforo	0.04 máx.	0,04 máx.
% Azufre	0.05 máx.	0.05 máx.
% Silicio	0.40 máx.	0.40 máx.
% Vanadio	Un especifica	0.01 - 0.15

Los % están dados en peso.

**Tabla 23.**  
*Propiedades mecánicas - valores mínimos*

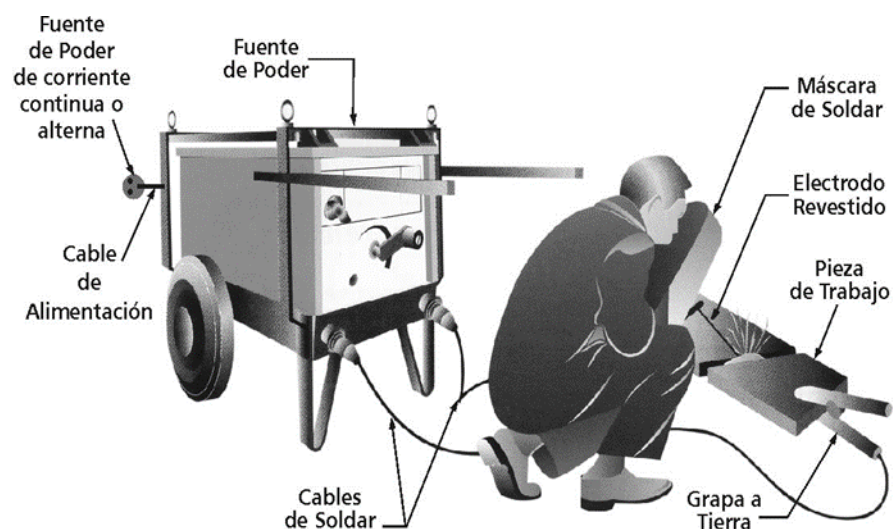
Propiedad	ASTM A36	ASTM A572 – 50
Límite de fluencia, Kg/cm <sup>2</sup>	2530	3520
Resistencia a la tracción, Kg/cm <sup>2</sup>	4080	4580
% de alargamiento, mm	200	180

### 3.5.7. Selección soldadura de.

#### 3.5.7.1. Soldadura por arco eléctrico manual

La soldadura manual por arco eléctrico es una forma de unir dos piezas de metal. El calor del arco eléctrico entre el extremo del electrodo revestido y la superficie del metal base en la unión que se fusiona hace que las dos piezas se peguen.

#### A. Esquema del proceso



*Figura 32.* Esquema de proceso de soldadura

#### B. Fuente de poder

Tipo de corriente: alterna / Continua

Voltaje en vacío

Capacidad de corriente: Amperaje (min./ máx.)

Tipo de regulación: Eléctrica /electrónica

Red: monofásico, trifásico

Funciones adicionales

#### C. Criterios de selección de electrodos revestidos

- Composición química similar al material base.



- Composición química diferente al metal base.
- Posición de soldadura.
- Diámetro del electrodo.
- Propiedad mecánica del electrodo.
- Dilución.
- Soldabilidad.
- Transferencia.

#### **D. Material de aporte**

##### **Electrodo celulosico**

##### **Características de los electrodos celulósicos**

- Elevada penetración – arco muy potente
- Poca escoria y es liviana
- Revestido con alto contenido de celulosa
- $C_6H_{10}O_5 \rightarrow 6CO + 5H_2$
- Factor de revestimiento: 1,4-1,6
- Secado: 65 - 110°C
- Humedad en el revestimiento: 2 a 4%
- Pueden trabajar con ambas corrientes

**Tabla 24.**  
*Intensidad de corriente o amperaje*

<b>Posición</b>	<b>Amp. min.</b>	<b>Amp. Medio</b>	<b>Amp. máx.</b>
<b>Plana</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>110</b>
<b>Filete</b>		•	•
<b>Horizontal</b>		•	
<b>Sobre cabeza</b>	•		
<b>Vertical Asc</b>		•	



**Tabla 25.**

*Características de los electrodos en función del revestimiento.*

	CELULÓSICOS	RUTILICOS	BÁSICOS
Ductilidad	2	3	1
Penetración	1	3	2
Ausencia de socavado	3	1	2
Ausencia de	3	1	2
Eficiencia de:	3	1-2	1-2
Facilidad de manipuleo	2	1	3
Facilidad de	2	1	3
Resistencia a la figuración	3	2	1

1: Muy bueno 2: Bueno 3: Regular

**Tabla 26.**

*Parámetro de soldadura.*

PARAMETROS PRINCIPALES	PARAMETROS CONSECUENCIA DE LOS PRINCIPALES
- Amperaje.	- Tipo y diámetro de electrodo
- Velocidad de avance.	- Posición de soldadura.
- Altura de arco.	- Espesor del material base
- Tipos de corriente.	- Corriente alterna y corriente directa.
- Polaridad.	- Preparación de junta.

## CELLOCORD AP

Electrodos y Varillas para Aceros

Color de Revestimiento Gris Claro	Celulósico Universal	Extremo : Punta : Azul Grupo :
--------------------------------------	----------------------	--------------------------------------

**Normas:**

AWS/ASME: A5.1 – 91	DIN 1913	ISO 2560
E 2011	E 43 43 C 4	E 43 2 C 18

**Análisis químico del metal depositado (%):**

C	Mn	Si	P	S
0.03-0.15	0.40 – 0.60	0.18 – 0.25	0.01	0.01

**Características:**

- ✓ Electrodo de penetración profunda y uniforme, diseñado para uso con corriente alterna o continua.
- ✓ Su arco potente y muy estable produce depósitos de muy buena calidad.
- ✓ Es aconsejable:
  - Para la ejecución de pases de raíz en el fondo de un chafán, en las uniones a tope.
  - Para la soldadura de unión en cualquier posición, en especial para vertical descendente, ascendente y sobrecabeza.

**Resecado:** Normalmente no requiere resacado.

**Aprobaciones:** ABS, LRS, GL (Grado 3)  
ABS (Según AWS A5.1-91)

**Propiedades Mecánicas:**

Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Ch V - 20°C	Elongación en 2"
45 – 550 N/mm <sup>2</sup>	> 320 N/mm <sup>2</sup>	> 50 J	22 – 30%
65,000 a 60,000 lb/pulg <sup>2</sup>	> 62,000 lb/pulg <sup>2</sup>		

**Posiciones de Soldar:** P, H, So, Va.

**Corriente y Polaridad:**

Ø	Para corriente continua – Electrodo al polo positivo					
	1/16"	3/32"	1/8"	5/32"	3/16"	1/4"
	1,6mm.	2,5mm.	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm	6,30mm
<b>Amp. mín.</b>	30	50	80	115	150	170
<b>Amp. máx.</b>	45	90	110	150	170	250

**Aplicaciones:**

- Soldadura recomendable para aceros no templables (aceros dulces), con un máximo de 0.25% C.
- Carpintería metálica.
- Estructuras y basculas para máquinas.
- Fabricación de tanques, reservorios y tuberías.
- Construcciones navales.

EXSA S.A. – DIVISION SOLDADURAS

Escala 2,001

Figura 33. Ficha de soldadura

## SUPERCITO

Electrodos y Varillas para Aceros

Color de Revestimiento Gris	Electrodo básico de bajo hidrógeno de extraordinarias características	Extremo : Negro Punto : Naranja Grupo : Verde
--------------------------------	---	---

**Normas:**

AWS/ASME: A5.1 – 91	DIN 1913	ISO 3580
E 7018	E 51 55 B 10	E 51 4 B 26 (H)

**Análisis químico del metal depositado (%):**

C	Mn	Si
0.08	1.25	0.50

**Características:**

- ✓ Electrodo básico con bajo tenor de hidrógeno, que otorga al material depositado buenas propiedades mecánicas.
- ✓ Su contenido de hierro en polvo mejora la soldabilidad, aumentando la penetración y deposición, mejorando al mismo tiempo su comportamiento en distintas posiciones.
- ✓ Rendimiento de 98%.

**Resecado:** Cuando el electrodo ha estado expuesto excesivamente a la intemperie, resecar a 300°C durante 2 horas.

**Aprobaciones:** ABS, LRS, GL (Grado 3)  
ABS (Según AWS A5.1-91)

**Propiedades Mecánicas:**

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Ch V -20°C	Elongación en 2"
Sin	510-610 N/mm <sup>2</sup>	> 380 N/mm <sup>2</sup>	> 140 J	24%
	74,000 a 88,000 lb/pulg <sup>2</sup>	> 55,000 lb/pulg <sup>2</sup>		
Alivio de Tensiones	480-580 N/mm <sup>2</sup>	> 380 N/mm <sup>2</sup>	> 140 J	24%
Normalizado	420-520 N/mm <sup>2</sup>	> 290 N/mm <sup>2</sup>	> 140 J	26%

\* Para la calificación ABS según AWS la prueba de impacto es a -29°C

**Posiciones de Soldar:** P, H, Sc, Vd.

**Corriente y Polaridad:**

Para corriente alterna o continua – Electrodo al polo positivo						
	5/64"	3/32"	1/8"	5/32"	3/16"	1/4"
∅	2,0mm	2,5mm	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm	6,30mm
<b>Amp. mín.</b>	45	60	90	110	160	230
<b>Amp. máx.</b>	60	85	160	230	310	410

**Aplicaciones:**

- Para aceros de alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia a la deformación a altas temperaturas y su fácil manejo, especialmente adecuado para:
  - Soldaduras de tuberías de vapor
  - Calderas de alta presión
  - Aceros aleados al molibdeno
  - Instalaciones de la Industria Petrolera y Petroquímica
  - Moldes de artículos de caucho con alto tenor de azufre.
  - Piezas de maquinaria pesada.
  - Aceros con resistencia a la tracción hasta 85,000 lb/pulg<sup>2</sup>

EXSA S.A. – DIVISION SOLDADURAS

Edición 2,001

**Figura 34.** Ficha de electrodo básico de bajo hidrógeno

## OVERCORD M

*Electrodos y Varillas para Aceros*

Color de Revestimiento Plomo Jaspeado	Rutilico de buen acabado y buena resistencia	Extremo : Punto : Banco Grupo :
--	---	---------------------------------------

**Normas:**

AWS/ASME: A5.1 – 91	DIN 1913	ISO 2560
E 6012-A1	E 43 22 R ( C ) 3	E 43 2 R 12

**Análisis químico del metal depositado (%):**

C	Mn	Si	P	S
0.08	0.54	0.37	0.01	0.02

**Características:**

- ✓ Electrodo especialmente desarrollado para depositar cordones en uniones de filete en posición horizontal, cuando se requiere apariencia y acabado perfecto.
- ✓ Debido a su fórmula perfectamente equilibrada, el arco es suave y silencioso, de fácil arranque en frío y remoción de escoria.
- ✓ Recomendable para soldadores de poca experiencia.
- ✓ Suelda en toda posición
- ✓ Soldadura de buena apariencia en vertical descendente para planchas delgadas.

**Resecado:** Normalmente no requiere recado.

**Aprobaciones:** ABS, LRS, GL (Grado 1)

**Propiedades Mecánicas:**

Resistencia a la Tracción	Limite Elástico	Ch V + 20°C	Elongación en 2"
450 – 550 N/mm <sup>2</sup>	> 360 N/mm <sup>2</sup>	> 60 J	> 22%
65,000 a 80,000 lb/pulg <sup>2</sup>	> 52,000 lb/pulg <sup>2</sup>		

**Posiciones de Soldar:** P, H, Sc, Va, Vd.

**Corriente y Polaridad:**

Para corriente alterna o continua – Electrodo al polo negativo						
Ø	1/16"	3/32"	1/8"	5/32"	3/16"	1/4"
	1,6mm	2,5mm	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm	6,30mm
<b>Amp. mín.</b>	35	55	70	110	140	240
<b>Amp. máx.</b>	60	90	130	160	220	300

**Aplicaciones:**

- Carpintería metálica con láminas delgadas.
- Recipientes a presión.
- Fabricación de muebles metálicos, puertas y ventanas
- Recomendable como última pasada de acabado.
- En soldaduras donde se requiere buen acabado en posición vertical descendente.

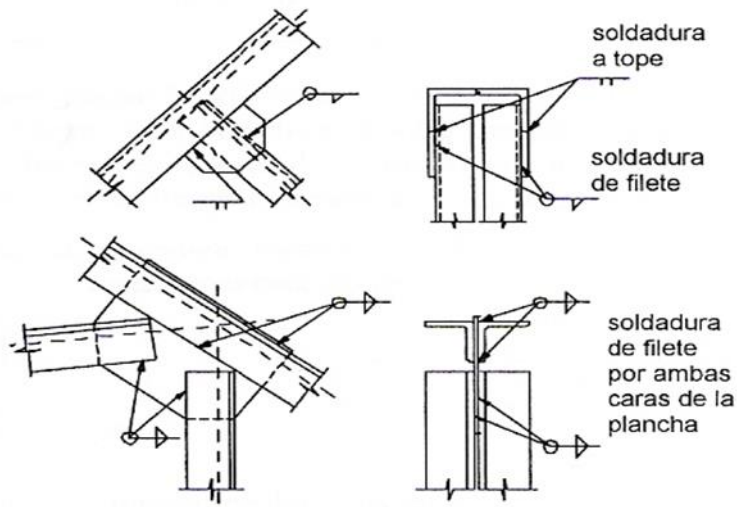
EXSA S.A. – DIVISION SOLDADURAS

Edición 2,001

**Figura 35.** Ficha rutilico del buen acabado y buena resistencia

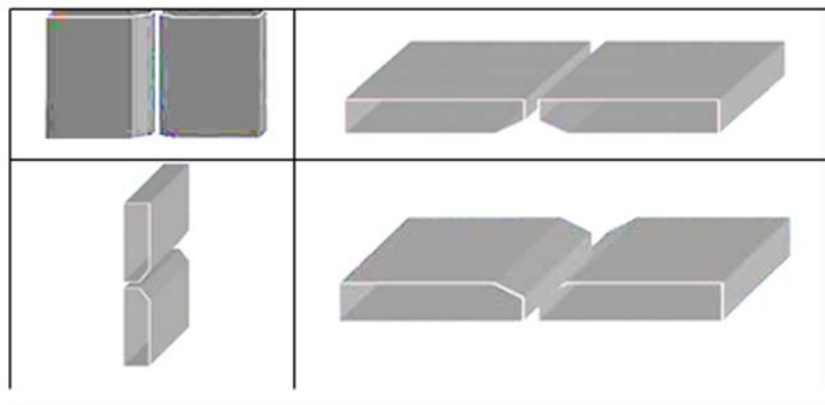


### Diseño de Junta (Posiciones de Soldadura)



**Figura 36.** Diseño de junta posiciones de soldadura

#### A Tope



**Figura 37.** A tope

#### En Filete



**Figura 38.** Diseño en filete



### **3.5.8. Análisis estructural y cálculo de soldadura.**

#### **3.5.8.1. Diseño de la estructura metálica de la cubierta.**

La cubierta es la parte de la construcción que da el tamaño y forma a la estructura. Para nuestro fin utilizaremos una cubierta de arco parabólico constituida por una altura de 6m y un ancho de 29m.

#### **3.5.8.2. Elementos Constituyentes de la cubierta metálica:**

##### **A. Los Listones.**

Es un elemento que tiene por misión recibir directamente la cubierta metálica, está constituido por angulares.

##### **B. Los Cabios.**

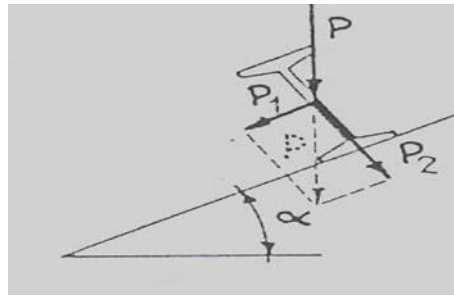
Son elementos que soportan los listones estos se apoyan sobre las correas y colocan en dirección normal a la línea de cumbrera.

##### **C. Las correas.**

Se llama correa de cubierta, a las vigas en que se apoyan las chapas onduladas u otro tipo de techumbre, y que a su vez apoyan sobre las cerchas.

Son vigas destinadas a soportar los cabios, se instalan sobre las cerchas o sobre una cercha en uno de sus extremos y un falso cordón en el otro.

Las correas se ensamblan sobre los montantes de las cerchas unidas por platinas de enlace.



**Figura 39.** Correas cubiertas a las bigas

$$P_1 = P. \operatorname{sen} \alpha$$

$$P_2 = P. \operatorname{cos} \alpha$$

$P$  = peso de la techumbre + peso propio de la viga + peso de La nieve

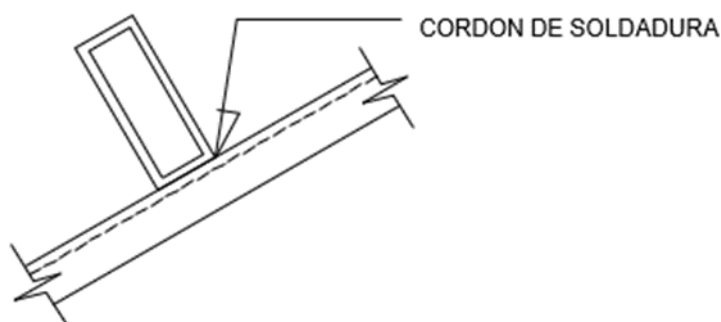
A la fuerza  $P_2$  se le sumará además el esfuerzo del viento que será el siguiente

$$V = (1,2 X \operatorname{sen} \alpha - 0,4). X$$

$V$  =Viento

#### **Apoyo de correas sobre cerchas**

En las juntas de soldadura, debe haber un cordón a cada lado de la correa tan grueso como permita la junta.



**Figura 40.** Cordón de soldadura

#### **A. Las Cerchas (tijerales).**

Son las vigas maestras o parte principal de la cubierta constituidas por triangulaciones constituidas por montantes y diagonales ubicadas entre el cordón

superior y el inferior o tirante. Sobre ellas se apoyan las correas y transmiten los esfuerzos de estas, a los soportes.

Hay muchos tipos diferentes de cerchas, y según sus triangulaciones así podrá ser para mayor o menor luz. Para el cálculo se emplea el diagrama de CREMONA.

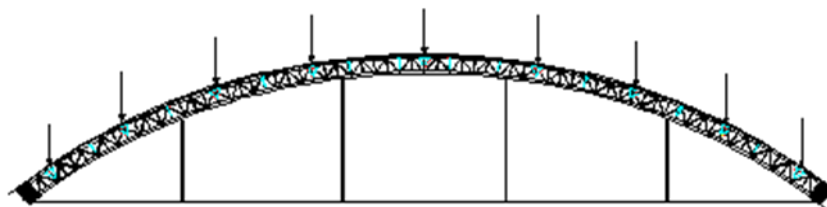
$$N.2 = B + 3$$

N = número de nudos

B = número de Barras

#### **Angulo de inclinación.**

Para el presente estudio se desarrolla todas las características de fabricación análisis y detalle de una estructura metálica para techos, Techo en arco parabólico de un ancho de luz de 29m. y una altura de 6m. y un área de cubierta de 1200,00m<sup>2</sup>



**Figura 41.** Angulo de inclinación

#### **A. Arrostramientos.**

Tienen la misión de asegurar la resistencia entre los esfuerzos no verticales (vientos, cargas disimétricas, etc.).



**Figura 42.** Detalles de arriostre de vigueta típica

### **Función de las vigas.**

Cuando las vigas se colocan horizontalmente y soportan una carga vertical, la carga puede repartirse por toda la luz o sólo por una parte de la luz. Si la carga se reparte sólo en una pequeña parte de la luz. La gente piensa que es una carga puntual. Para que se produzca el movimiento de la viga. Si el número  $L/d$  es inferior a 4 ó 5, las cargas pasan a las respuestas por flexión en lugar de por cizalladura. La relación  $W/d$  también debe ser lo suficientemente grande para que la sección se doble en lugar de torcerse ( $L$  es la luz de la viga,  $d$  es el ángulo y  $W$  es la anchura de la viga).

### **3.5.9. Cálculo de las vigas**

#### **3.5.9.1. Diseño de las cerchas**

Las cerchas son diseñadas con 29m de luz, con una separación de 6.8m entre cerchas adoptamos con un arco de una altura de 6m pendiente para la cubierta.

Las cargas estimadas han sido:

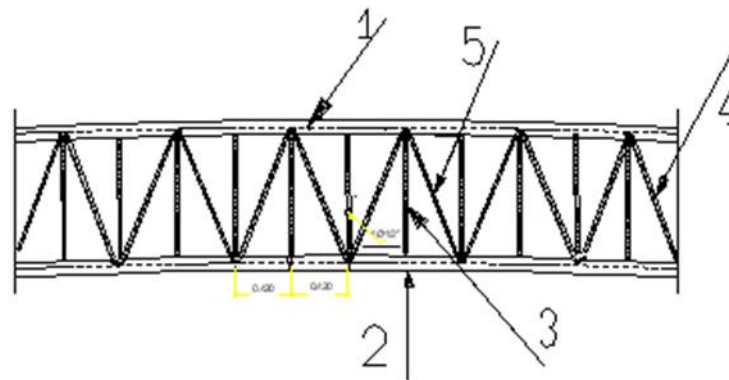
Para la cubierta de Aluzinc (Calaminón).

Cubierta de Aluzinc 40Kg

Cabios 4Kg

Listones	9Kg
Correas	22Kg
Cerchas	8Kg
Templadores	10Kg
TOTAL	93 kg

### Resultado de esfuerzos de cercha



**Figura 43.** Diseño de cerchas

**Tabla 27.**

*Tabla: Resultado de Esfuerzos de Cerchas*

Barras	Esfuerzo Kg	Naturaleza
1	17300	Compresión
3	17800	Compresión
2	16000	Tracción
4	2240	Compresión
5	3300	Tracción

### Cargas de viento

Para velocidad de viento de 70 km/h

$$H = = 6.1m \quad C= 4.7$$

$$Vd = V(h/10)^{0.22} = 77.62\text{Km/h}$$

$$Ph = 0.005 C.vd^2 = 141.71\text{kg/m}^2$$



$$A$$

$$F =$$

$$= 27.52m^2$$

$$P \times A = 3899,86 \text{ Kg-F} = 3900 \text{ Kg-F}$$

Reacción en el apoyo izquierdo:  $(3900 \times 12) / 16 = 2925 \text{ Kg-F}$

Reacción en el apoyo derecho:  $3900 - 2915 = 975 \text{ Kg - F}$

**Tabla 28.**

*Resultados de Esfuerzos de Viento de Cerchas.*

Barras	Esfuerzo	Naturaleza
1-3	7000	Compresión
2	2300	Compresión
4-8	2100	Tracción
5	4800	Tracción

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 29.**

*Tabla: Resultados de Esfuerzos Totales de Cerchas.*

Barra s	Esfuerzo Cubierta	Esfuerzo Viento	Esfuerzo Total	Barra s	Esfuerzo Cubierta	Esfuerzo Viento	Esfuerzo Total
1	+17300	+7000	+24300	1'	+17300	+2300	+14600
3	+17300	+7000	+24300	3'	+17300	+2300	+19600
7	+14500	+7000	+21500	7'	+14500	+2300	+16800
11	+11800	+3800	+15600	11'	+11800	+2300	+14100
2	-16000	-6400	-22400	2'	-16000	-2100	-18100
6	-13500	-6400	-19900	6'	-13500	-2100	-15600
10	+11000	-3500	-15500	10'	+11000	-2100	-13100
14	+8600	-2100	-10700	14'	+8600	-210	-10700
4	+2240	-	+2240	4'	+2240	-	+2240
8	+3400	-	+3340	8'	+3400	-	+3400
12	+4250	+2500	+6750	12'	+4250	-	4250
5	-3300	-	-3300	5'	-3300	-	-3300
9	-4200	-4800	-4000	9'	-4200	-	-4200
13	-4900	-2900	-7800	13'	-4900	-	-4900

Fuente: Elaboración Propia

Indica compresiones                      -Indica Tensiones

$$123 \times 2 \times 16 = 394 \text{ Kg}$$



Momento flexión local:

$$Ml = (394 \times 2) / 8 = 98.5 \text{ Kg-m} \quad K = 0.8$$

$$Mr = Ml \times K = 79 \text{m-kg}$$

Cálculo del cordón de compresión: Lado de mayor incidencia de viento

Esfuerzo máximo: +24300Kg

Flexión local:  $Ml = 79 \text{m} - \text{Kg}$

$$2L \ 1/2'' \times 21/2'' \times 3/16 \text{ l mínimo} = 234 \text{cm}^4$$

$$A = 30.78 \text{ cm}^2$$

$$I = 2.75 \text{ cm.}$$

$$L/I = 220/2.75 = 80$$

$$K = 0.8 \text{ (tabla de factores de fuerza horizontal del AMSI A58 – 1983)}$$

Según normas CM – 66 para acero E – 24 ( $T_e = 24 \text{Kg/mm}^2$ )

Basta que se cumpla:  $9/8 (KT + Tt) < T_e/C_p$

**Siendo:**

$$K = \lambda \quad \lambda = 80, \quad K = 1.453$$

$$C_p = (60 \times 1.5 + 44 \times 1.33) / 104 = 1.43$$

$$T = 24300/3078 = 7.9 \text{ Kg/mm}^2$$

**Dónde:**

$C_p$  = coeficiente de ponderación global

$\lambda$  = coeficiente de pandeo

$T$  = Tensión de flexión local en el centro del vano:

**En fibras a:**

$$I/V = 234/2.55 = 3.1 \text{cm}^3 \quad TF = 79/92.1 = 0.85 \text{ (Compresión)}$$

En fibras b:

$$I/V = 234 / 6.45 = 36.4 \text{cm}^3 \quad TF = -79/36.4 = -2.17 \text{ (Tracción)}$$





$$9/8(1.453 \times 7.9 + 0.85) = 13.87 \text{ Kg/mm}^2 \text{ es inferior a}$$

$$T_e / C_p = 24 / 1.43 = 16.78 \text{ Kg / mm}^2$$

Cálculo del Tirante:

Solicitud máxima: 27400 Kg.

2 L ½" x 3/16"

$$A = 2.432 \text{ mm}^2 - (2 \times 22 \times 8) = 2080 \text{ mm}^2$$

$$T = 22400 / 2080 = 10.76 \text{ Kg/mm}^2$$

### 3.5.9.2. Cálculo de las correas

Se adoptó una correa de 6.8m de luz.

Las reacciones en los cables 400 Kg.

Peso propio de correa 22 Kg/m

$$M_I = 800 \times 4 - (2.4 + 0.8) = 1920 \text{ m.Kg}$$

$$M_F = (2PL/5^{1/2}) - PL/5(3L/10 + L/10) = PL^2 / 8 = 176 \text{ m.Kg}$$

$$\text{Momento Total} = M_I + M_F = 2096 \text{ m. Kg.}$$

Se adoptó una altura de 60 cm

Cordón superior comprimido 2L 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"

Cordón Inferior traccionado 2L 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" Distancia ejes

neutros 0.426m

$$E = \pm 2096 / 0.426 = \pm 4940 \text{ Kg}$$

#### Cordón Superior:

Longitud de pandeo : L = 160 cm Radio de giro

$$: I_y = 1.8 \text{ cm}^4 K = 1.629 \text{ (Norma}$$

CM 66)

$$C_p = (60 \times 1.5 + 65 \times 1.33) / 125 = 1.413 \text{ Tensión normal}$$

$$\Sigma = (1.413 \times 4940) / (2 \times 387) = 9.02 \text{ Kg / mm}^2$$



$$K\sigma < \sigma_e 1.469 \text{ Kg / mm}^2$$

**Cordón inferior:**

$$\sigma = 4940 / (616 - 2 \times 4 \times 13) = 9.65 \text{ Kg/mm}^2$$

Diagonales:

$$T = (400 \text{ Kg} \times 2) + (22 \times 8) / 888 \text{ kg}$$

$$= E = 888 / 2 \cos \alpha = 650 \text{ g}$$

$$L = L = 0.28$$

**3.5.9.3 Tensión de compresión (ponderada):**

$$T = 1413 \times 650 / (35 \times 7) = 3.75 \text{ kg / mm}^2$$

$$K\sigma < \sigma_e$$

$$12.2 \text{ Kg/mm}^2 < 24 \text{ Kg /mm}^2 \text{ (se cumple)}$$

1.1.1.1.5 Tensión diagonal traccionada:

$$\Sigma = 650 / (35 - 12) \times 7 = 4.05 \text{ Kg / mm}^2$$

**Tabla 30.**

*Resultados de Esfuerzos Totales de Correas.*

Carga	Esfuerzo (Kg)	Naturaleza	Carga	Esfuerzo (Kg)	Naturaleza
1	278.57		1'	278.57	
2	203.13	Tracción	2'	203.13	Tracción
3	650.00	Compresión	3'	650.00	Compresión
4	278.57	Compresión	4'	278.57	Compresión
5	406.26	Tracción	5'	406.26	Tracción
		Tracción			Tracción

Fuente: Elaboración Propia.

**3.5.10. Diseño de la cubierta instalada sobre la estructura**

Las coberturas metálicas son elementos estructurales considerados como planchas delgadas plegadas en frío para obtener rigidez. La longitud de la plancha es mucho mayor a su ancho por lo tanto la flexión ocurre a través de su ancho.

Las coberturas son de Aluzinc (acero galvanizado) presentadas en planchas de 5m, 7m, 9m, x 1m de ancho de espesores: 0.4 a 0.9mm.

Las coberturas se fabrican según la distancia entre apoyos de acuerdo a la norma de sobre carga permisible de 30 Kg/m<sup>2</sup>, según el Reglamento Nacional de Construcciones se tiene:

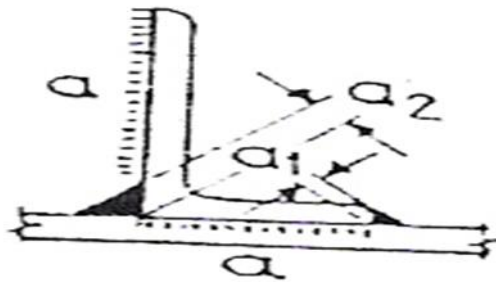
**Tabla 31.**  
*Variables de Canalones galvanizados*

Longitudes de Apoyos	Espesor	Peralte	Ancho Útil
Hasta 4m	0.4mm	65mm	650mm
4-5m	0.5mm	65mm	650mm
4-7m	0.6mm	110mm	820mm
7-9m	0.9mm	110mm	820mm

Fuente: Reglamento General de Construcciones

**Tabla 32.**  
*Cálculo de uniones soldadas espesor de los cordones para su calculo (a)*

Espesor mm del ala	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cm Máx. a <sub>2</sub>	0.25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,65	0,75	0,85	0,9
Cm a <sub>1</sub> = a	0,2	0,25	0,35	0,4	0,45	0,55	0,6	0,7	0,75



**Figura 44.** Uniones soldadas de los cordones para su calculo

**Tabla 33.**  
*Tensiones de trabajo admisibles en uniones soldadas.*

TIPO DE UNION	CLASE DE TENCION	TENSION DE TRABAJO ADMISIBLE	
A TOPE	Tracción	0,75 x	1200 = 900 Kg/cm <sup>2</sup>
	Tracción	0,75 x	1400 = 1050 Kg/cm <sup>2</sup>
	compresión	0,85 x	1200 = 1020 Kg/cm <sup>2</sup>
	compresión	0,85 x	1400 = 1190 Kg/cm <sup>2</sup>
	Flexión	0,80 x	1200 = 960 Kg/cm <sup>2</sup>
	Flexión	0,80 x	1400 = 1120 Kg/cm <sup>2</sup>
	Cortadura	0,65 x	1200 = 720 Kg/cm <sup>2</sup>
	Cortadura	0,65 x	1400 = 910 Kg/cm <sup>2</sup>
Soldadura en ángulo (frontal o lateral)	Todas	0,65 x	1200 = 720 Kg/cm <sup>2</sup>
		0,65 x	1400 = 910 Kg/cm <sup>2</sup>

**a. Tensión de Trabajo (carga estática)**

La tensión de trabajo de uniones en ángulos ya tope de los elementos que trabajan a tracción, compresión o cortadura, se calcula por la fórmula siguiente

$$T = \frac{P}{\sum (a \cdot l)}$$

**Donde:**

T = Tensión en Kg/cm<sup>2</sup>

P = magnitud del esfuerzo que transmite la unión en Kg

l = Longitud del cordón en cm.

a = espesor del cordón en cm

∑ = Suma de todos los cordones

**a. Cálculo de una unión soldadas a tope (carga estática)**

Longitud necesaria de soldadura para unión a tope trabajando a tracción

$$l = \frac{P}{a \cdot 0,65 \cdot T_{adm}}$$

**Tasa de deposición**

- Grado en el cual se puede depositar el material de soldadura de un electrodo expresado en lb ó kg/HR.
- Determinado por una prueba real de cada electrodo, se pesa la pieza antes y después de un periodo de tiempo determinado de soldadura.

Eficiencia de la deposición & pérdida de colilla



**Tabla 34.** Eficiencia de deposición

### Factor de operación de soldabilidad

Porcentaje de tiempo que el soldador está empleando

$$\frac{\text{Tiempo de Arco (hrs)}}{\text{Tiempo Total de trabajo}}$$

#### a. Costo de Soldadura.

Características físicas de los electrodos para la soldadura por arco con electrodos revestidos

Para calcular los costos se tiene que conocer:

- El rendimiento de los electrodos
- Tiempo de fusión
- Velocidad de deposición, que son los principales elementos para efectos de costo.



Para conocer hay que decir cierta terminología que es necesario en el cálculo de los costos y con ello estamos listos para efectuar nosotros mismos cálculos comparativos entre diferentes electrodos y marcas de soldadura:

Longitud de un electrodo

Longitud Standard:

10”, 12”, 14” y 18”

250, 300, 350 y 450 mm.

Diámetro nominal de un electrodo

Diámetros Standard.

1.5, 2, 2.5, 3, 3.15, 4, 5, 6.

Peso del metal depositado por un electrodo.

Peso promedio de 5 electrodos en chaflán en “V”, posición plana.

Número de electrodos para depositar 1 Kg. de metal.

$$\frac{\text{Tiempo de Arco (hrs)}}{\text{Tiempo Total de trabajo}}$$

$$n = p \times 100$$

$$q$$

Donde:  $q = s(L - 40)$

$$s = (\text{gr/cm})$$

**Tabla 35.**  
*Núcleo*

<b>d(mm)</b>	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6	6.3	7	8
<b>S(gr/cm)</b>	0.15	0.246	0.385	0.65	0.985	1.54	2.22	2.45	2.74	3.58

Del rendimiento “r” podemos deducir “p”

$$P = r \times q$$



100

**Donde:**

f (minutos) = tiempo de fusión de un electrodo

v(gr/min.) = Velocidad de deposición de un electrodo.

$$V = p/f$$

A(minutos) = Tiempos de arco por kg. De metal depositado

$$A = f \times n$$

**Observaciones**

“p” y “n” depende de la posición de soldar.

Las pérdidas pueden ser 15 a 25% en posición forzada. “A” varia con la posición y con el amperaje.

$$T = A + M \text{ Donde:}$$

M(minutos) = Tiempo muertos x Kg de metal depositado

T(minutos) = Tiempo de trabajo por Kg. De metal depositado

Coefficiente de utilización

$$U = A/T \times 100$$

**Los Precios de costo en la Soldadura.**

Un buen método de cálculo de costos permite:

1. Evaluar el costo de una construcción soldada
2. Preciar el interés económico de los diferentes electrodos
3. Elegir el mejor método de trabajo.

Los costos de una soldadura que vamos a tratar comprenden:

- Metal de aporte
- Mano de obra
- Energía Eléctrica Utilizada



- Amortización de máquinas y accesorios

**Costo de metal de aporte es igual a:**

Cantidad de soldadura para un trabajo (Q)

$$Q = P/P$$

Cuando el mismo diámetro de electro es igual al mismo tipo de electrodo

P = peso de metal a depositar en la práctica a veces no se cumple este último, por ejemplo, en el electrodo. ( Cellocord PT diámetro 1/8”, Cellocord 70T diámetro 5/32”, cellocord 70GT diámetro 3/16”).

En este caso se tendrá que calcular:

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 \text{ ----- } P_1 - P_2 - P_3 \text{ X cada diámetro y tipo de electrodo.}$$

Lo que dependerá a su vez de.

$$n_1 - n_2 - n_3$$

Numero de electrodos necesarios para depositar un Kg. de metal: “n”

n = según características de cada tipo de electrodo

ejemplos:

$$n = 1000/p$$

$$p = q \times r / 100$$

Si no conocemos ninguno de estos valores, calcular, tomando como base un rendimiento del 70%, que es por exceso.

Peso de metal a depositar “P”

Basándonos en las normas para la preparación de los bordes. AWSUNE -1436, en

la práctica se puede calcular:

Volumen a depositar = sección x longitud

$$p = \text{volumen} \times \text{densidad} (7.85 \text{ gr/cm}^3)$$

Por pérdidas:





- sobre espesores
- defecto de preparación
- reparaciones
- electrodos malogrados
- colillas demasiado largas
- Electrodos húmedos
- Maquinas en mal estado que produce perdidas, el coeficiente por pérdidas puede ser de un 10%

La estandarización en el trabajo permite planificar los trabajos en resumen:

$Q =$  electrodos necesarios, se pueden calcular.

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$  Donde

$Q_1 = P_1 \times 1.15 / P_1 \times 1.110$  luego

$Q_1 = P_1 \times 1.15 / 1000 \times n_1 \times 1.110$

### Finalmente tenemos

$P_1 = 1000 / n_1$

Dónde:  $Q_1 - Q_2 - Q_3 =$  Cantidad de diferentes diámetros de electrodos

$P_1 - P_2 - P_3 =$  Peso o deposito por cada electrodo

$n_1 - n_2 - n_3 =$  número de electrodos de cada tipo para depositar 1 Kg

para soldaduras en ángulo y a tope simple:

a) La longitud promedio de 2 o 3 electrodos en ángulo o tope

$Q = L / l_e$

**Dónde:**

$L =$  longitud total de soldadura

$l_e =$  longitud de depósito de un electrodo.



### **3.6. ELABORACIÓN DE PLANOS DE DISEÑO.**

En algunos casos, es necesario la presentación de maquetas o métodos de izaje: en otros casos se requiere la elaboración de los llamados Planos de Fabricación, que son aquellos en que se detalla cada miembro para que sean reparados en los talleres. Así como todas sus conexiones.

#### **3.6.1. Tecnología de fabricación**

##### **3.6.1.1. Especificaciones técnicas de fabricación**

###### **3.6.1.1.1. Especificaciones Técnicas de trazado**

El proceso de dibujo de la pieza en tamaño natural es el trazado. Se usa una mesa de chapa de acero de 1/2 "x1.2m x 2.4m de ancho colocada sobre caballetes de 0.8m de altura separado a 1.5m de la superficie de la por cada cuadrado se utilizan instrumentos de medición como cinta métrica de 2,5,10,20,30,50m, reglas de acero, escuadras de acero de ajustador y bordes especiales.

Como instrumentos de dibujo; puntas de trazar, compases, pie de rey, granetes, gramiles, mordazas, cuchillos de acero, tijeras, etc.

###### **3.6.1.1.2. Especificaciones Técnicas de Corte**

Para el corte de las planchas de las bases del techo llamado también cama de los Tijerales usamos una cizalla hidráulica con filo inclinado en bisel, ya que requiere menos esfuerzo.

Resistencia a la cortadura de acero estructural.

Resistencia a la rotura  $\sigma_B$  (N/mm<sup>2</sup>): 360 – 440

Resistencia a la cizalla  $\tau_B$  (N/mm<sup>2</sup>): 280 – 350



La fuerza cortante para el acero (FH) depende de la longitud de la plancha (L), espesor del material (S) y  $\sigma$  B:

$$FH = \sigma B \cdot L \cdot S.$$

**Tabla 36.**

*Análisis de esfuerzo en el corte de planchas*

Plancha	Dimensiones (mm)	FH(N)
1	120 x70 x 6.35	240030.00
2	120 x50 x 6.35	240030.00
3	190 x190 x 6.35	380047.50
Canal	Dimensiones (mm)	FH(N)
1	400 x 800 x 6.35	800100

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.1.1.3. Especificaciones técnicas de soldadura eléctrica.

- Cálculo del cordón de soldadura:

$$F = 5813 \text{ Kg ancho } (a) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Centro de gravedad de soldadura } x = 2.35 \text{ cm.}$$

$$I_x = L^3 / F = 1593.15 \text{ cm}^3$$

$$I_y = a \cdot x = 55.52 \text{ cm}^3$$

Distancia del centro de gravedad al punto crítico de soldadura.

$$C = \sqrt{(42)^2 + (a-c)^2} = 105.27 \text{ cm}$$

Fuerza resultante en el par de torsión:

$$F_2 = T_c / (I_x + I_y) = 8.53 \text{ Kg/mm}$$

Fuerza promedio resultante de carga directa:

$$F_1 = F / \text{long Total} = 1.1626 \text{ Kg/mm}$$

$$F \text{ soldadura} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 8.61 \text{ Kg /mm}$$

$$D = 0.015 F \cdot t$$

$$D \text{ max} = 8.4 \text{ mm (grosor de cordón de soldadura)}$$



$$1.5d = D$$

$$d = 5.6 \text{ mm } (\varphi \text{ soldadura})$$

- Armado y soldado de las vigas.

Se arma fabricando una plantilla copiadora en un sitio plano para posteriormente diseñarlo y luego colocando los angulares dando puntos de soldadura se trazan las líneas axiales, los puntos de intersección de líneas en los lugares de colocación de montantes, diagonales y piezas de unión.

Luego en la plantilla se fijan las piezas y elementos de las vigas, las piezas de apoyo terminales se fijan con planchas de ajuste, los nudos de apoyo de la armadura se ensamblan con bridas de apoyo.

Luego se coloca los angulares de cordón y por medio de la plantilla se verifica la posición de las alas de los angulares.

Los angulares del enrejado se ponen observando las distancias desde el tope del angular hasta el centro del nudo.

Al terminar de montar la armadura esta se quita de la plantilla, se voltea 180° y se dispone en las estanterías de montaje.

Los conectores se ensamblan al final en la misma plantilla. Los montantes, diagonales y conectores son soldados con juntas en solape de rincón doble, las plantillas son aseguradas con soldadura en ángulo.

El grosor del cordón de las soldaduras según el espesor del angular.

- Deformación de las vigas y calentamiento oxiacetilénico.

Para evitar deformaciones que aparecen por efecto del calentamiento local del acero en los procesos de soldadura y corte con llama.



Las bandas se cortan simultáneamente con sopletes espaciados al ancho necesario de la banda. Las bandas estrechas y largas se cortan dejando sectores no cortados de 6 a 10 mm de longitud después de cada 600 – 800 mm los cuales se liquidan al acabar el corte de todas las piezas de la plancha.

### **3.6.1.2. Especificaciones técnicas de montaje**

#### **3.6.1.2.1. Maniobras de anclaje de base para los Tijerales**

La superficie de apoyo de las planchas de asiento debe ser trabajada en lo que se refiere según a las líneas axiales.

Las bases de plancha se instalan mediante dispositivos de fijación y a continuación se rellenan con concreto armado para que descansen las cerchas o Tijerales.

Al ensamblar las bases (asientos) en los ejes de apoyo se marcan los ejes de instalación en la parte de la base para hacer las coincidir durante el montaje con los ejes marcados en las columnas de concreto.

#### **3.6.1.2.2. Izaje de los Tijerales (estructura)**

La maniobrabilidad de los Tijerales se realiza mediante una grúa móvil, para el respectivo montaje de la estructura de la Tijerales, el personal contara con su EPPS de Altura: con Arnés, línea de vida y con todas las medidas de seguridad para el respectivo izaje de cada uno de los Tijerales lo cual descansara en las bases de las columnas en la parte superior donde se fija con los vástagos.

#### **Cálculo de Soldadura en plancha de asiento:**

$$F = 5813$$



$$F = P/L = 48.44 \text{ KG/mm}$$

$$\text{Diámetro máximo de soldadura: } D = F/ 12.7 = .81\text{mm} \approx 4$$

Cálculo de soldadura en unión columna – cercha:

$$\text{Esfuerzo} = F_x + F_y = 22400\text{Kg} \quad \text{-F Línea de acción} = 80\text{mm}$$

$$\text{Eje de gravedad} = 27.2 \text{ mm}$$

$$R_t = \sum \text{Esfuerzos de distancia} / \text{línea de acción}$$

$$R_t = 76/6\text{Kg} - F$$

$$R_h = 22400 - 76/6 = 14734 \text{ Kg-F}$$

Tamaño de Soldadura:

$$8\text{mm} \sim 1/8'' = 4.825 \text{ mm, usar } 3/16'' \text{ para } 60$$

Longitud requerida:

$$R_t / 4( 800) = 2.23'' \text{ usar } 2 1/2'' \text{ en el borde.}$$

$$R_H / 4(800) = 4.2'' \text{ usar } 4 1/2'' \text{ en el talón.}$$

### 3.6.1.2.3. Montaje y Soldadura de nudos en vigas

Los nudos de las cerchas y correas son armados según los planos del diseño.

Los arrostros son instalados cuando la estructura está terminada. Las barras de arrostros son conectadas de tijera a tijera con ángulos de  $44.20^\circ$  y  $132.06^\circ$ , y la cruz de san Andrés de viga a viga a compresión. El cruce entre los arrostros forma una X con dos ángulos de  $19.73^\circ$  y  $160.27^\circ$ . Las barras son soldadas con soldadura en solape de rincón doble y por ambos lados.



### **3.6.1.3. Instalación y soldado de la cubierta con calaminón.**

La cubierta es instalada una vez terminada la estructura. El Calaminón son unidos en su ancho nominal cada 1m de acuerdo al ancho del calaminón con sobre pliegues y tira fones J” respectivamente.

En las zonas de las cerchas los canalones son remachados a los conectores.

Las paredes son instaladas de la misma manera que la cubierta.

### **3.6.1.4. Accesorios y acabados**

#### **3.6.1.4.1. Arenado y limpieza de estructuras.**

“Los métodos de preparación de superficies ferrosas referidas a continuación son las normalizadas por las instituciones Stel Structures Painting Council (SSPC), National Association of Corrosión Engineers (NACE) Y Swedish Institute of Standards” (SIS).

SSPC – SP –1 –63 Limpieza con solvente:

Lavado con productos químicos, vapor, limpiadores o álcalis para eliminar aceite, grasa, suciedad, tierra, sales y otros contaminantes.

SSPC – SP – 7 –63 Chorro de arena simple (NACE no3 o SIS Sa.2)

El chorreado de arena elimina todo el material suelto excepto la cascarilla de laminación, el óxido y la pintura bien adherida. Esto deja una gran cantidad de metal limpio en muchos lugares diferentes.

SSPC–SP-10–63 Chorro de arena al metal casi blanco (NACE No 2 o SIS Sa. 2 ½en la escala sueca).



Cuando se chorrea metal hasta que queda casi blanco, al menos el 95% de la superficie de cada centímetro cuadrado está limpia.

Método usado en ambientes muy húmedos, marinos o corrosivos.

#### **3.6.1.5. Pinturas**

Los métodos de pintura utilizados en el negocio se basan en las pinturas y en el material del que están hechas. Así, los sistemas que conocemos son:

- El sistema convencional
- El sistema epóxico o industrial.

El sistema epoxico utiliza pinturas y esmaltes fabricados con resinas epoxi y poliamidas resistentes a la corrosión.

Para el cuidado de piscinas, donde se necesita un acabado resistente a la corrosión debido a la humedad del interior de la cubierta, se sugiere el método epoxi.

Este método es más resistente y dura más que el anterior porque se adhiere mejor y no deja que la suciedad, el agua o el desgaste se desvanezcan con tanta facilidad.

En este caso utilizaremos la pintura epóxica para el proyecto a elaborar.

#### **Anticorrosivo epoxico tile clad ii**

##### **Descripción**





Se trata de un revestimiento anticorrosivo de epoxi-poliamida de dos componentes destinado al mantenimiento de la industria. En un método de revestimiento epoxi, se utiliza como capa base.

Por la forma en que está fabricado, es un revestimiento muy resistente a la oxidación, el desgaste, los productos químicos (ácidos y álcalis), los disolventes y otras cosas.

### **Características**

Vehículo : Epoxi - Poliámida

Sólido en Volumen: 50% mezcla Color A escoger N° de Componentes : Dos,

Parte A : pigmentada, B : catalizador.

Relación de Mezcla : Mezclar uno a uno en Volumen.

Tiempo mínimo de inducción : 1 hora a 25°C

Tiempo de vida útil de la mezcla : 8 horas a 26°C Tiempo útil de almacenaje : 10 meses

Tiempo de secado : Al tacto una hora para Recubrir 6 horas. Espesor seco recomendado : de 2 a 3mm por capa Espesor húmedo recomendado : de 4 a 6mm por capa

### **Esmalte epoxico tile clad ii**

**Descripción:** “Es un esmalte Epoxi – Poliámida de dos componentes formulado para el mantenimiento industrial, donde se requiere un acabado resistente a la corrosión, abrasión, agentes químicos, solventes etc”.

### **Características**

Vehículo : Epoxi Poliámida



Sólidos en Volumen : 50% mezcla

Color : A escoger

Nº de componentes : Dos,

Parte A: pigmentada Parte B: catalizador

Relación de Mezcla : Mezclar uno a uno en Volumen.

Tiempo mínimo de inducción : 1 hora a 25°C

Tiempo de vida útil de la mezcla: 8 horas a 26°C

Tiempo de secado : Al tacto una hora para Recubrir 6 horas.

Tiempo de curado total : de 7 a 10 días dependiendo de la temperatura  
y la humedad.

Espesor seco recomendado : de 2 a 3mm por capa

Espesor húmedo recomendado : de 4 a 6mm por capa



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

En este capítulo representa los resultados y costos del estudio técnico de fabricación en estructura para una cubierta de piscina de la I.E.S. gran unidad escolar “SAN CARLOS”- PUNO

##### 4.1.1. Costos y presupuesto

El documento más importante desde el punto de vista comercial es el presupuesto, todas las demás se han establecido para determinar el precio al cual ha de ser vendida la estructura.

Los elementos más importantes que dan lugar a su formación son:

1. Precio de compra del acero.
2. Precio de pinturas, remachas y acabados.
3. Precio de mano de obra en taller y montaje.
4. Gastos generales diversos, cargas sociales, tasas, impuestos.
5. Gastos de transporte del taller a la obra.

#### 4.2. METRADO Y COSTOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

##### 4.2.1. Metrado de estructuras metálica

Proyecto: Techo metálico (1200m<sup>2</sup>).



**Tabla 37.**  
*Metrado de Estructuras Metálicas*

N°	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
1	CERCHAS (06) TIJERALES				
1.1	L 2 1/2" x 2 1/2" x 3mm.espesor	varilla	130	65	8450
1.2	Fierro redondo liso de 1/2 "	varilla	1200	22	26400
1.3	Electrodo 6011	Kg	20	12	240
1.4	electrodo7018	Kg	20	12	240
1.5	pintura Anticorrosiva	Gln	10	40	400
1.6	pintura Esmalte	Gln	10	40	400
1.7	Thinner	Gln	20	16	320
				S/.	36450
N°	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
2	Viguetas (50 unid)				
2.1	L 1 1/4" x 1/8" espesor	varilla	100	40	4000
2.2	Fierro redondo liso de 1/2 "	varilla	60	22	1320
2.3	Fierro redondo liso de 3/8"	varilla	180	11	1980
2.4	Electrodo 7018	Kg	20	12	240
2.5	Electrodo 6011	Kg	20	12	240
2.6	pintura Anticorrosiva	Gln	10	40	400
2.7	pintura Esmalte	Gln	10	40	400
2.8	Thinner	Gln	20	16	320
				S/.	8900
N°	DESCRIP. DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
3	Viguetas de Compresión (46unid)				
3.1	L 1 1/4" x 1/8" espesor	varilla	95	40	3800
3.2	Fierro redondo liso de 1/2 "	varilla	60	22	1320
3.3	Fierro redondo liso de 3/8"	varilla	280	11	3080
3.4	Electrodo 7018	Kg	20	12	240
3.5	Electrodo 6011	Kg	20	12	240
3.6	pintura Anticorrosiva	Gln	10	40	400
3.7	pintura Esmalte	Gln	10	40	400



3.8	Thinner	Gln	20	16	320
					9800

N°	DESCRIP. DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
4	Bases Plancha				
4.1	Espesor 1/2" x 5' x 20'	m2	6	820	4920
4.2	Espesor 5/8" x 5' x 20'	m2	4	1070	4280
4.3	Pernos de 4" 3/4 de espesor	Unid	84	20	1680
					10880

N°	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
5	Arriostres (Cruz de San And				
5.1	Fierro redondo liso de 1/2 "	varilla	90	22	1980
5.2	Fierro redondo liso de 3/8"	varilla	60	11	660
5.3	Electrodo 6011	Kg	10	12	120
5.4	pintura Anticorrosiva	Gln	5	40	200
5.5	pintura Esmalte	Gln	5	40	200
5.6	Thinner	Gln	10	16	160
				S/.	3320

N°	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
6	Tensor (06 unid)				
6.1	Fierro redondo liso de 5/8 "	varilla	20	30	600
6.2	Fierro redondo liso de 3/4"	varilla	30	40	1200
6.3	Electrodo 6011	Kg	5	12	60
6.4	Electrodo 7018	Kg	5	12	60
6.5	pintura Anticorrosiva	Gln	2	40	80
6.6	pintura Esmalte	Gln	2	40	80
6.7	Thinner	Gln	4	16	64
				S/.	2144

N°	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
7	Cobertura ALUZINC.				
7.1	Calaminón 0.6mm. x 9m	m2	1353	56	75768
7.2	Canalones 0.9mm. x 5m. Acabados	ml	60	50	3000
7.3	Sujetadores de canalón	unid	60	15	900



7.4	Electrodo 6011	Kg	5	12	60
7.5	pintura Anticorrosiva	Gln	2	40	80
7.6	pintura Esmalte	Gln	2	40	80
7.7	thinner	Gln	4	16	64
7.8	Otros (Arenado)	ml	1800	5	9000
				S/.	79952

Nº	DESCRIP.DE COBERTURA	SUBTOTAL
1	Cerchas (06 Tijerales.)	36450
2	Viguetas (50 unid)	8900
3	Viguetas de Compresión (46unid)	9800
4	Bases Plancha	10880
5	Arriostres (Cruz de San Andrés)	3320
6	Tensor (06 unid)	2144
7	Cobertura ALUZINC.	79952
8	Huaype	300
		151746
		S/.

#### 4.2.2. Mano de obra

**Tabla 38.**

*Mano de obra*

Nº	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDA D	HORA	DIA	45 DIAS
1	Mano de obra					
1.1	Ingeniero	Hr-H	1	12.5	100	4500
1.2	Operario 1	Hr-H	1	10	80	3600
1.3	Operario 2	Hr-H	1	10	80	3600
1.4	Operario 3	Hr-H	1	10	80	3600
1.5	Oficial montajista 1	Hr-H	1	8	64	2880
1.6	Oficial montajista 2	Hr-H	1	8	64	2880
1.7	Ayudante Calificado 1	Hr-H	1	6	48	2160
1.8	Ayudante Calificado 2	Hr-H	1	6	48	2160
					s/:	25380
Nº	DESCRIP.DE COBERTURA	UNIDAD	CANTIDA D	HORA	DIA	45 DIAS
2	Maquina y Herramientas					
2.1	Maquinas de Soldar	Hr-H	4	8	256	11520
2.1	Tronzadora	Hr-H	2	5	80	3600
2.2	Roladora	Hr-H	1	8	64	2880
2.3	Tornillo de Banco	Hr-H	4	5	160	7200
2.4	Cizalla Multiple	Hr-H	1	5	40	1800



2.5	Equipo de Oxiacetileno	Hr-H	1	8	64	2880
2.6	Comprensora de Aire	Hr-H	2	5	80	3600
2.7	Herramientas	Hr-H	5	3	120	5400
					s/:	38880
<b>N°</b>	<b>DESCRIP.DE COBERTURA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>HORA</b>	<b>DIA</b>	<b>15 DIAS</b>
3	Equipo de Montaje y Transp.					
3.1	Grua 10 Tn	Hr-H	1	80	640	9600
3.2	Transporte	Hr-H	1	25	200	3000
					S/.	12600
	N°	DESCRIP. mano de obra y equipos				SUBTOTAL
						L
	1	Mano de obra				25380
	2	Maquinas y Herramientas				38880
	3	Equipo de Montaje y Transp.				12600
					S/.	76860
4.2 SUMA						
	N°	Descríp. General				Sub total
	1	Cobertura				151746
	2	Mano de Obra y Equipos				76860
					S/.	228606
	N°	Costos			Precio S/.	
	1	Precio directo			216006	
	2	Precio Indirecto			12600	
		Total	S/:		228606	
	3	Gastos (01 %)			2,286	
	4	Utilidad (15%)			34633.81	
		Total	S/.		265,525.87	
	5	IGV (18%)			-	47794.66
		Total	S/.			313,320.53



## 4.3. PLAN DE GESTION DE RESIDUOS METALICOS

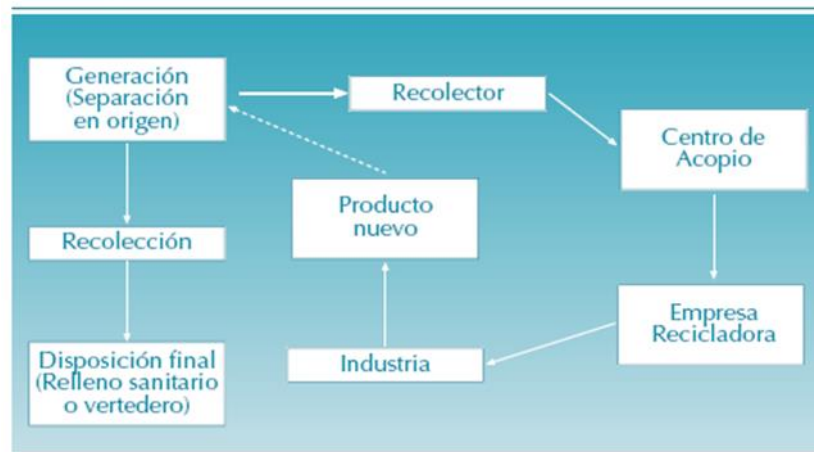
### 4.3.1. Problemas ambientales

A medida que la economía crece, también lo hace la cantidad de cosas que la gente compra, y las empresas fabrican cada vez más cosas que no se estropean ni duran para siempre. En la región de Puno, por ejemplo, se producen unas 6 toneladas de basura al día. Se cree que aproximadamente la mitad está compuesta por residuos biológicos, y sólo se recupera el 7% de la otra mitad. En otras palabras, producimos tantos residuos domésticos reales que pueden causar muchos problemas a la sociedad en su conjunto si no se gestionan adecuadamente. Desde el punto de vista económico, por ejemplo, las ciudades deben pagar los elevados costes de recogida y transporte a los lugares de vertido final. Por otro lado, los lugares que no disponen de vertederos modernos y limpios generan más problemas, como ruido, malos olores, polvo, presencia de roedores e insectos, riesgo de propagación de enfermedades a las personas cercanas y una disminución del valor del entorno y del propio terreno. Los vertederos ilegales empeoran aún más la situación porque contaminan las aguas subterráneas y superficiales con percolados, que son líquidos que se forman cuando los residuos orgánicos fermentan. También contaminan el suelo, las plantas y los animales, desprenden gases que pueden incendiarse y crean plagas. También hay una pérdida de energía y recursos naturales porque muchas cosas que podrían volver a utilizarse o recuperarse acaban en la basura. Por último, hay problemas sociales y culturales con la basura. Por ejemplo, nadie quiere vivir junto a un vertedero o un vertedero limpio porque estos lugares suelen considerarse inseguros y causan contaminación visual.



### 4.3.2. Reciclar

Reciclar es tratar la basura como un recurso del que extraer nuevos productos. El acero es el material más reciclado del mundo, a pesar de que el papel recibe más atención. Casi la mitad (45%) de todo el acero que se produce hoy en día se recupera de la chatarra. Miles de otras cosas, como lavadoras, trenes, clavos y alambre, pueden fabricarse a partir de perfiles reciclados. Las campañas de concienciación ganan al público y consiguen que todo el mundo se sume a ellas. A los fabricantes se les ha encomendado la tarea de reciclar los envases de los productos a escala mundial. Como resultado, se han puesto en práctica de forma relativamente inmediata muchas formas diferentes de instrumentos económicos, como la oferta de descuentos en los precios de los artículos de acero retornables.



**Figura 45.** Manejo de los RSD

La respuesta obvia es dejar de generar basura. Las "3 R" (reducir, reutilizar y reciclar) son esenciales para minimizar la basura que inevitablemente producimos.



### **4.3.3. Las 3 R'S del acero**

#### **4.3.3.1. La Primera R: Reducir**

El sector siderúrgico ha reducido su consumo de energía en un 60% desde la Segunda Guerra Mundial. Gracias a ello, las emisiones de dióxido de carbono han disminuido drásticamente.

La cantidad de acero que se pierde también ha disminuido considerablemente. La cantidad de acero bruto necesaria para producir 100 toneladas de producto final ha descendido a 116 toneladas desde las 145 toneladas de 1970.

Además, la contaminación del aire y el agua procedente del sector siderúrgico mundial ha disminuido un 90% en la última década.

Los productores de acero han gastado más de 7.000 millones de dólares en tecnología de prevención de la contaminación desde que se celebró el primer Día de la Tierra en Estados Unidos, en abril de 1970. En los últimos cinco años se han realizado inversiones por valor de cien millones de dólares en sistemas de control medioambiental en todas las instalaciones de fabricación. Aceros Arequipa ha invertido más de 13 millones de dólares en este sector durante los últimos cinco años en Perú.

Estos gastos ayudan al medio ambiente porque permiten al sector siderúrgico utilizar menos materias primas y menos energía.

#### **4.3.3.2. La Segunda R: Reutilizar**

La escoria es un subproducto de la producción de hierro, pero actualmente se recupera y se le da uso en una amplia gama de industrias,



desde la estabilización de carreteras a los ferrocarriles, pasando por los fertilizantes o la producción de vidrio.

Cada año se ahorran diez millones de toneladas de otros recursos naturales gracias a la recuperación y reutilización de escorias en todo el mundo.

La producción de hierro también da lugar a la liberación de importantes cantidades de gases. Al recogerlos, purificarlos y reutilizarlos, podemos reducir significativamente la cantidad de gas natural necesario para el calentamiento y otras formas de energía de proceso.

Aceros Arequipa se ha esforzado en este sentido encontrando un nuevo uso para algunos de sus residuos, como la escoria, un subproducto del proceso de laminación del acero que ahora se utiliza como materia prima en la industria del cemento. Con esta gestión no sólo se aprovecha un residuo de reciclaje, sino que también se reducen los gastos de eliminación.

#### **4.3.3.3. La Tercera R: Reciclar**

El acero tiene la tasa de reciclado más alta de todos los materiales de la Tierra, con una media del 43%.

El zinc, por ejemplo, se vaporiza durante el proceso de fabricación del acero en el horno eléctrico y se recoge como polvo en los filtros; este polvo se recicla junto con los demás productos de la empresa.

“Las propiedades magnéticas del acero facilitan su separación de otros materiales en el flujo de residuos, lo que permite retirar millones de toneladas de hierro y acero cada año”.



### **El acero:**

Un tipo de aleación de hierro y carbono que es infinitamente reciclable y a menudo se fabrica con productos de desecho. Tiene el mayor índice combinado de uso industrial y doméstico del mundo.

Basta con observar nuestro entorno para darse cuenta de la omnipresencia del acero en nuestra vida cotidiana. Los electrodomésticos (frigorífico, cocina, lavadora), los materiales de construcción (desde clavos hasta retroexcavadoras), los automóviles y un sinnúmero de objetos están contruidos con acero o incluyen piezas de acero. El acero es un componente crucial de la construcción de todos los edificios nuevos de una ciudad. Por ello, el acero es el metal de mayor consumo mundial. Alrededor del 45% de la producción total de acero de 2004 (1.055 millones de toneladas) se compuso de chatarra.

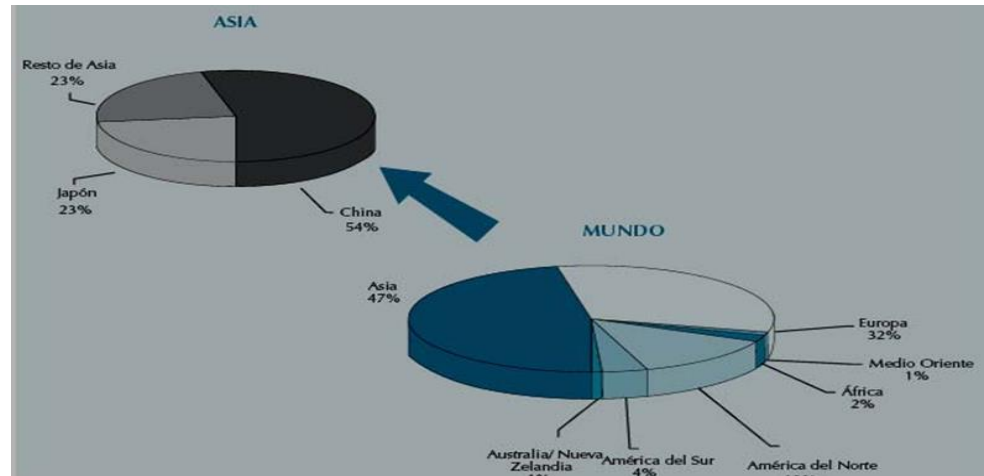
El acero es uno de los metales más utilizados por su resistencia, adaptabilidad y versatilidad. Su contenido en hierro le confiere la inusual propiedad del magnetismo. Como resultado, el acero es una de las materias primas más reciclables, ya que puede recuperarse fácilmente con un electroimán colocado en un vertedero.

El acero se compone de hierro (alrededor del 98%) y carbono (menos del 2% en peso). La adición de otras sustancias le confiere nuevas propiedades, como mayor tenacidad, dureza o ductilidad.

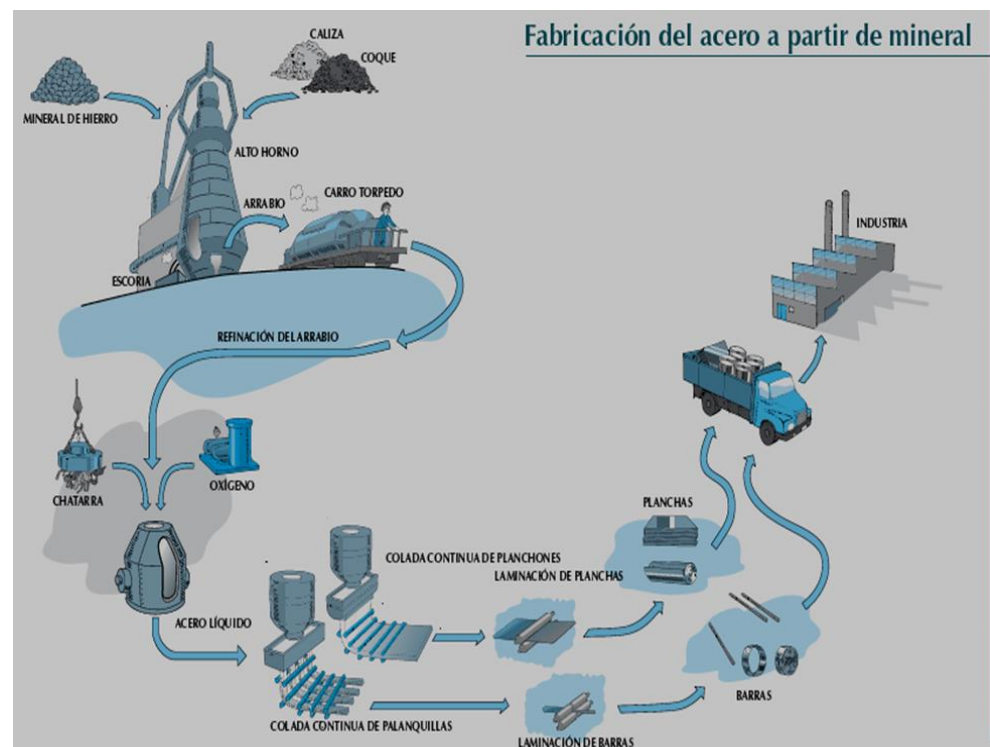
### **Chatarra**

La transformación de metales y la producción de productos generan una serie de subproductos, algunos de los cuales acaban formando parte de

artículos de acero al final de su vida útil, como electrodomésticos, vehículos, materiales de construcción, barcos y latas de acero postconsumo. La chatarra de acero se utiliza en la producción de artículos de acero.



**Figura 46.** Producción de acero en el mundo



**Figura 47.** Fabricación del acero a partir del mineral



#### **4.3.4. Etapas del reciclaje**

##### **4.3.4.1. Acero a partir del reciclaje de chatarra.**

El acero usado o chatarra es el ingrediente clave, ya que puede reciclarse indefinidamente. Aceros Arequipa, la empresa líder del sector en Perú, recicló cerca de 400 mil toneladas de residuos en 2006.

Para reciclar la chatarra y convertirla en acero se siguen los siguientes procedimientos:

##### **4.3.4.2. Recolección, acopio y transporte**

En todo el país, los chatarreros recogen y almacenan escombros procedentes de obras, fábricas y productos de consumo al final de su vida útil.

La chatarra se transporta en camiones hasta las instalaciones de recogida, donde se procesa en contenedores antes de ser enviada a la fábrica de Aceros Arequipa.

##### **4.3.4.3. Centros de acopio**

Los materiales reciclables se almacenan y clasifican en estas instalaciones antes de venderse a empresas de reciclaje o fabricantes de productos manufacturados.

##### **4.3.4.4. Empresa Recicladora.**

Recoge la basura de los centros de reciclaje o de recolectores individuales y la transforma en materia prima para venderla a las fábricas.



#### **4.3.4.5. Industria**

Las empresas obtienen materias primas de los recicladores para crear productos totalmente nuevos.

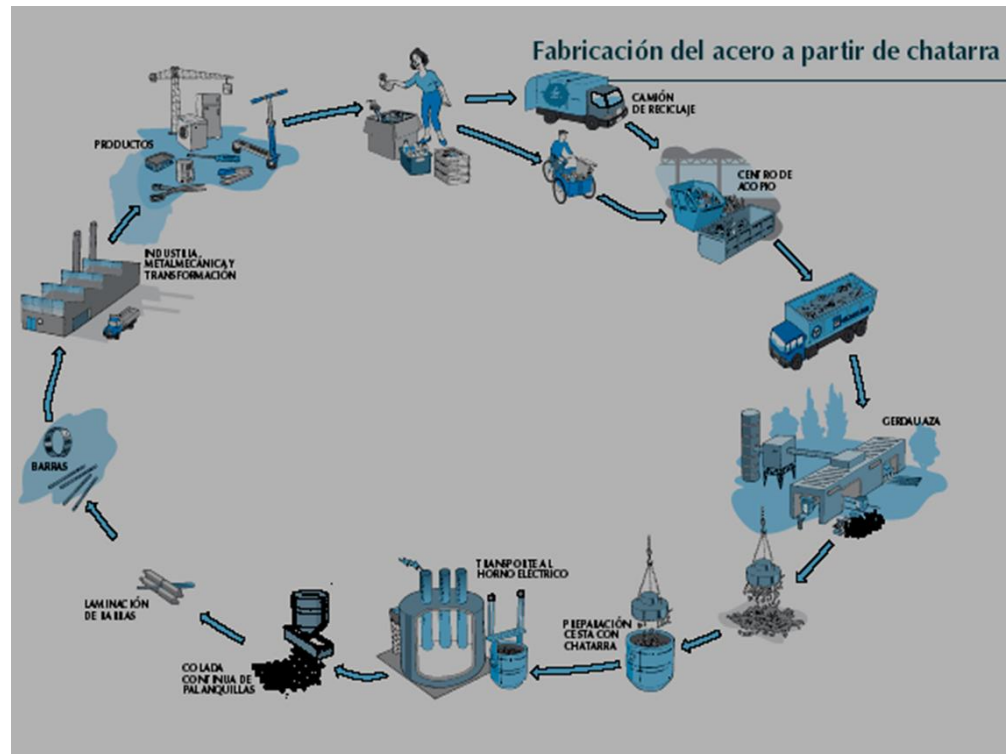
#### **4.3.4.6. Fabricación de acero nuevo**

En un horno eléctrico, la energía generada por un arco eléctrico entre tres electrodos de grafito transforma el estado sólido (la chatarra) en estado líquido (el acero líquido). Toda la chatarra cercana se licua cuando se introduce combustible y gas oxígeno. El oxígeno contribuye aportando más energía y acelerando el proceso de fusión. Toda la escoria que es más ligera que el acero líquido flota hasta la superficie, donde se recoge para su posible uso posterior en la construcción de carreteras.

Una vez filtrado el acero líquido para eliminar cualquier resto de escoria, se transfiere a una cuchara, donde se determina su composición química final. A continuación, esta cuchara transporta el líquido a la fase de solidificación. Esto se hace en moldes enfriados con agua, en los que el acero líquido se vierte desde arriba y se drena continuamente desde abajo. La colada continua es el método utilizado para fabricar palanquillas, que posteriormente se laminan en barras de acero.

#### **Separación en origen.**

La chatarra del taller mecánico se vende a un centro de reciclaje o de recogida de chatarra una vez clasificada.



*Figura 48.* Fabricación del acero a partir de la chatarra

#### 4.3.5. Beneficios que trae el reciclaje

El reciclaje también ayuda a resolver los problemas económicos, medioambientales y socioculturales relacionados con la acumulación de basura.

##### 4.3.5.1. En lo económico

El ahorro en el coste de los materiales frescos es donde residen la mayoría de las ventajas. Los productos fabricados con materiales reciclados tienen unos costes de producción mucho más bajos, lo cual es una gran noticia para los compradores. La producción de acero a partir de chatarra reciclada, por ejemplo, supone una disminución del 90% en el uso de materiales vírgenes. Dado que el reciclaje requiere mucha menos energía y agua que fabricar cualquier cosa desde cero, también puede ahorrar mucho dinero en este aspecto. Al fabricar acero a partir de residuos





reciclados, por ejemplo, la mayor parte de las reducciones de energía proceden del propio proceso de fabricación (74%).

Los particulares, las instituciones y los grupos comunitarios que clasifican la basura para uso comercial pueden ganar dinero vendiendo los materiales reciclables a empresas de recuperación o cambiándolos por otros bienes. Aceros Arequipa, una empresa de reciclaje de acero de Perú, compra todos los residuos que procesa a una red de chatarreros. El reciclaje también disminuye la cantidad de basura que se envía a los vertederos, lo que reduce el dinero necesario para transportarla y almacenarla.

Al abrir la puerta a la creación de nuevas pequeñas y medianas empresas y al uso de tecnología punta, el reciclaje contribuye a aumentar el número de puestos de trabajo disponibles en la economía. El reciclaje puede ayudar a los residentes a ahorrar dinero en las tasas de recogida de basura de la ciudad. Estos fondos podrían destinarse a diversas iniciativas de mejora de la comunidad, como la instalación de nuevas luminarias, el mantenimiento de las existentes y la promoción de oportunidades recreativas.

#### **4.3.5.2. Beneficios ambientales del reciclaje**

- La idea principal es que se utiliza menos energía y agua cuando se conservan las materias primas, lo que a su vez evita la sobreexplotación de los recursos naturales. La disminución de contaminantes es una ventaja adicional para el mundo natural. Por ejemplo, reciclando metal viejo podemos reducir la contaminación del aire en un 88% y la del agua en un 76%. Tanto la comunidad como el medio ambiente saldrán



ganando con la generalización del reciclaje, que acabará reduciendo el número de vertederos legales e ilegales.

- Reutilizar los recursos es preferible a desecharlos por las siguientes razones:
- La frase "sacar la basura del sistema" es una buena manera de describir el proceso de reciclado del acero. Los vertederos y los vertederos ilegales tienen menos material que pueda reutilizarse.
- El uso de materiales reciclados en la producción reduce la demanda de los recursos finitos del planeta. En la producción de acero se ahorran materias primas como la piedra caliza, el mineral de hierro y el carbón. Podemos ahorrar 1,5 toneladas de mineral de hierro y 500 kilos de carbón necesarios para producir coque por cada tonelada de chatarra de acero que se recicla. Por ejemplo, la EPA informa de que el reciclaje del acero supone una disminución del 90% en el consumo de materias primas, un recorte del 97% en los residuos mineros y una reducción del 97% en la producción de basura sólida.
- Cuando un mineral se extrae sin crear ruidos innecesarios ni contaminación atmosférica (polvo en el aire), se mitigan varios impactos ambientales negativos. Las emisiones contaminantes a la atmósfera se reducen en un 71% y las emisiones contaminantes al agua en un 56%.
- La cantidad de energía ahorrada asciende al 52%. Estas medidas de ahorro son similares al consumo anual de energía de los hogares de la región sur de Perú.



- Estimula a las pequeñas empresas vecinas y crea puestos de trabajo. El proceso de recogida de chatarra requiere el montaje de módulos de almacenamiento discretos.
- Más de un centenar de pequeños y medianos proveedores, en su mayoría radicados en las ciudades más pobladas de Perú, conforman la red de chatarreros del país. La industria siderúrgica del país depende de ellos para recoger, cribar, procesar y transportar esta valiosa materia prima.

#### **4.3.5.3. En el ámbito socio-cultural**

Si el reciclaje se institucionaliza y se amplía, las personas que ahora recogen materiales tendrán acceso a ocupaciones mejor remuneradas que mejorarán su nivel de vida.



## V. CONCLUSIONES

- La utilización de los electrodos y maquinas se debe utilizar de acuerdo al material a tratar según la norma AWS, se debe aplicar siguiendo las indicaciones de tal manera que nos garantice la resistencia de la estructura cumpliendo con las normas requeridas.
- Es necesario indicar la importancia de la evaluación de los esfuerzos de la estructura por medio de programas computarizados, nos dan valores exactos en cuanto a los esfuerzos.
- Las estructuras metálicas por resistentes, ligeras y fácil montaje se utilizan para edificios, galpones, cubiertas de estadios, multipropósito.
- La utilización de diseños simples y la utilización de materia prima de fácil adquisición deben ser de buena calidad según norma ASTM A-36, lo cual permite de forma segura la fabricación de estructuras u otros objetos en toda empresa metal mecánica, pero con la supervisión de profesionales de Ingeniería Metalúrgica.



## VI. RECOMENDACIONES

- Antes de empezar diariamente y durante un lapso de tiempo de 5 minutos al comienzo de cada labor es recomendable dar charlas de seguridad y salud ocupacional, medio ambiente y labores a cumplir durante el día de acuerdo al rol de trabajo.
- Al inicio de cada labor es necesario inspeccionar el área, Maquinas, Herramientas y los EPPS de cada trabajador, y adicionar los implementos necesarios si fueran el caso para trabajos en alguna labor específica.
- Es primordial tomar todas las medidas de seguridad que sea necesarias para proteger la vida y salud de nuestro personal, así como la de terceras personas.
- En la actualidad se cuenta con softwares para hacer los cálculos del análisis y obtener los resultados en poco tiempo, tales son: S10, Acad 2000, Solid Work, Etabs, Pero es necesario recordar que la etapa más importante es estudiar la calidad de los materiales, es criterio y la creatividad del ingeniero, ya que este paso no lo realiza ningún software.



## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A572 Grado 50. (1998) Catálogo de productos y servicios Aceros Arequipa 1era Edición.

Catalogo Oerlikon (1996) Suministros industriales catalogo general. Air Liquide España.

Recuperado <https://www.maher.es/wp-content/uploads/2021/07/OERLIKON-2016.pdf>.

Howard B. Cary: (1992) Manual de soldadura moderna Tomo I. Impreso en México

Howard B. Cary (1994) Manual de Soldadura Moderna Tomo II. Impreso en México

Arturo Lobato f. (2010) Problemas y Experimentos de Metalurgia Física Departamento de Metalurgia UNI – Lima.

José Manuel (1987) Mecánica de Taller, Materiales Metrología I. Madrid Cultural Editorial Thema – Barcelona

Luís F. Zapata Baglietto: Diseño estructural en acero. Lima Perú

Manual de aplicación de ángulos de acero en caliente astm reglamento nacional de edificaciones instituto eutectic + castolin

MeaL (1994) Guia de aleaciones y productos, Proyecto Meal Instituto Tecnológico España.

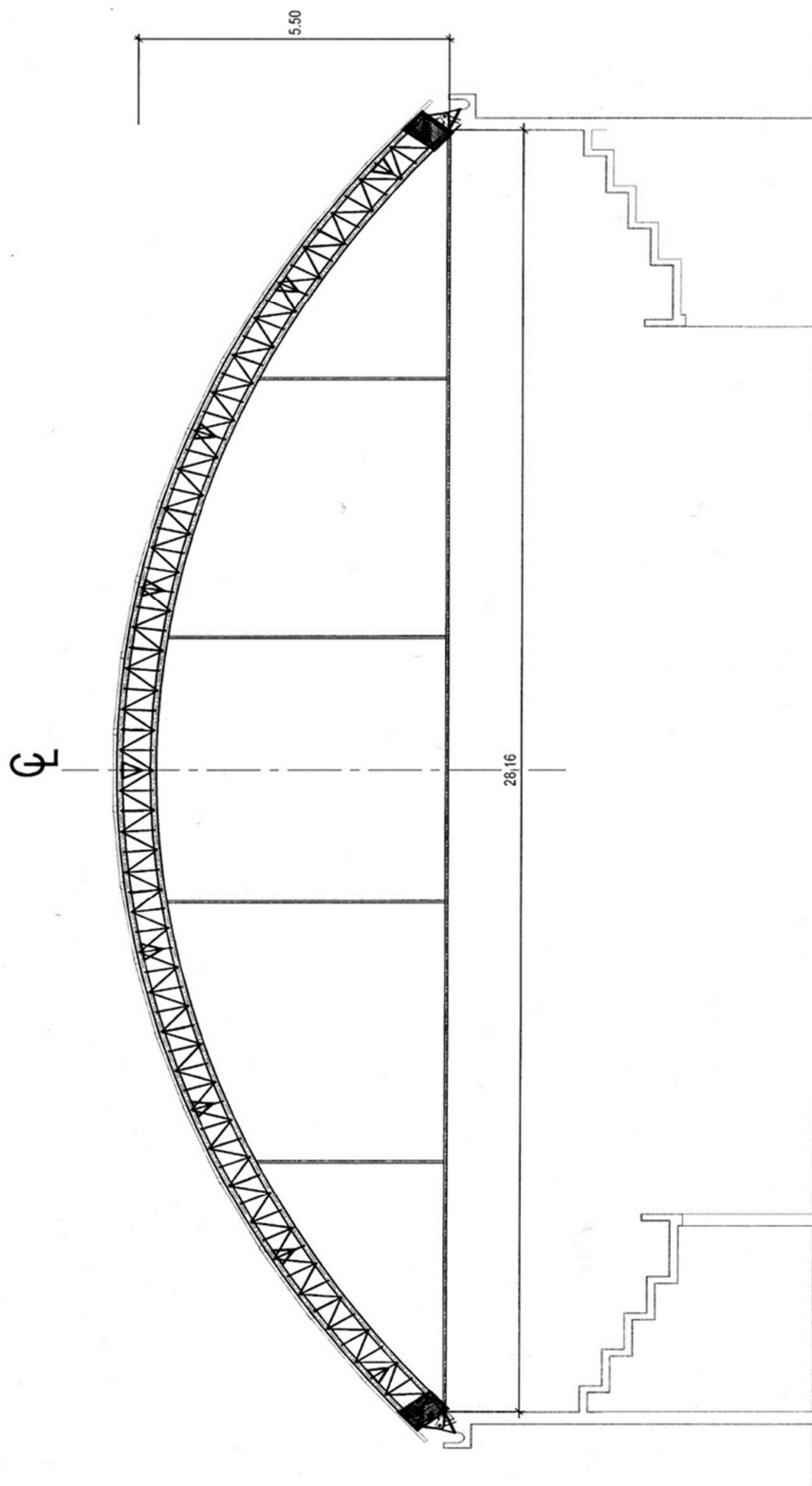
Robert Nonnast (1995) El Projectista de Estructura Metálica. Tomo I y II, Impreso En España

Sydney havner (1998) Introducción a la Metalurgia Física Segunda Edición Mc Graw Mexico.

Tecsup Arequipa: Reconstrucción por Soldadura



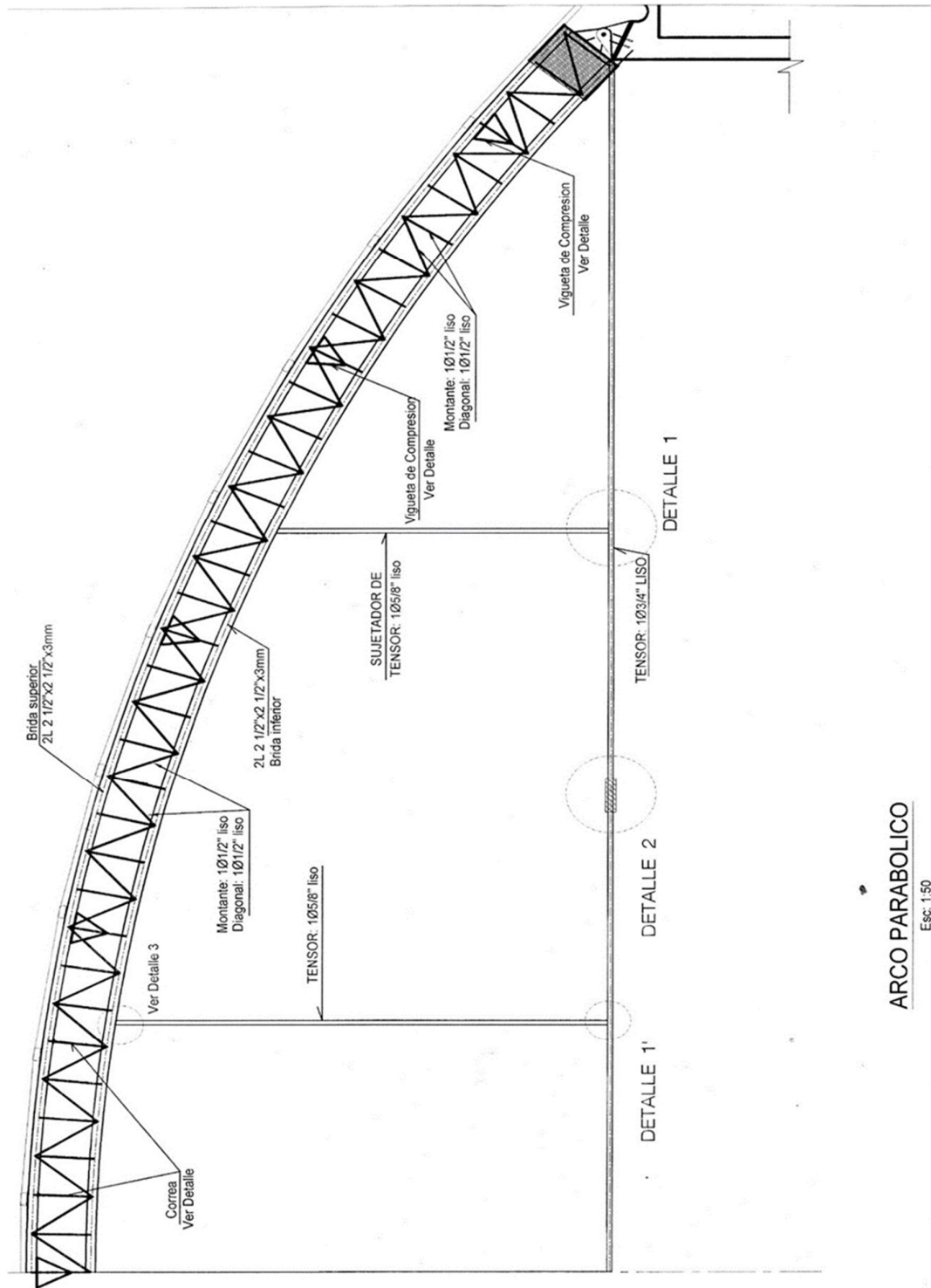
## ANEXOS



ELEVACION GENERAL ARCO PARABOLICO

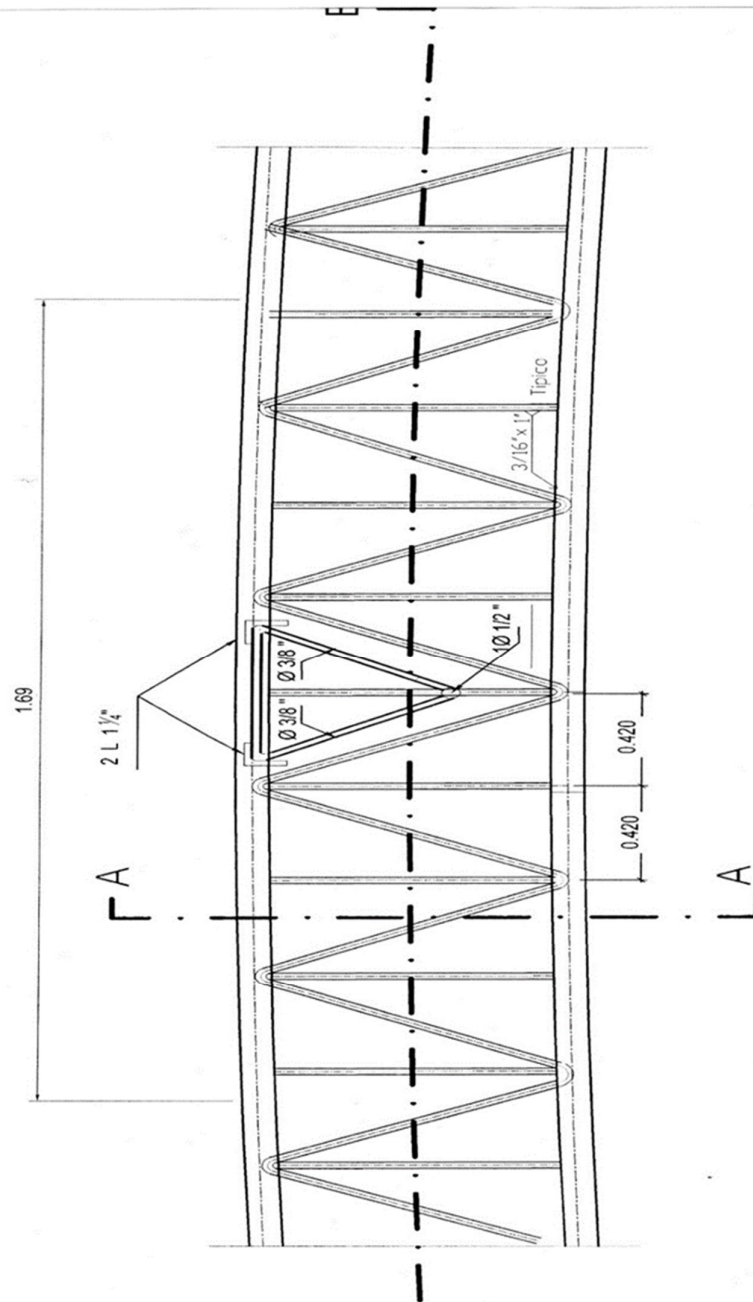
Esc: 1:100

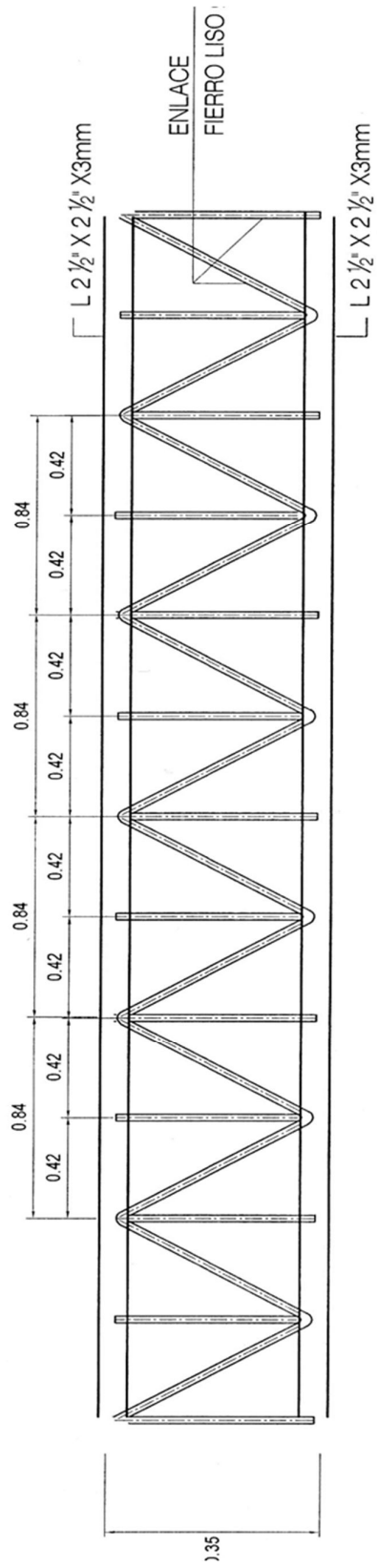




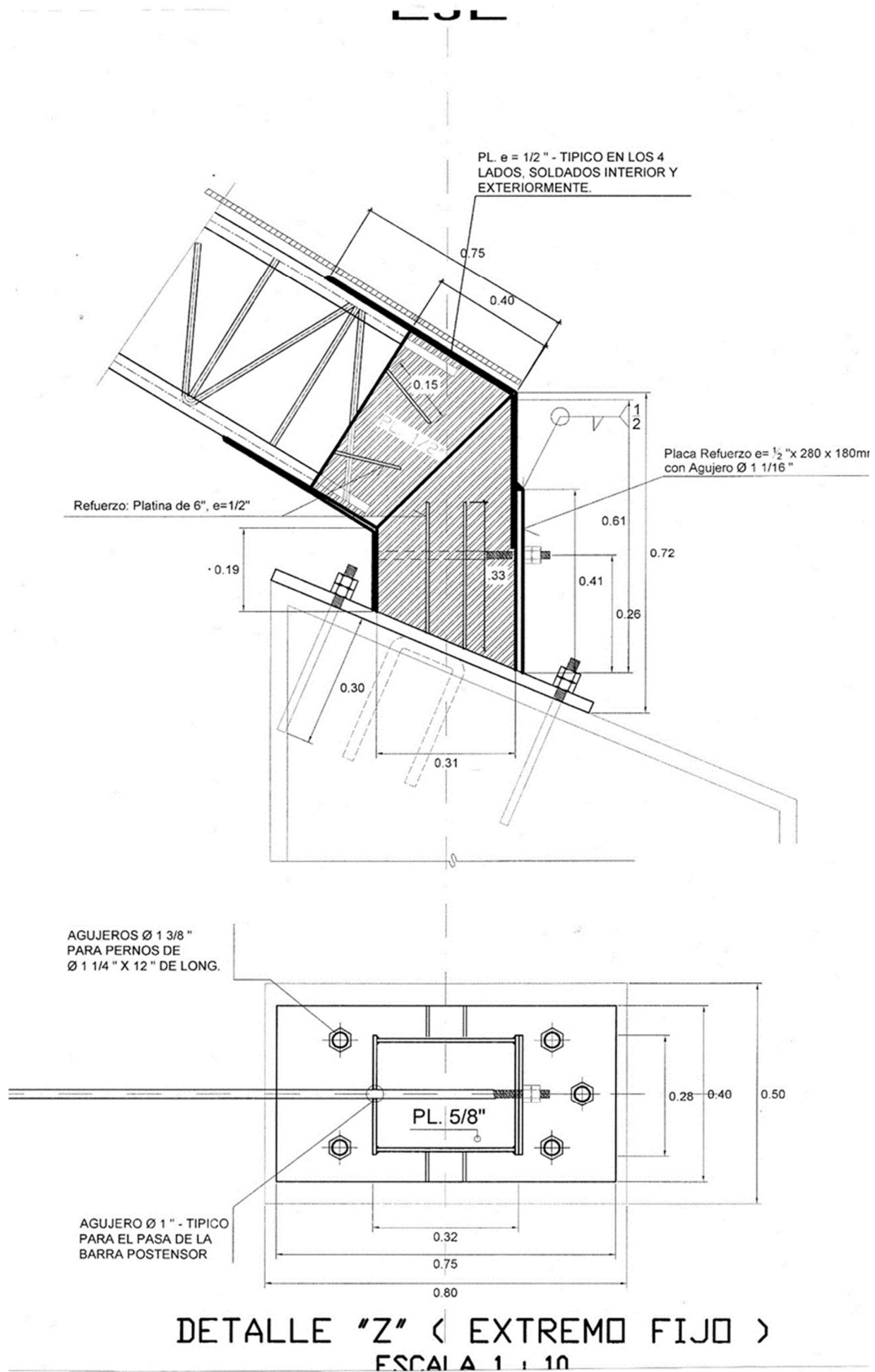
**ARCO PARABOLICO**

Esc: 1:50

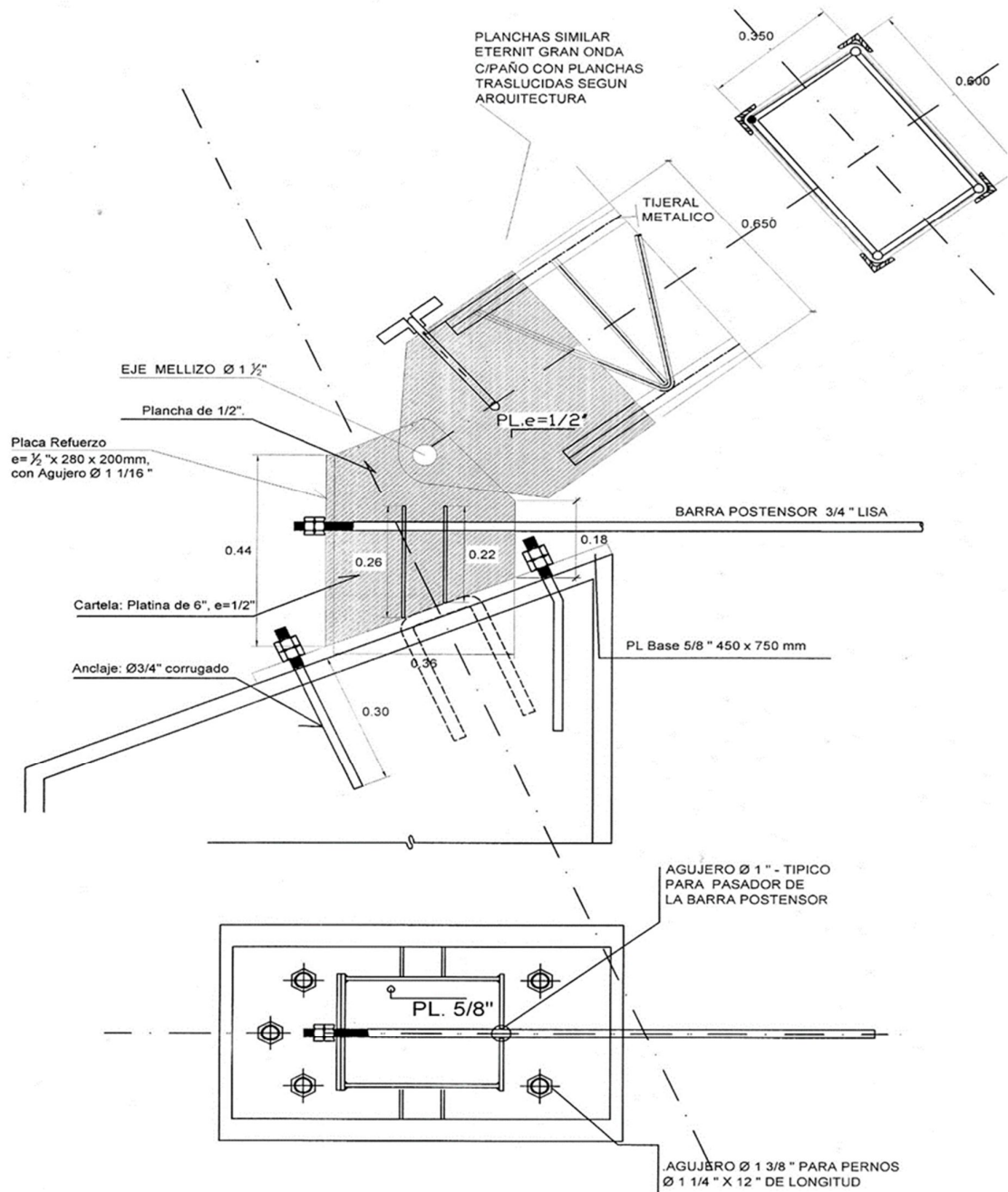




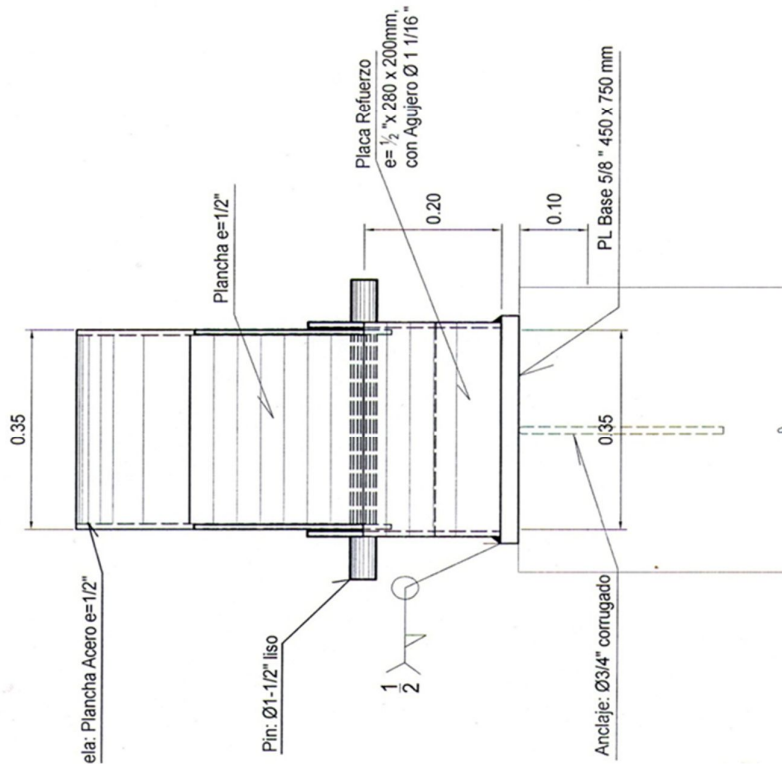
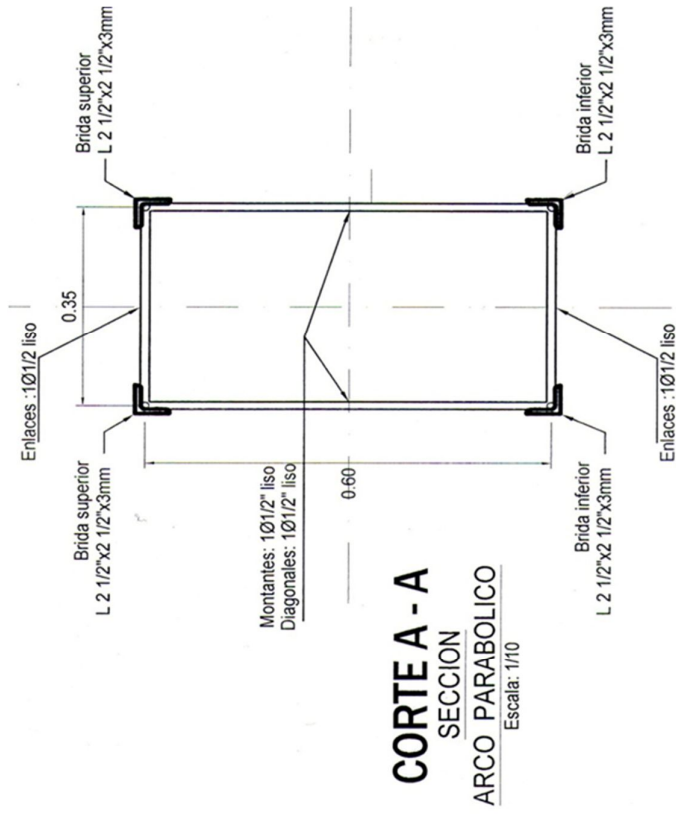
Corte B-B  
VISTA DE PLANTA

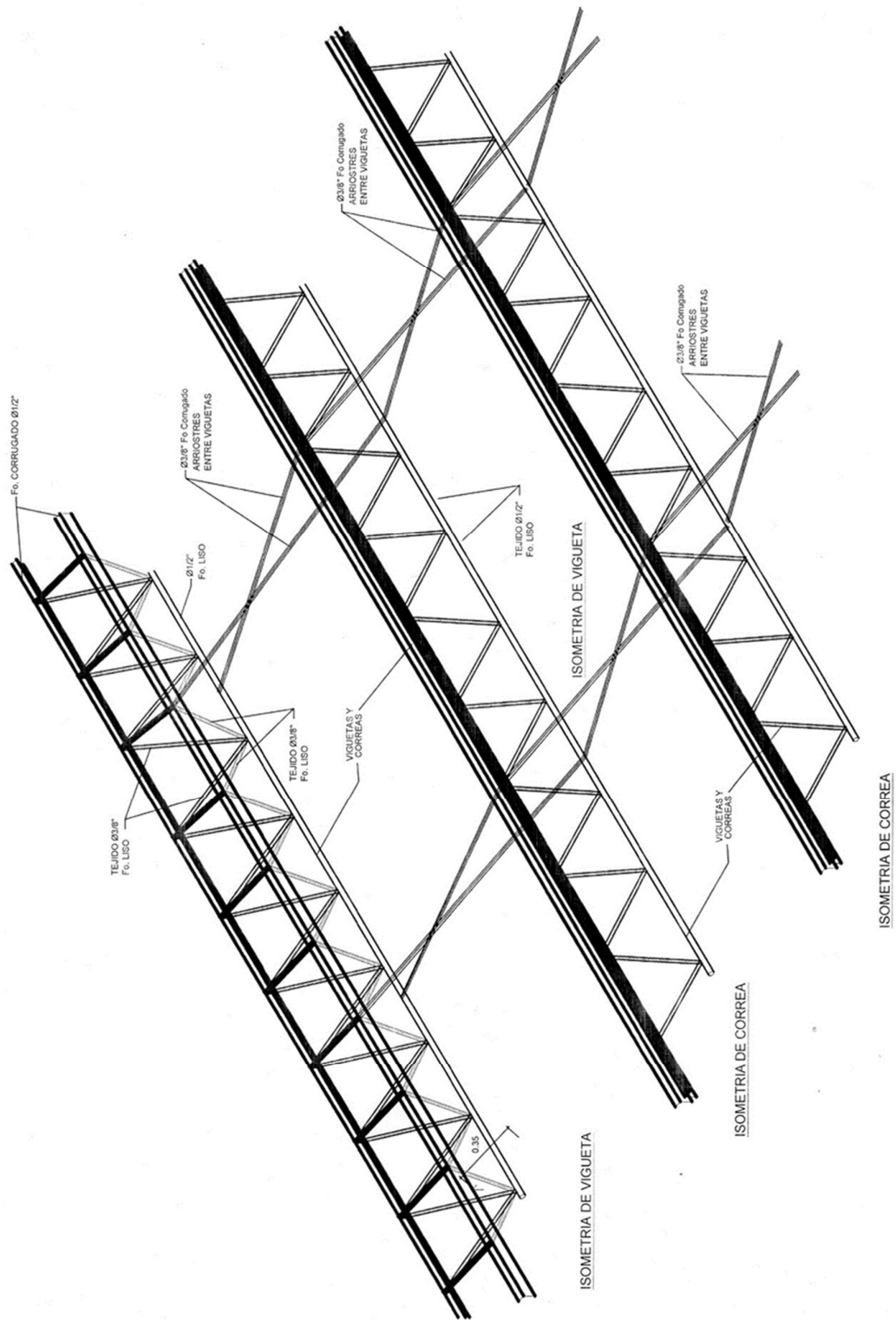


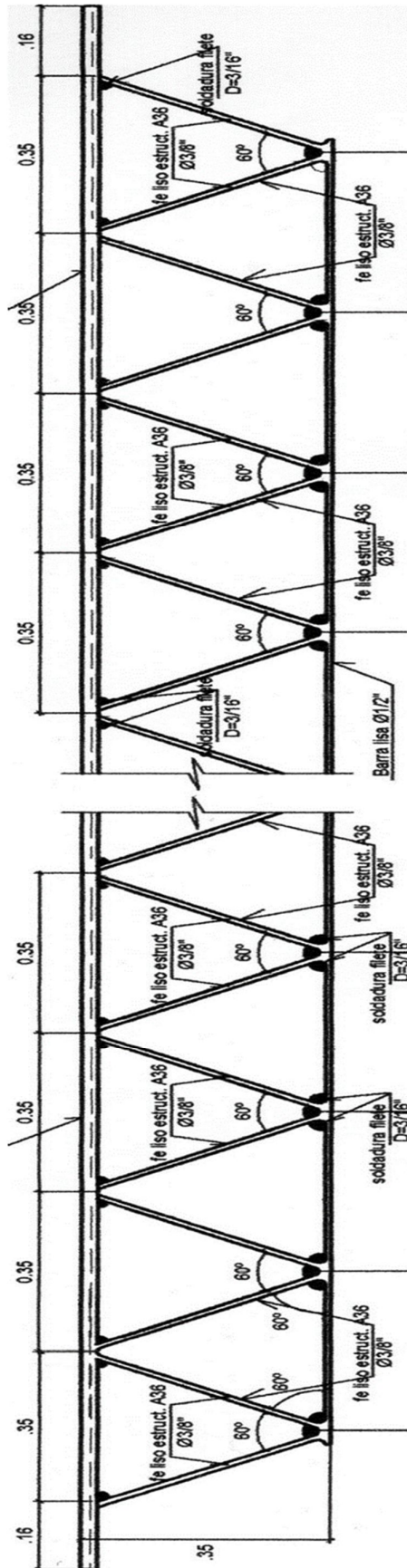
# EJE



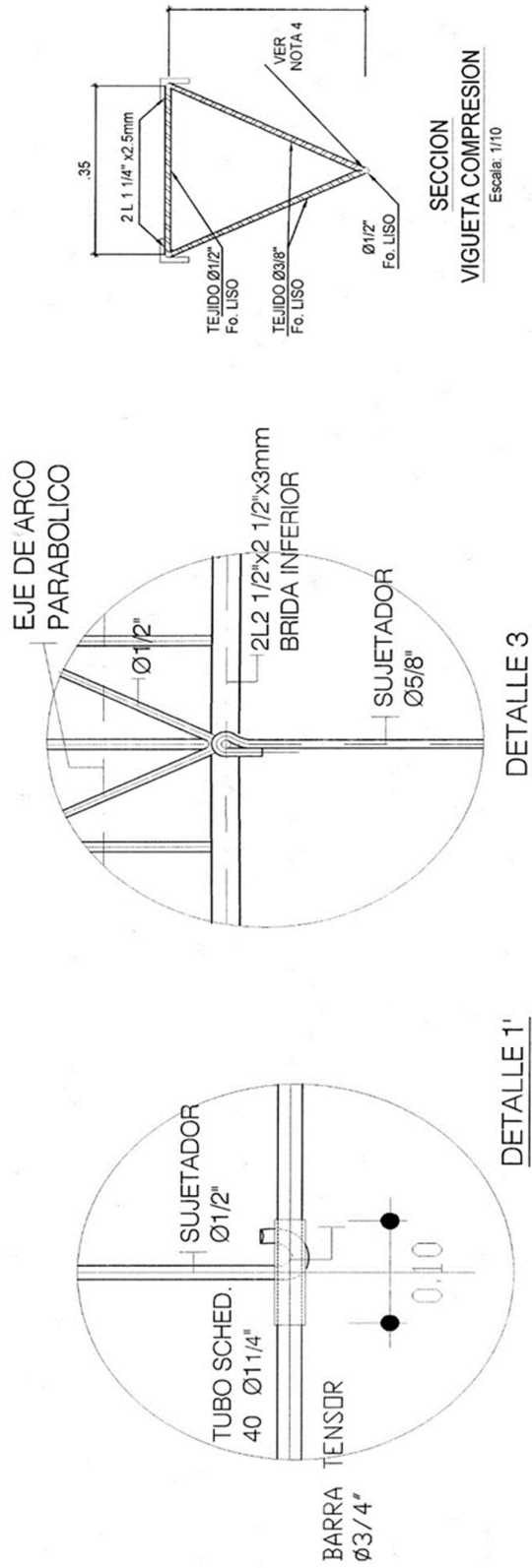
DETALLE "Y" < EXTREMO MOVIL >  
TIJERAL METALICO  
ESCALA 1 : 10

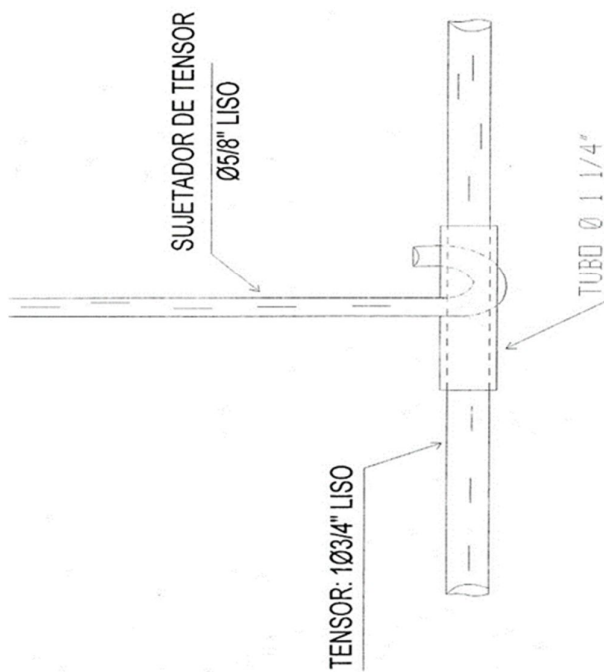




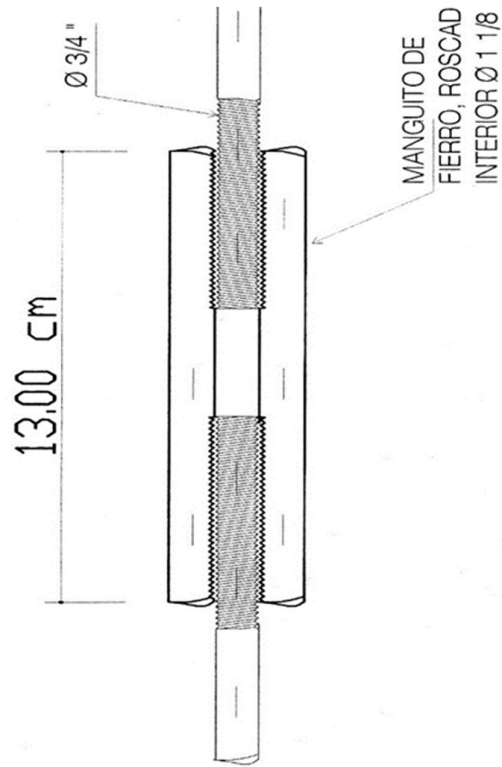








DETALLE 1



DETALLE 2



Número de varillas  
por kilo



ELECTRODO	DIAMETRO (mm)						
	1.60	2.00	2.50	3.25	4.00	5.00	6.30
CELLOCORD P				37	25	16	
CELLOCORD AP	80		63	37	25	16	8
CELLOCORD 70				38	25		
CELLOCORD P-T				37	25		
CELLOCORD 70 T				38	25		
CELLOCORD 70 GT					25		
OVERCORD M		116	55	33	23	15	
OVERCORD			60	36	24	16	
OVERCORD S			48	27	18		
FERROCITO 24				21	13.5	9	4.5
FERROCITO 27				20	12	8	4
SUPERCITO			42	28	18	12	6
TENACITO 80				29	19	13	
UNIVERS CR				32	22		
TENACITO 110				29	19	12.5	
TENACITO 65				28	20	13	
CITODUR 350				31	20	13	6.5
CITODUR 600				29	19	12	6
CITODUR 600 Mn							
CITODUR 1000				21	13.5	9	4.5
CITOMANGAN				28	19	12	
TOOLCORD				27			
EXADUR 43				18	12		
CHAMFERCORD				29	18.5	12	
SUPERCORTE				33	22		
SUPERCORTE II					19	12	
INOX AW	160	98	44	27	18	11.5	
INOX AW+CB							
INOX BW-ELC	158	99	46	26	18		
INOX 309 ELC			47	29	19		
INOX 29/9			47	29	20	13	
INOX CW	168	108	49	28	19	12	
CITOCHROM 134			57	28	19	11	
CITORIEL 801				27	18	12	
CITOFONTE			60.5	30	21	13	
FERROCORD U			66	33	22		
CITOBRONCE				36	24	15	
CITOBRONCE II				31	24		
CITOBRONCE AL				31	24		
ALCORD 5-SI				38			



### Cordones en angulos

Cálculo de cubre juntas para angulares sometidos a tracción, relación de la tensión de trabajo entre la soldadura y el perfil a tope

Perfil ┘ En mm	Sección del perfil	Sección equivale estando soldado el perfil cm2	Sección necesaria de la cubrejuntas	Cubre juntas a perfil ┘ cm	Sección Necesaria de la soldadura	Espesor del cordón dela Cubre juntas
30.30.3	1,74	1,31	0,43	20.20.3 4	0,66	2
30.30.5	2,78	2,09	0,69	20.20.3 4	1,06	2
35.35.4	2,67	2,00	0,67	20.20.3 4	1,03	2
35.35.6	3,87	2,90	0,97	20.20.3 4	1,48	2
40.40.4	3,08	2,31	0,77	30.30.5 6	1,19	2,5
40.40.6	4,48	3,36	1,12	30.30.5 6	1,73	2,5
45.45.5	4,30	3,23	1,07	30.30.5 6	1,65	2,5
45.45.7	5,86	4,40	1,46	30.30.5 6	2,25	2,5
50.50.5	4,80	3,60	1,20	35.35.4 7	1,85	2,5
50.50.7	6,56	4,92	1,64	35.35.4 7	2,53	2,5
50.50.9	8,24	6,18	2,06	35.35.4 7	3,18	2,5
55.55.6	6,31	4,73	1,58	40.40.4 8	2,43	2,5
55.55.8	8,23	6,17	2,06	40.40.4 8	3,18	2,5
55.55.10	10,1	7,58	2,52	40.40.4 8	3,88	2,5
60.60.6	6,91	5,18	1,73	45.45.5 9	2,67	3
60.60.8	9,03	6,77	2,26	45.45.5 9	3,48	3
60.60.10	11,1	8,33	2,77	45.45.5 9	4,27	3
65.65.7	8,70	6,53	2,17	45.45.5 9	3,34	3
65.65.9	11,0	8,25	2,75	45.45.5 9	4,24	3
65.65.11	13,2	9,9	3,30	45.45.5 9	5,08	3
70.70.7	9,40	7,05	2,35	50.50.5 10	3,62	3
70.70.9	11,9	8,93	2,97	50.50.5 10	4,57	3
70.70.11	14,3	10,73	3,57	50.50.5 10	5,50	3
75.75.8	11,5	8,63	2,87	50.50.5 10	4,42	3
75.75.10	14,1	10,58	3,52	50.50.5 10	5,42	3



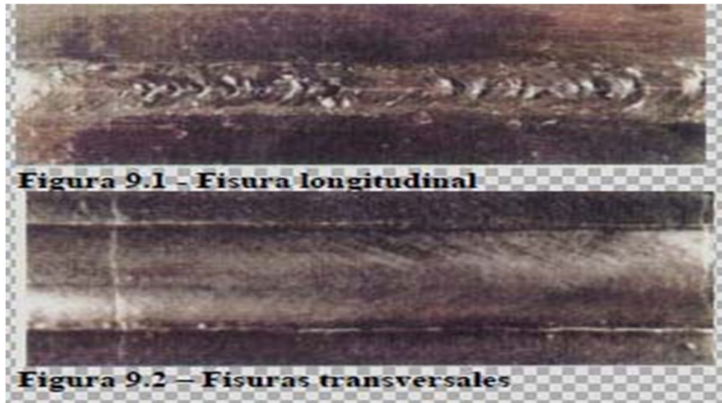
Número de varillas  
por kilo



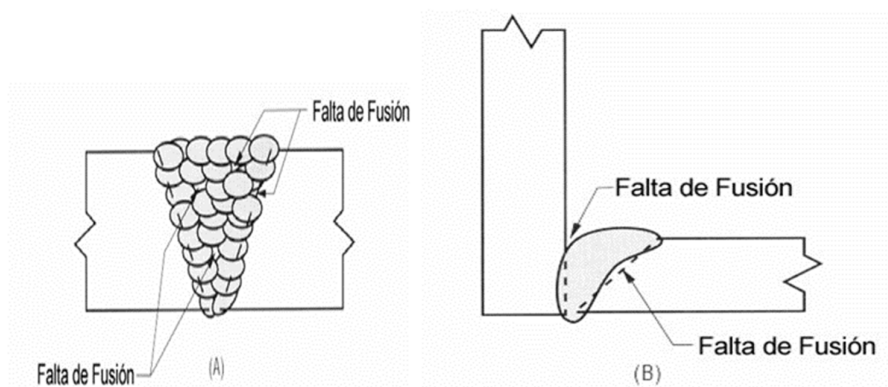
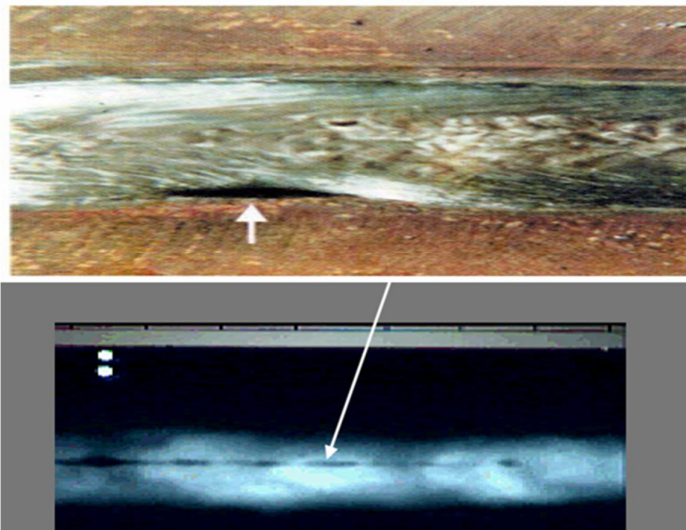
ELECTRODO	DIAMETRO (mm)						
	1.60	2.00	2.50	3.25	4.00	5.00	6.30
CELLOCORD P				37	25	16	
CELLOCORD AP	80		63	37	25	16	8
CELLOCORD 70				38	25		
CELLOCORD P-T				37	25		
CELLOCORD 70 T				38	25		
CELLOCORD 70 GT					25		
OVERCORD M		116	55	33	23	15	
OVERCORD			60	36	24	16	
OVERCORD S			48	27	18		
FERROCITO 24				21	13.5	9	4.5
FERROCITO 27				20	12	8	4
SUPERCITO			42	28	18	12	6
TENACITO 80				29	19	13	
UNIVERS CR				32	22		
TENACITO 110				29	19	12.5	
TENACITO 65				28	20	13	
CITODUR 350				31	20	13	6.5
CITODUR 600				29	19	12	6
CITODUR 600 Mn							
CITODUR 1000				21	13.5	9	4.5
CITOMANGAN				28	19	12	
TOOLCORD				27			
EXADUR 43				18	12		
CHAMFERCORD				29	18.5	12	
SUPERCORTE				33	22		

## Tipos de defectos

### Fisura



### Falta de fusión



## Falta de penetración

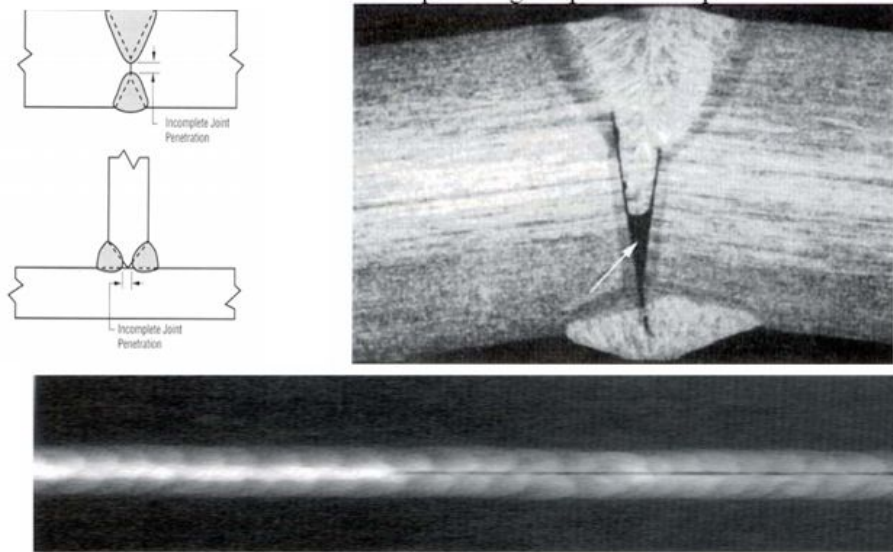


Figura 9.18 – Radiografía de una junta con falta de penet.

## Inclusión

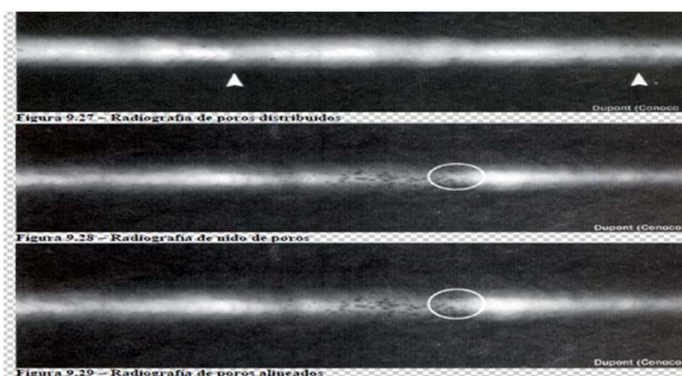
### Inclusiones de escoria superficiales

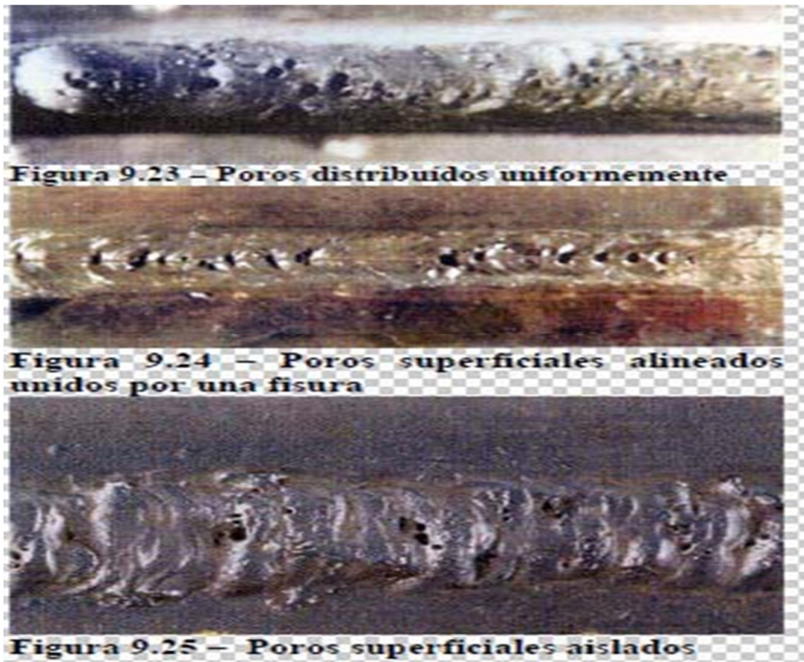


## Porosidad

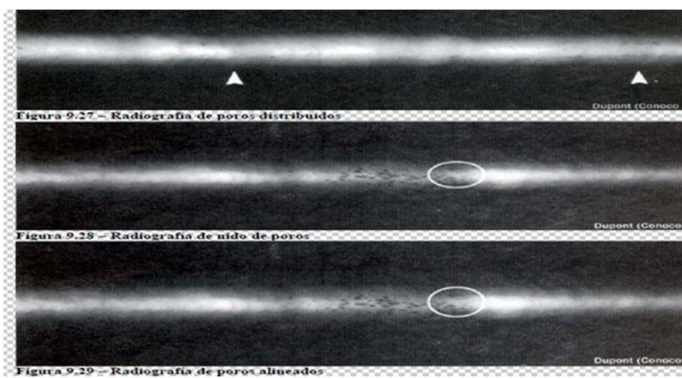
### Poros superficiales alargados

### Radiografía de porosidad





### Radiografía de porosidad



### Socavación

aparición típica de una socavación en una soldadura de filete y en una soldadura con bisel



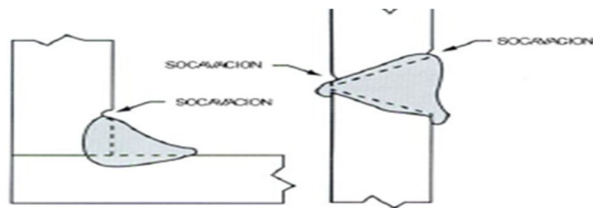


Figura 9.30 - Apariencia típica de una socavación en soldaduras con bisel y de filete



Figura 9.31 - Socavación adyacente a una soldadura de filete

### Socavación de cordón (underfill)

Aspecto de una socavación de cordón (under fill) en una soldadura con bisel



### Convexidad

Defecto de convexidad



Figura 9.37 - Convexidad en soldadura de filete

### Sobre espesor de soldadura defecto de sobrecarga

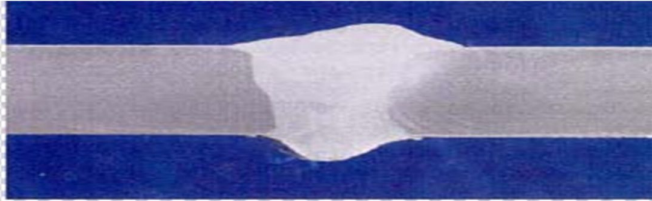


Figura 9.38 – Sobre espesor y sobre espesor de raíz

### Corte de arco

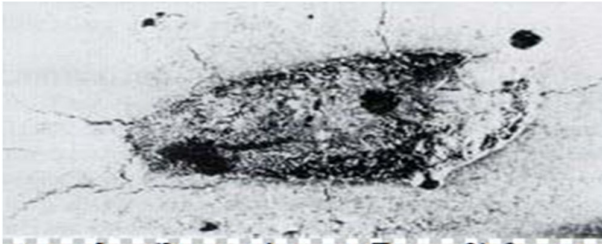


Figura 9.42 – Foto micrografía de una estructura metálica producida por un corte de arco

### Salpicaduras

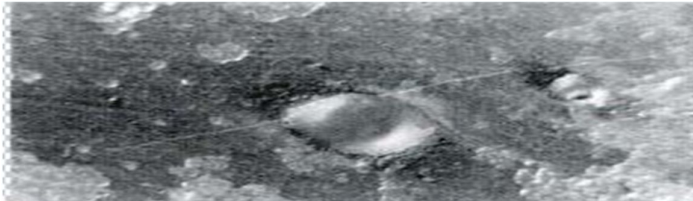


Figura 9.43 – Fisura formada en una salpicadura en la superficie del metal base



Figura 9.44 – Salpicadura

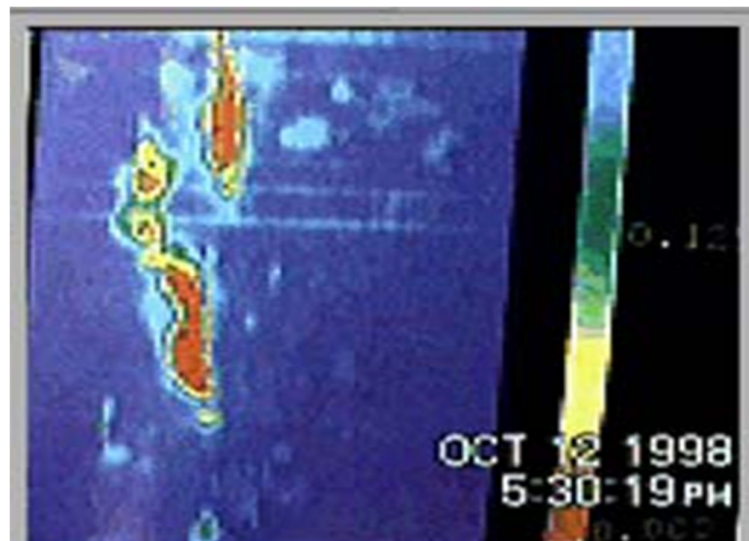
## CONTROL DE CALIDAD DE LAS SOLDADURAS.

### Principales métodos de pruebas no destructivas

- **Corrientes parasitas**



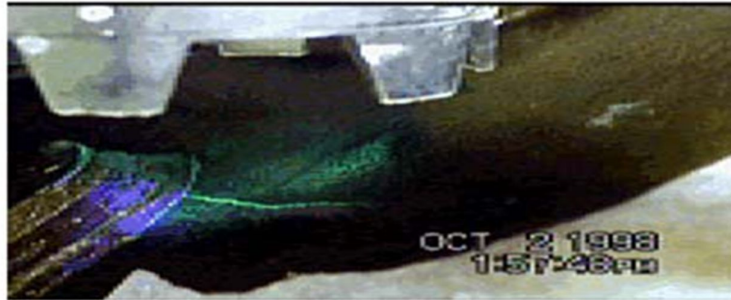
- **Radiografía rayos X**



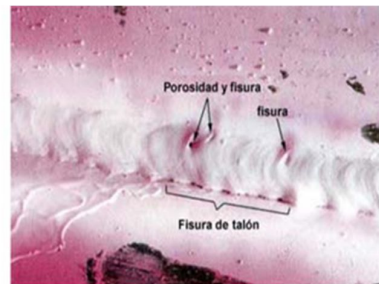
### Gamma rayos X



### Partícula magnética



### Líquidos Penetrante



### Prueba de ultrasonido





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RENE LEON FLORES  
, identificado con DNI 41723129 en mi condición de egresado de: INGENIERIA METALURGICA

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

" ESTUDIO TÉCNICO DE FABRICACIÓN EN ESTRUCTURA PARA LA CUBIERTA DE LA PISCINA  
DE LA I.E.S. GRAN UNIDAD ESCOLAR "SAN CARLOS" - PUNO "

" Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de AGOSTO del 20 23

FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RENE LEON FLORES  
, identificado con DNI 41723129 en mi condición de egresado de: Ingeniería Metalúrgica

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

" ESTUDIO TÉCNICO DE FABRICACIÓN EN ESTRUCTURA PARA UNA CUBIERTA DE LA PISUNA  
DE LA E.E.S. GRAN UNIDAD ESCOLAR "JAN CARLOS" - PUNO "

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de AGOSTO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella