

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Estudio de Fabricación de un Puente de Estructuras de Acero  
Soldadas utilizando el Código AWS D1.5

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del Título de:**

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

Harry Jean Pierre Campoverde Naranjo

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2006



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar siempre a mi lado, a mis padres Carlos y Mery por su incansable apoyo y dedicación, y a toda las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente en el Ing. Omar Serrano Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

## **DEDICATORIA**

A DIOS

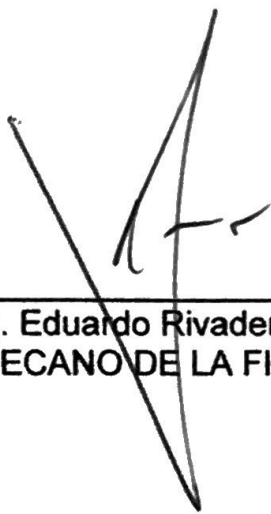
A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

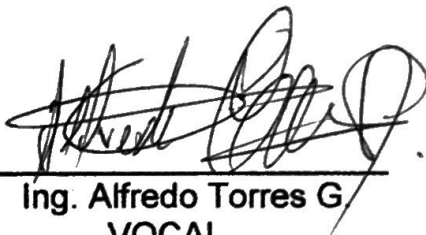
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



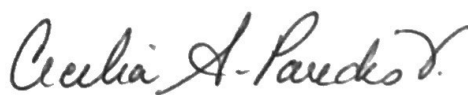
Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
DECANO DE LA FIMCP



Ing. Omar Serrano V.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Alfredo Torres G  
VOCAL



Dra. Cecilia Paredes V.  
VOCAL



## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la Espol).

---

Harry J. Campoverde Naranjo

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se establece un estudio y seguimiento de la fabricación de un puente de estructuras de acero soldadas. Las especificaciones y normas aplicadas son: AWS D1.5 (Bridge Welding Code), ASTM 588 y A6 (American Society for Testing and Materials). Conjuntamente para la fabricación de las estructuras del puente se usará los planos de diseño o taller de la obra Puente Gualo que se ubicará sobre la quebrada del río Gualo en la ciudad de Quito.

El propósito fundamental de la fabricación del puente de estructuras de acero soldadas es lograr una estructura económica y segura, que cumpla con ciertos requisitos funcionales y estéticos.

La construcción con estructuras soldadas es de gran ventaja, ya que estas estructuras se las puede prefabricar de forma de unidades transportables, que luego se montan en el terreno. Este tipo de estructuras soldadas tienen una gran aplicación debido a su confiabilidad, menor masa en comparación

con las estructuras de hormigón, así como por la posibilidad de su producción industrial.

En primer lugar se presentan consideraciones previas a la fabricación del puente, las cuales se basan en normas y especificaciones técnicas. Estas normas ayudan a seleccionar los materiales adecuados para este caso y analizarlos por qué se los utilizó.

Se revisará el diseño de fabricación que ayudará a lo largo del proceso de fabricación; consultando los planos de fabricación del proyecto Construcción del Puente Gualo. Se desarrollará la planificación del proceso de fabricación en el cual se hará la elaboración del proceso y establecimiento del programa a producirse haciendo el respectivo seguimiento y llevando un control de cuanto se fabrica por día.

Se analizará todo el proceso de fabricación paso a paso, desde la recepción de planchas, pasando por el corte, el armado, aplicando los respectivos procedimientos y control de soldadura.

Finalmente se estudiará el recubrimiento de los tornapuntas y vigas, controlando los parámetros de espesor y adherencia de pintura y haciendo la inspección final y despacho.

La presente tesis puede ser utilizada como una guía para la fabricación de un puente soldado de estructuras de acero bajo el código AWS D1.5.

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

|                        |     |
|------------------------|-----|
| RESUMEN.....           | II  |
| INDICE GENERAL.....    | III |
| INDICE DE PLANOS.....  | IV  |
| INDICE DE TABLAS.....  | V   |
| ABREVIATURAS.....      | VI  |
| INDICE DE FIGURAS..... | VII |
| INTRODUCCION.....      | 1   |

## CAPITULO 1

### 1. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA FABRICACION DE PUENTES DE ESTRUCTURAS SOLDADAS DE ACERO.....4

|     |                                                                 |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | Análisis y Especificaciones Técnicas Aplicadas.....             | 4  |
| 1.2 | Estructuras Soldadas para Puentes.....                          | 5  |
| 1.3 | Propiedades y Selección del Acero Estructural Seleccionado..... | 6  |
| 1.4 | Dimensiones y Tolerancias.....                                  | 23 |
| 1.5 | Revisión del Diseño de Fabricación.....                         | 25 |

## CAPITULO 2



|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. PLANIFICACION DEL PROCESO DE FABRICACION.....</b> | <b>27</b> |
| 2.1 Elaboración del Proceso de Fabricación.....         | 27        |
| 2.2 Establecimiento del Programa a Producirse.....      | 31        |
| 2.3 Seguimiento del Programa.....                       | 36        |
| 2.4 Equipo de Fabricación.....                          | 67        |
| 2.4.1 Corte de Planchas.....                            | 67        |
| 2.4.2 Soldadura.....                                    | 70        |
| 2.4.3 Acabado Superficial.....                          | 74        |
| 2.4.4 Transporte Interno.....                           | 75        |

### **CAPITULO 3**

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. PROCESO DE FABRICACION.....</b>                      | <b>77</b> |
| 3.1 Recepción de Planchas.....                             | 77        |
| 3.2 Fabricación de Tornapuntas y Articulaciones.....       | 81        |
| 3.2.1 Corte de Planchas.....                               | 82        |
| 3.2.2 Armado.....                                          | 83        |
| 3.2.3 Aplicación de Procedimientos de Soldadura.....       | 88        |
| 3.3 Fabricación de Vigas Laterales, Centrales y Cacho..... | 96        |
| 3.3.1 Corte de Planchas.....                               | 97        |
| 3.3.2 Aplicación de Procedimientos de Soldadura.....       | 105       |
| 3.4 Aplicación de Recubrimientos.....                      | 107       |
| 3.5 Control de Espesor y Adherencia de Pintura.....        | 113       |

|     |                                  |     |
|-----|----------------------------------|-----|
| 3.6 | Inspección Final y Despacho..... | 114 |
|-----|----------------------------------|-----|

## **CAPITULO 4**

|    |                                            |            |
|----|--------------------------------------------|------------|
| 4. | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b> | <b>116</b> |
|----|--------------------------------------------|------------|

ANEXO A

ANEXO B

BIBLIOGRAFIA

## ABREVIATURAS

|        |                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|
| Al     | Aluminio                                                           |
| As     | Arsenio                                                            |
| AASHTO | American Association of State Highway and Transportation Officials |
| AWS    | American Welding Society                                           |
| ASTM   | American society Testing and Materials                             |
| C      | Carbono                                                            |
| °C     | Grados Celsius                                                     |
| CE     | Carbono Equivalente                                                |
| Cromo  | Cromo                                                              |
| Cu     | Cobre                                                              |
| ft     | Pie                                                                |
| in     | Pulgada                                                            |
| ISO    | Internacional Standards Organization                               |
| °K     | Grados Kelvin                                                      |
| Ksi    | Kilo libra por pulgada cuadrada                                    |
| m      | Metro                                                              |
| mm     | Milímetro                                                          |
| Mn     | Manganeso                                                          |
| Mo     | Molibdeno                                                          |
| Mpa    | Megapascal                                                         |
| N      | Nitrógeno                                                          |
| NACE   | Nacional Association of Corrosion Engineers                        |
| Ni     | Niquel                                                             |
| P      | Potasio                                                            |
| PEMEX  | Petróleos Mexicanos                                                |
| Pulg   | Pulgada                                                            |
| Si     | Silicio                                                            |
| SSPC   | Steel Structures Painting Council                                  |

Ti  
uin  
um  
V

Titanio  
Micropulgada  
Micrómetro  
Vanadio

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            | Pág.                                                 |
|------------|------------------------------------------------------|
| Figura 2.1 | Etapas de fabricación de los tornapuntas.....29      |
| Figura 2.2 | Etapas de fabricación de las vigas.....30            |
| Figura 2.3 | Diagramas de Gantt.....38                            |
| Figura 2.4 | Pasos para realizar la programación.....66           |
| Figura 2.5 | Equipo de corte oxiacetilenito.....68                |
| Figura 2.6 | Pantógrafo.....70                                    |
| Figura 2.7 | Soldadura de arco con electrodo revestido.....72     |
| Figura 2.8 | Soldadura por arco sumergido.....74                  |
| Figura 2.9 | Puente grúa de 25 ton.....76                         |
| Figura 3.1 | Proceso de armado de los tornapuntas.....85          |
| Figura 3.2 | Articulación del puente.....86                       |
| Figura 3.3 | Esquema de los tornapuntas a fabricar.....87         |
| Figura 3.4 | Dimensiones de un cordón en una junta a tope .....90 |
| Figura 3.5 | Proceso de soldadura de las vigas .....100           |
| Figura 3.6 | Colocación de los rigidizadores en las vigas.....101 |
| Figura 3.7 | Comprobación del camber.....102                      |
| Figura 3.8 | Esquema de las vigas a fabricar.....104              |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                  | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>para que tenga una buena soldabilidad.....                | 10   |
| Tabla 2    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 8mm.....  | 12   |
| Tabla 3    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 10mm..... | 12   |
| Tabla 4    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 20mm..... | 13   |
| Tabla 5    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 25mm..... | 14   |
| Tabla 6    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 30mm..... | 14   |
| Tabla 7    Datos de la composición química del acero ASTM A588<br>Grado A que debería tener según la norma AWS D1.5<br>y lo que ofrece el proveedor para un espesor de 50mm..... | 15   |
| Tabla 8    Requerimientos Mecánicos.....                                                                                                                                         | 16   |
| Tabla 9    Datos de la composición química y características<br>mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 8mm.....                  | 17   |
| Tabla 10   Datos de la composición química y características<br>mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 10mm.....                 | 18   |
| Tabla 11   Datos de la composición química y características                                                                                                                     |      |

|          |                                                                                                                                                       |     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|          | mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 20mm.....                                                      | 19  |
| Tabla 12 | Datos de la composición química y características<br>mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 25mm..... | 20  |
| Tabla 13 | Datos de la composición química y características<br>mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 30mm..... | 21  |
| Tabla 14 | Datos de la composición química y características<br>mecánicas del metal según la norma ASTM A588M,<br>proveedor y espol para un espesor de 50mm..... | 22  |
| Tabla 15 | Tolerancia del camber para la viga típica.....                                                                                                        | 25  |
| Tabla 16 | Distribución del personal.....                                                                                                                        | 33  |
| Tabla 17 | Valores de rugosidad de acuerdo con el espesor del<br>material después del corte oxiacetilénico.....                                                  | 81  |
| Tabla 18 | Sistema de protección anticorrosivo utilizado para<br>superficies metálicas que se encuentran expuestas a<br>un ambiente húmedo.....                  | 110 |
| Tabla 19 | Diferentes grados de corrosión de superficies de<br>acero sin pintar.....                                                                             | 111 |
| Tabla 20 | Protección anticorrosivo a utilizar en superficies metálicas.....                                                                                     | 111 |
| Tabla 21 | Aplicación de los métodos de preparación de superficies.....                                                                                          | 112 |
| Tabla 22 | Grados de limpieza de superficies que se logran con<br>chorro abrasivo seco.....                                                                      | 113 |
| Tabla 23 | Espesor de la protección anticorrosiva a utilizar en<br>superficies metálicas.....                                                                    | 114 |

## ÍNDICE DE PLANOS

|          |                                                                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| Plano 1  | Tornapunta 1 Este                                                 |
| Plano 2  | Tornapunta 1 Oeste                                                |
| Plano 3  | Tornapunta 2 Este                                                 |
| Plano 4  | Tornapunta 2 Oeste                                                |
| Plano 5  | Plano de armado viga lateral                                      |
| Plano 6  | Viga lateral posición de los rigidizadores                        |
| Plano 7  | Plano de armado viga central                                      |
| Plano 8  | Viga central posición de los rigidizadores                        |
| Plano 9  | Detalle de unión viga – tornapunta 1                              |
| Plano 10 | Detalle de unión viga – tornapunta 1                              |
| Plano 11 | Articulaciones del puente: superiores, inferiores, fijas, móviles |



## INTRODUCCION

El principal objetivo al fabricar estructuras soldadas para puentes es que tengan suficiente resistencia y rigidez, que sean económicas y que puedan montarse de manera práctica, ya que la función principal de un puente es la de soportar el tránsito vehicular u otros sobre un cruce, que puede ser un río, una línea de tránsito, etc.

Dada la geografía de nuestro país se hace necesario una gran cantidad de puentes en zonas alejadas y de difícil acceso, donde es de gran ventaja la construcción con estructuras soldadas, ya que estas estructuras se las puede prefabricar en forma de unidades transportables, que luego se montan en el terreno obteniendo la construcción en concordancia con el proyecto.

Los puentes de carreteros se diseñan para cargas de camiones o vehículos distribuidos en forma que produzcan esfuerzos equivalentes a los causados por el tráfico previsto. Además una estructura no sólo debe soportar en forma segura las cargas a que este sujeta, sino que debe soportarlas de modo que las deformaciones y vibraciones no sean tan grandes y puedan afectar la integridad del puente.

Este trabajo no pretende discutir todos los amplios aspectos de la ingeniería y la planificación de puentes; en cambio pretende proporcionar una introducción a los principios y procedimientos estructurales involucrados en el estudio de la fabricación de un puente de estructuras de acero soldadas.

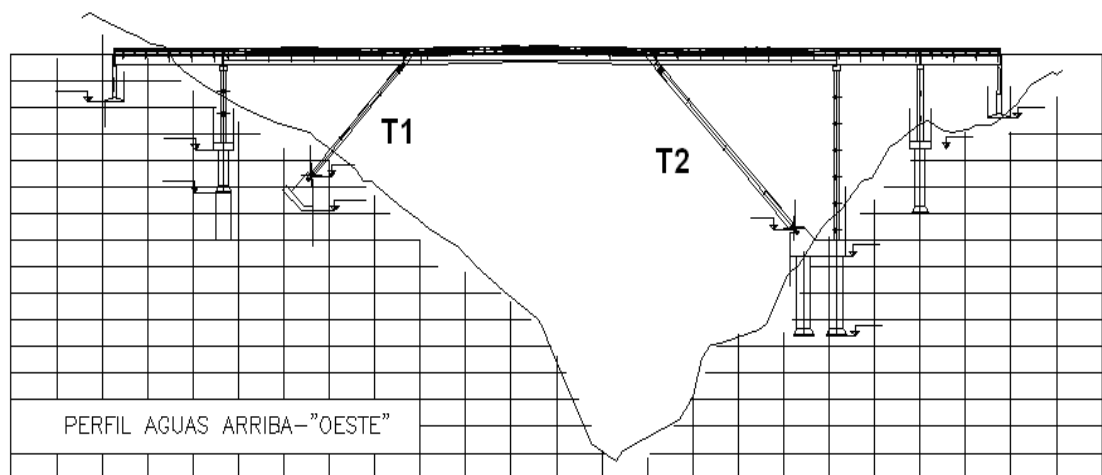
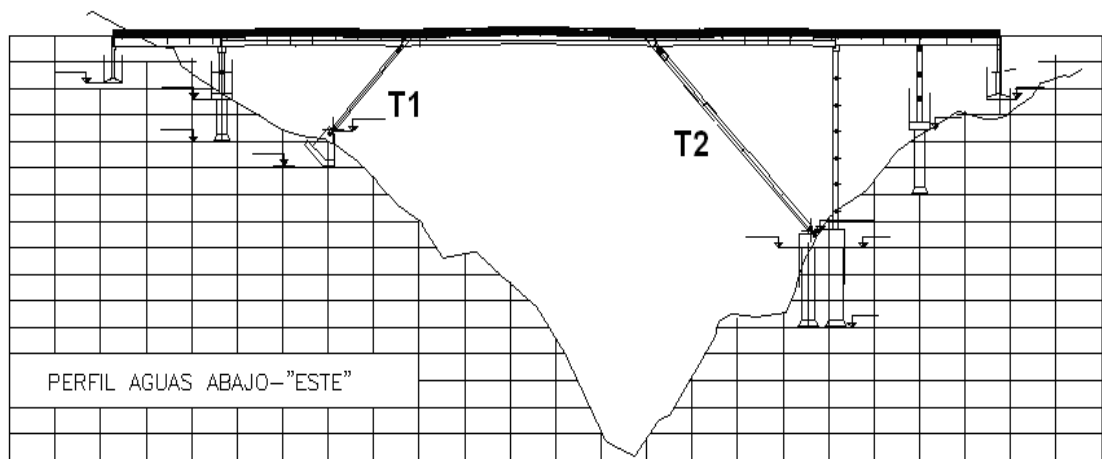
En el primer capítulo de este trabajo se presentan los códigos que rigen el tipo de puente a fabricar, así como también las propiedades del acero estructural ASTM A588 Grado A el cual es muy resistente a la corrosión y no requerirá con el tiempo altos costos de mantenimiento, también se presentan los planos de taller que permitirán la fabricación de las estructuras de acero soldadas del puente.

En el segundo capítulo es donde propiamente se hace la planificación para el proceso de fabricación. Aquí se elabora el tipo de programa a seguir con el fin de organizar los tiempos de trabajo en la ejecución de la obra y poder llevar un control de la producción diaria, el mismo que dará un estimado para la finalización de los trabajos. También se mencionarán los equipos a utilizar para la fabricación del puente los mismos que garantizan eficiencia en la realización de estos trabajos.

En el tercer capítulo se discute el armado en sí del puente, se analizará detenidamente las varias formas que se pueden utilizar para lograr la

fabricación de estas estructuras, de manera que se cumplan con las especificaciones requeridas: cuadratura, soldadura, cortes, biseles, etc.

En la siguientes figuras se muestra el Puente Sobre la Quebrada del Río Gualo y se aprecia las diferentes partes estructurales que se fabricarán en este proyecto (Ref. 8).



# **CAPITULO 1**

## **1. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA FABRICACION DE PUENTES DE ESTRUCTURAS SOLDADAS DE ACERO.**

### **1.1 Análisis y Especificaciones Técnicas Aplicables.**

Los criterios adoptados para la fabricación de las estructuras de acero del puente son establecidas en las siguientes especificaciones:

- “Especificaciones para Soldadura en Puentes de Carretera”.
  - Bridge Welding Code (AWS D1.5).
- “Especificaciones de los Materiales”.
  - American Society for Testing and Materiales (ASTM A588 y A6).
- “Manual de Carreteras”.
  - Ministerio de Obras Públicas (MOP).

## **1.2 Estructuras Soldadas para Puentes.**

El progreso hecho en equipos de soldadura y electrodos, el avanzado arte y ciencia del diseño para soldadura, y el desarrollo en confianza y aceptación de la soldadura se combinan para hacer de la soldadura un fuerte implemento para la expansión de la industria de la construcción.

Hay muchas razones para usar diseño y construcción soldada, pero probablemente las dos más importantes son (Ref. 1):

1. El diseño soldado ofrece la oportunidad de hacer un uso más eficiente de los materiales.
2. La velocidad de fabricación y montaje, puede ayudar a reducir los programas de producción, esto dependerá mucho de las máquinas a utilizar y del personal disponible.

La soldadura permite completar libremente el diseño: libertad para desarrollar y usar modernos principios económicos de diseño, libertad para emplear los más elementales o más atrevidos conceptos de forma, proporción y balance para satisfacer la necesidad para grandes valores estéticos. La construcción soldada no impone restricciones sobre el pensamiento del diseñador.

La junta soldada básicamente es una construcción en una sola pieza y crea una estructura rígida en contraste con las juntas mecánicas. Las juntas soldadas son mejores para cargas de fatiga, cargas de impacto y vibración severa.

La soldadura ahorra peso y reduce los costos. Ahorro en transportación, tiempo de manejo y montaje son proporcionales al ahorro del peso.

Entre otras ventajas de la construcción soldada es que requiere menor tiempo para detalles, arreglos y fabricación de las piezas a ser usadas. Se eliminan las operaciones de taladrado y escariado que representa un ahorro sustancial en proyectos largos. Las juntas soldadas tienen menos corrosión y requieren menor mantenimiento.

### **1.3 Propiedades y Selección del Acero Estructural Seleccionado.**

La norma **AASHTO/AWS D1.5M/D1.5:2002** estipula el tipo de material a usarse en construcciones metálicas, entre ellas Puentes de Uso Vial. En este caso se tratará de un puente de estructuras soldadas de acero, el mismo que medirá 195 metros de longitud, 28 de ancho y contará con 3 carriles por sentido.

En la fabricación de las estructuras del puente de uso vial se utilizarán planchas de acero **ASTM A 588 Grado A**.

La norma ASSHTO/AWS D1.5M/D1.5 especifica que este tipo de material **ASTM A 588 Grado A** es el equivalente al acero **Grado 345 W (50W)**, y puede ser usado en este tipo de construcciones metálicas (Ref. 2).

Se especifica en la norma que el material a utilizarse en construcciones metálicas debería tener un esfuerzo de fluencia de hasta **100 ksi (690 MPa)**, las planchas de acero **ASTM A 588 Grado A** tiene un esfuerzo de **50 ksi (345 MPa)** por lo cual esta dentro del rango (Ref. 2).

El acero A588 Grado A es un acero poco aleado de alta resistencia a la corrosión atmosférica, no necesita de ningún tipo de recubrimiento en cualquier tipo de atmósfera a la que se encuentre expuesto. Además la exposición a la atmósfera normal causa un óxido adherente en la superficie que protege al acero contra la corrosión. Cuando el acero A588 se utiliza en la condición revestida, la vida de capa es típicamente más larga que con otros aceros.

El acero estructural como material estructural tiene las siguientes ventajas (Ref. 1):

**ALTA RESISTENCIA:** El acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, por lo que las cargas muertas serán menores (de gran importancia en puentes de gran claro).

**UNIFORMIDAD:** Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, como sucede con las del concreto reforzado.

**ELASTICIDAD:** El acero está más cerca de la hipótesis de diseño que la mayoría de los materiales, porque sigue la Ley de Hooke hasta para esfuerzos relativamente altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero pueden ser calculados con precisión, en tanto que los valores obtenidos para una estructura de concreto reforzado son un tanto indefinidos.

**DURABILIDAD:** Las estructuras de acero durarán más tiempo del previsto si se les realiza un buen mantenimiento.



DUCTILIDAD: Los aceros estructurales usuales soportan grandes deformaciones sin fallar, bajo esfuerzos de tensión elevados.

AMPLIACION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES: Las estructuras de acero se prestan para fines de ampliación. Los puentes de acero a menudo pueden ampliarse.

Algunas otras ventajas del acero estructural son: (a) adaptación a prefabricación, (b) rapidez de montaje, (c) soldabilidad, (d) tenacidad y resistencia a la fatiga, (e) posible reutilización después de que la estructura se desmonte, y (f) valor de rescate (chatarra).

El acero como material estructural puede tener las siguientes desventajas:

COSTO DE MANTENIMIENTO: La mayoría se corroen y deben pintarse periódicamente. En este caso se utilizará un acero resistente a la corrosión que no requerirá con el tiempo altos costos de mantenimiento.

COSTO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO: Aunque el acero es incombustible, su resistencia se reduce a temperaturas elevadas.

SUSCEPTIBILIDAD AL PANDEO: Para columnas (tornapuntas) no siempre resulta económico, porque debe utilizarse una considerable cantidad de material tan solo para reforzar las columnas (tornapuntas) y evitar su pandeo.

## **SOLDABILIDAD**

Esta especificado en la norma que un acero A588 Grado A = acero M270M (M270) Grado 345W (50W) tiene una buena **soldabilidad** si cumple en su composición química con los siguientes requerimientos que se muestran en la tabla 1:

**TABLA 1**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERIA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 PARA QUE TENGA UNA BUENA SOLDABILIDAD (Ref. 2)**

| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b> |
|-----------------|--------------------------|
| C               | 0.15                     |
| Mn              | 1.00                     |
| Si              | 0.25                     |
| Cr              | 0.50                     |
| V               | 0.03                     |

En caso de que el acero a utilizar para la fabricación no cumpla con los requerimientos mencionados en su composición química, solo tendrá una buena soldabilidad y será utilizado si el carbono equivalente del material es mínimo del 0.45% según la fórmula que establece el código AWS D1.5 y que se muestra a continuación (Ref. 2):

$$CE = C + \frac{Mn + Si}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

En la fórmula que se muestra el porcentaje de carbono (C) será mínimo de 0.12%.

A continuación en las siguientes tablas se hace una comparación del porcentaje de elementos químicos que nos pide la norma AWS D1.5 con los porcentajes que ofrece el proveedor del acero A588 Grado A para diferentes espesores. En el caso de que el acero no cumpla con los requerimientos de la norma AWS D1.5 solo será utilizado si el carbono equivalente del material es mínimo del 0.45%.

**TABLA 2**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERIA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 8 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,18                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 0,97                 | no cumple          |
| Si              | 0,25                        | 0,32                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,44                 | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,04                 | OK                 |
| Ni              |                             | 0,24                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,28                 |                    |

**CE (%)** =0,52966667, por tanto cumple con los requerimientos de la norma.

**TABLA 3**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERIA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 10 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 0,98                 | no cumple          |
| Si              | 0,25                        | 0,36                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,5                  | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,038                | OK                 |
| Ni              |                             | 0,33                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,36                 |                    |

**CE (%)** =0,55093333, por tanto cumple con los requerimientos de la norma.

**TABLA 4**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERÍA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 20 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 0,98                 | no cumple          |
| Si              | 0,25                        | 0,36                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,5                  | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,038                | OK                 |
| Ni              |                             | 0,33                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,36                 |                    |

**CE (%)**= 0,55093333, por tanto cumple con los requerimientos de la norma.

**TABLA 5**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERIA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 25 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 0,98                 | no cumple          |
| Si              | 0,25                        | 0,34                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,64                 | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,05                 | OK                 |
| Ni              |                             | 0,26                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,25                 |                    |

**CE (%)**= 0,566, por tanto cumple con los requerimientos de la norma.

**TABLA 6**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERIA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 30 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,16                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 0,98                 | no cumple          |
| Si              | 0,25                        | 0,35                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,58                 | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,066                | OK                 |
| Ni              |                             | 0,35                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,32                 |                    |

**CE (%)**= 0,55953333, por tanto cumple con los requerimientos de la norma.

**TABLA 7**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO ASTM A 588 GRADO A QUE DEBERÍA TENER SEGÚN LA NORMA AWS D1.5 Y LAS QUE OFRECE EL PROVEEDOR**

**ESPESOR DE PLANCHA: 50 mm**

|                 | <b>NORMA<br/>AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición min %</b>    | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,15                        | 0,16                 | OK                 |
| Mn              | 1                           | 1,17                 | OK                 |
| Si              | 0,25                        | 0,36                 | OK                 |
| Cr              | 0,5                         | 0,29                 | OK                 |
| V               | 0,03                        | 0,045                | OK                 |
| Ni              |                             | 0,26                 |                    |
| Mo              |                             | 0,02                 |                    |
| Cu              |                             | 0,32                 |                    |

Por lo tanto se determina que las planchas de acero ASTM A 588 Grado A tiene buenas características de soldabilidad según los parámetros establecidos en la norma AASHTO/AWS.

**REQUERIMIENTOS MECANICOS**

Se especifica que para planchas de hasta 100 mm de espesor debe cumplir con las siguientes características mecánicas que se muestran en la tabla 8 (Ref. 3):

**TABLA 8**  
**REQUERIMIENTOS MECANICOS (Ref. 3)**

|                                          |          |
|------------------------------------------|----------|
| Esfuerzo de Tensión<br>mínimo Ksi (MPa)  | 70 (485) |
| Esfuerzo de Fluencia<br>mínimo Ksi (MPa) | 50 (345) |
| Elongación en 8"<br>(200mm)              | 18%      |
| Elongación en 2"<br>(50mm)               | 21%      |

En las siguientes tablas se hará una comparación de la composición química y de las características mecánicas del metal de las planchas para diferentes espesores con respecto a:

- La NORMA ASTM para el acero A588M
- Proveedor del material JOINT STOCK COMPANY “ALCHESK IRON & STEEL WORKS”
- Pruebas realizadas en la ESPOL



**TABLA 9**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS  
MECÁNICAS DEL METAL SEGÚN LA NORMA ASTM A588M,  
PROVEEDOR Y ESPOL  
ESPESOR DE PLANCHAS: 8 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,18                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 0,97                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,008                | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,027                | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,32                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,24                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,44                 | OK                 |
| Mo              |                      | < 0,02               |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,28                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,04                 | OK                 |
| Al              |                      | 0,006                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,007                |                    |
| Nb              |                      | < 0,008              |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b> |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------|
| Esfuerzo de Tensión<br>mínimo MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 576 (83)         |              |
| Esfuerzo de Fluencia<br>mínimo MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 421 (61)         |              |
| Elongación en 8 in<br>(200mm) %          | 18                               | 27               |              |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               |                  |              |

No se cuenta con la información dada por la ESPOL, ya que este tipo de plancha no fue analizada en las pruebas.

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 8 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

**TABLA 10**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS  
MECÁNICAS DEL METAL SEGÚN LA NORMA ASTM A588M,  
PROVEEDOR Y ESPOL**

**ESPESOR DE PLANCHAS: 10 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 0,98                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,009                | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,027                | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,36                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,33                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,5                  | OK                 |
| Mo              |                      | < 0,02               |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,36                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,038                | OK                 |
| Al              |                      | 0,005                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,006                |                    |
| Nb              |                      | < 0,008              |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b>       |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|
| Esfuerzo de Tensión mínimo<br>MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 588 (85)         | 632,198<br>(91.62) |
| Esfuerzo de Fluencia mínimo<br>MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 421 (61)         | 443,94<br>(64.34)  |
| Elongación en 8 in (200mm)<br>%          | 18                               | 28               | 29,84              |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               |                  |                    |

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 10 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

**TABLA 11**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS MECANICAS DEL METAL SEGUN LA NORMA ASTM A588M, PROVEEDOR Y ESPOL**

**ESPESOR DE PLANCHAS: 20 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 0,98                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,009                | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,027                | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,36                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,33                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,5                  | OK                 |
| Mo              |                      | < 0,02               |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,36                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,038                | OK                 |
| Al              |                      | 0,005                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,006                |                    |
| Nb              |                      | < 0,008              |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b>        |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Esfuerzo de Tensión mínimo<br>MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 613 (89)         | 746,662<br>(108.21) |
| Esfuerzo de Fluencia mínimo<br>MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 426 (62)         | 633,57<br>(91.82)   |
| Elongación en 8 in (200mm)<br>%          | 18                               | 25               | 29,72               |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               |                  |                     |

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 20 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

**TABLA 12**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS  
MECÁNICAS DEL METAL SEGÚN LA NORMA ASTM A588M,  
PROVEEDOR Y ESPOL**

**ESPESOR DE PLANCHAS: 25 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,17                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 0,98                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,02                 | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,024                | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,34                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,26                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,64                 | OK                 |
| Mo              |                      | <0,02                |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,25                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,05                 | OK                 |
| Al              |                      | 0,005                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,006                |                    |
| Nb              |                      | <0,008               |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b>        |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Esfuerzo de Tensión mínimo<br>MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 601 (87)         | 794,192<br>(115.10) |
| Esfuerzo de Fluencia mínimo<br>MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 449 (65)         | 577,416<br>(83.68)  |
| Elongación en 8 in (200mm)<br>%          | 18                               | 24               | 36                  |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               |                  |                     |

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 25 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

**TABLA 13**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS MECANICAS DEL METAL SEGUN LA NORMA ASTM A588M, PROVEEDOR Y ESPOL**

**ESPESOR DE PLANCHAS: 30 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,16                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 0,98                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,007                | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,02                 | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,35                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,35                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,58                 | OK                 |
| Mo              |                      | <0,02                |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,32                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,066                | OK                 |
| Al              |                      | 0,005                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,007                |                    |
| Nb              |                      | <0,008               |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b>        |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Esfuerzo de Tensión mínimo<br>MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 561 (81)         | 736,862<br>(106.79) |
| Esfuerzo de Fluencia mínimo<br>MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 414 (60)         | 533,414<br>(77.31)  |
| Elongación en 8 in (200mm)<br>%          | 18                               | 28               | 36,52               |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               | 28               |                     |

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 30 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

**TABLA 14**

**DATOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS MECANICAS DEL METAL SEGUN LA NORMA ASTM A588M, PROVEEDOR Y ESPOL**

**ESPESOR DE PLANCHA: 50 mm**

|                 | <b>NORMA ASTM</b>    | <b>PROVEEDOR</b>     | <b>OBSERVACION</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Elemento</b> | <b>Composición %</b> | <b>Composición %</b> |                    |
| C               | 0,19 máx.            | 0,16                 | OK                 |
| Mn              | 0,8-1,25             | 1,17                 | OK                 |
| P               | 0,04 máx.            | 0,01                 | OK                 |
| S               | 0,05 máx.            | 0,025                | OK                 |
| Si              | 0,3-0,65             | 0,36                 | OK                 |
| Ni              | 0,4 máx.             | 0,26                 | OK                 |
| Cr              | 0,4-0,65             | 0,29                 | OK                 |
| Mo              |                      | <0,02                |                    |
| Cu              | 0,25-0,40            | 0,32                 | OK                 |
| V               | 0,02-0,10            | 0,045                | OK                 |
| Al              |                      | 0,005                |                    |
| Ti              |                      | 0,005                |                    |
| As              |                      | 0,007                |                    |
| Nb              |                      | <0,008               |                    |
| N               |                      | 0,008                |                    |

|                                          | <b>NORMA<br/>ASTM/AASHTO/AWS</b> | <b>PROVEEDOR</b> | <b>ESPOL</b>      |
|------------------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| Esfuerzo de Tensión<br>mínimo MPa( Ksi)  | 485 (70)                         | 561 (81)         | 687,08<br>(99.58) |
| Esfuerzo de Fluencia<br>mínimo MPa( Ksi) | 345 (50)                         | 414 (60)         | 520,5<br>(75.43)  |
| Elongación en 8 in (200mm)<br>%          | 18                               | 28               | 34,2              |
| Elongación en 2 in (50mm)<br>%           | 21                               | 28               |                   |

Se concluye que la plancha de acero ASTM A 588 Grado A con un espesor de 50 mm cumple con los parámetros estipulados bajo la NORMA.

De acuerdo a las pruebas realizadas, concluimos entonces que el material a utilizarse en la construcción del **Puente de Uso Vial Gualo** bajo la norma **AASHTO/AWS D1.5M/D1.5: 2002** cumple con todos los requerimientos que se estipulan en ella.

#### **1.4 Dimensiones y Tolerancias.**

Las dimensiones de miembros estructurales soldados se conformarán con las especificaciones generales que gobiernan el trabajo tal como se muestran en los planos del 1 al 11 del anexo A y las tolerancias dimensionales especiales citadas a continuación (Ref. 2):

- Las variaciones permisibles en la rectitud de columnas soldadas sin importar la sección representativa no se excederán de:

Long. Menor a los 10m (30ft)

1mm/m(1/8 in./10ft) de la longitud total, m(ft)

Long. de 10 a 15m (30 a 45ft), 10mm(3/8 in.)

- Para las vigas o las vigas soldadas con el reborde superior no encajado en concreto o con el reborde superior encajado en concreto con un haunch diseñado, sin importar la sección representativa, la variación permisible de la comba requerida en el montaje de la tienda estará:

En el punto medio, -0, +40mm (1-1/2 in.) para una luz  $\geq$  30m (100ft).

-0, +20mm (3/4 in.) para una luz < 30m (100ft).

En los apoyos, 0 para finales de apoyo.

$\pm$  3mm (1/8 in.) para apoyos interiores.

En puntos intermedios, -0, +  $(4(a)b(1-a/S))/S$

Donde:

a = distancia en metros (ft) del punto de inspección al apoyo mas cercano.

S = longitud del claro en metros (ft).

b = 40mm (1-1/2in.) para una luz  $\geq$  30m (100ft)

b = 20mm (3/4in.) para una luz < 30 m (100ft)

Ver tabla 15 para los valores tabulados:



**TABLA 15**

**TOLERANCIA DEL CAMBER PARA LA VIGA TIPICA (Ref. 2)**

| Tolerancia del Camber, mm(in.) |          |         |           |            |           |
|--------------------------------|----------|---------|-----------|------------|-----------|
| Luz o Claro                    | a/S      |         |           |            |           |
|                                | 0,1      | 0,2     | 0,3       | 0,4        | 0,5       |
| ≥ 30m (100 ft)                 | 14(9/16) | 25(1)   | 34(1-1/4) | 38(1-7/16) | 40(1-1/2) |
| < 30m (100 ft)                 | 7(1/4)   | 13(1/2) | 17(5/8)   | 19(3/4)    | 20(3/4)   |

**1.5 Revisión del Diseño de Fabricación.**

Para la fabricación de las estructuras se procede a realizar la revisión de los planos de diseño del proyecto “Construcción del Puente Gualo”, en donde se podrá observar todos los parámetros de importancia que se requieren para la fabricación de los tornapuntas, vigas y articulaciones.

Para una mayor eficiencia en los trabajos, al fabricante se le proporcionarán planos de taller, los mismos que se obtendrán de los planos de diseño del proyecto “Construcción del Puente Gualo”.

Los planos de taller contendrán las dimensiones y tamaños de los elementos componentes de la estructura, en forma detallada y los detalles de todas las partes misceláneas (Ref. 4).

En los planos del 1 al 11 se muestran los planos de taller y la lista de materiales de las estructuras a fabricar como son los tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones, aquí se podrá observar los diferentes detalles de fabricación que se necesitan como son: soldadura, armado, distancia entre rigidizadores, posición de los rigidizadores, longitudes, etc. .

# **CAPITULO 2**

## **2. PLANIFICACION DEL PROCESO DE FABRICACION.**

### **2.1 Elaboración del Proceso de Fabricación.**

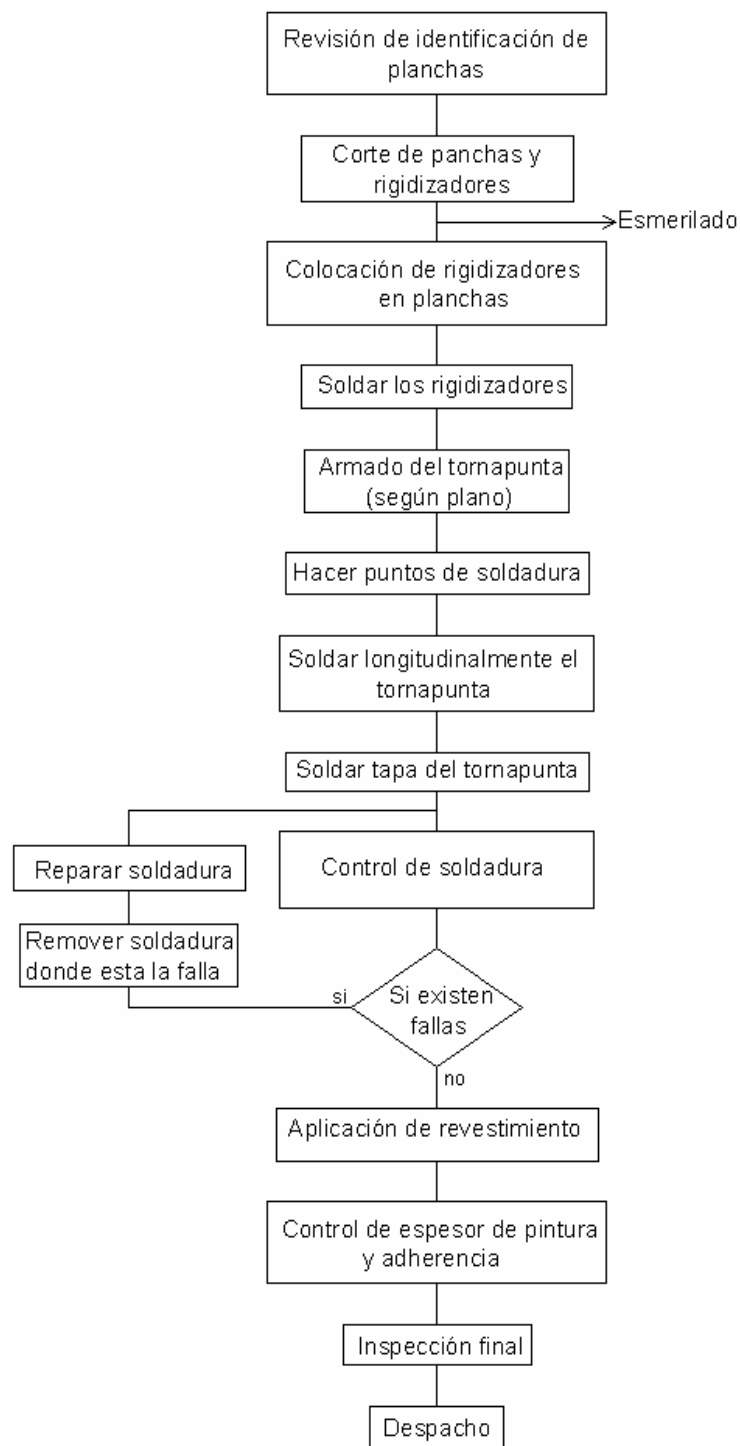
Se elabora un proceso para la fabricación de los tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones, el cual es importante para la obtención de dichas estructuras, dicho proceso empezará desde la recepción de planchas hasta la inspección final y despacho. Todo el proceso de fabricación de las estructuras estará respaldado por los planos que se encuentran en la parte final.

De acuerdo a los detalles que se muestran en los planos se puede observar que ciertos tornapuntas irán con tapa en ambos extremos, en otros casos irá tapa solo en un extremo del tornapunta.

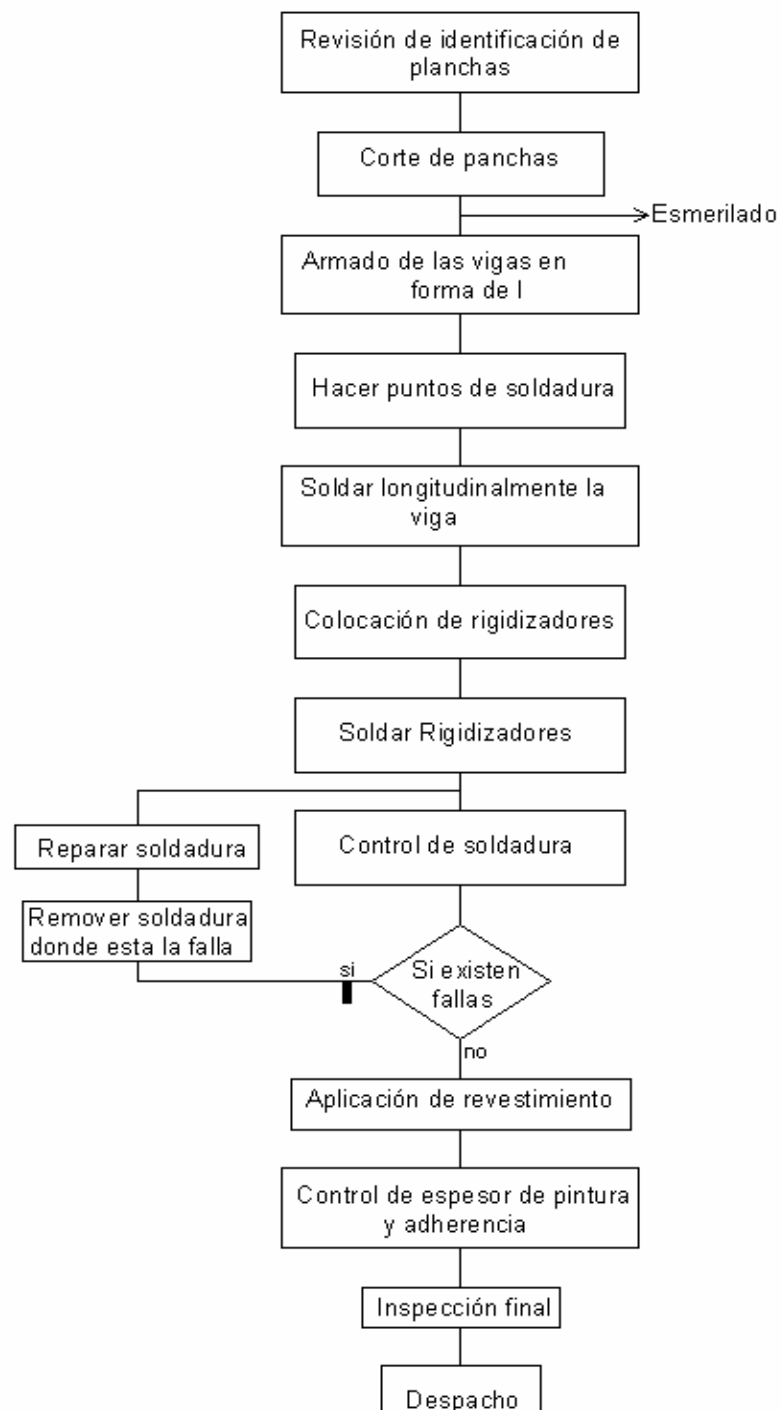
En el caso de vigas la diferencia entre ellas estará en la posición de los rigidizadores. Para el cacho o dovela 4 lateral que también forma parte del conjunto de vigas se tiene un diseño especial debido a que este va empataado con los tornapuntas tal como se muestra en los planos 9 y 10.

Para la fabricación de las estructuras se elaborará un flujo de producción para tener más claro todo el procedimiento de fabricación.

El proceso de fabricación comienza desde el momento que se recibe la plancha certificada desde Ucrania y después se procede al corte de las mismas; las medidas a las cuales deberán ser cortadas dichas planchas serán de acuerdo a los detalles expuestos en los planos. En la figura 2.1 y 2.2 se muestran las diferentes etapas de fabricación de las estructuras del puente a realizarse en taller.



**FIG. 2.1 ETAPAS DE FABRICACION DE LOS TORNAPUNTAS**



**FIG. 2.2 ETAPAS DE FABRICACION DE LAS VIGAS**

## **2.2 Establecimiento del Programa a Producirse.**

Para la realización de dicho programa se debe contar con las planchas, herramientas y suministros en tiempos que resulten convenientes, de tal manera que puedan realizarse los programas establecidos.

Es necesario llevar un registro adecuado de los inventarios de material con el fin de que estos estén disponibles en cantidades suficientes para las necesidades de producción de acuerdo con el programa. Para ello se debe mantener un constante diálogo con los responsables directos de la obra.

La programación puede llevarse a cabo con varios grados de refinamiento. La programación se hace frecuentemente con el auxilio de tableros de control. Estos dispositivos son en realidad versiones mecánicas de las GRAFICAS DE GANTT donde los programas toman la forma de tiras de papel que se cortan a longitudes equivalentes a tiempos estándares.

Para la elaboración de los diagramas de GANTT en el proceso de fabricación de las estructuras del puente se ha tomado en cuenta la capacidad de todos los equipos usados durante el

proceso de fabricación, así como también el tipo de estructuras a fabricarse, área física de la que dispone, etc.

El diagrama de GANTT realizado para la fabricación de las estructuras del puente es mostrado en la siguiente sección del capítulo.

Durante la SELECCIÓN DE PERSONAL se deben buscar personas adecuadas tomando en cuenta su entrenamiento anterior. En la tabla 16 se muestra la distribución del personal para los dos turnos usados en la fabricación de las estructuras del puente.



**TABLA 16**

| DISTRIBUCION DEL PERSONAL |                                                   |           |         |                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------|---------|------------------|
| Id                        | Nombre del Recurso                                | Iniciales | Grupo   | Capacidad Máxima |
| 1                         | Cortador                                          | C         | T1 y T2 | 2                |
| 2                         | Ayudante C                                        | AC        | T1 y T2 | 2                |
| 3                         | Operador Pantógrafo<br>(articulaciones)           | OP        | T1 y T2 | 1                |
| 4                         | Ayudante OP                                       | AOP       | T1 y T2 | 1                |
| 5                         | Armador de Tornapuntas,<br>Vigas y Articulaciones | ATVA      | T1 y T2 | 2                |
| 6                         | Ayudante ATVA                                     | AATVA     | T1 y T2 | 4                |
| 7                         | Soldador ATVA                                     | SATVA     | T1 y T2 | 2                |
| 8                         | Esmerilador ATVA                                  | EATVA     | T1 y T2 | 2                |
| 9                         | Soldador longitudinal                             | SL        | T1 y T2 | 4                |
| 10                        | Ayudante SL                                       | ASL       | T1 y T2 | 4                |
| 11                        | Operador Puente Grúa                              | OPG       | T1 y T2 | 1                |
| 12                        | Limpieza y Pintura                                | LP        | T1 y T2 | 2                |
| 13                        | Ayudante LP                                       | ALP       | T1 y T2 | 3                |

**NOTA:**

Id: Identificador para cada nombre del recurso.

Nombre del recurso: Es el personal utilizado para cada etapa

Iniciales: Es la inicial de la función del recurso.

Grupo: Se refiere a dos turnos de trabajo, los turnos son de 12 horas.

T1= turno de día ; T2 = turno de noche

Capacidad máxima: Cantidad max. De personal utilizado para cada etapa del proceso de fabricación.

El mismo número de personal mencionado para las diferentes actividades a realizar se encontrarán tanto en el turno del día

como en la noche. Las actividades a realizar serán las mismas para ambos turnos, si alguna de las tareas de la jornada no fuera culminada el siguiente turno se encargará de finalizarla y continuar con la siguiente tarea.

En el principio este tipo de programa serviría de mucho para coordinar la construcción de estas estructuras, pero debido a diversos factores los trabajos a realizarse podrían no cuadrar con los tiempos establecidos.

Una vez que se corten las planchas para el armado de los tornapuntas, los bordes se deberán encontrar lisos libre de picaduras y otros defectos superficiales.

También se procederá al corte de los rigidizadores que van en el interior del tornapunta, en ciertos casos el tornapunta llevará tapa en ambos extremos, en otro caso solo irá tapa en un extremo.

Una vez que se tienen las planchas del tornapunta primeramente se procede a colocarle los rigidizadores de acuerdo a los detalles expuestos en los planos, posteriormente se procede con el armado del tornapunta en sí colocando las siguientes planchas

que formarán un tubo cuadrado, para ello se procede a realizar puntos de soldadura para retener los bordes en una posición alineada siempre que el espesor de los puntos de soldadura se funda completamente y se incorpore en el cordón de soldadura final sin perjudicar su resistencia.

El siguiente paso del proceso constituye en realizar la soldadura final a lo largo de la longitud del tornapunta. Pero antes de iniciarse la soldadura se debe limpiar completamente las superficies a soldar removiéndose las escamas y la herrumbre por medio mecánico adecuado. Esta soldadura longitudinal deberá ser realizada por el método SMAW o SAW.

Para garantizar la calidad de la soldadura se hace un control de la misma, este control puede ser: visual, líquidos penetrantes, ultrasonido, partículas magnéticas, etc. Cuando se encuentra una soldadura deficiente, en cuanto a su calidad, se debe remover la misma por medio del proceso adecuado y se la debe efectuar totalmente de nuevo.

Todas las estructuras del puente deben ser revestidas externamente. El primer paso para realizar el revestimiento

constituye la preparación de la superficie la misma que consiste en limpiarla con chorro abrasivo seco. La pintura base se debe aplicar inmediatamente después del tratamiento con los chorros. Los tiempos mínimos y máximos entre la aplicación de la pintura base y la pintura de acabado corresponderán a las indicaciones del fabricante.

El proceso final consiste en colocar a las estructuras marcas de identificación para montaje en obra, las mismas que serán hechas a través de plantillas de letras conjuntamente con pintura. Por último se procede a su despacho hacia el lugar a donde van a ser montadas.

### **2.3 Seguimiento del Programa.**

Con el objetivo de cumplir con el plan de producción de las estructuras del puente es necesario la elaboración de un programa diario de producción que debe cumplirse en todas las etapas de fabricación.

En la figura 2.3 se elabora el diagrama de GANTT, el cual contiene una lista de información acerca de cada tarea, mientras que los diagramas de barras de GANTT presentan las duraciones

de las tareas y las fechas de comienzo y de fin en una escala temporal.

Las ventajas de éste método de GANTT son las siguientes (Ref. 5):

- El programa se presenta en forma tan clara que puede ser comprendido fácilmente.
- Permite llevar organizadamente un plan de producción.
- El programa es sencillo y no requiere de ninguna experiencia en dibujo.
- Se puede comparar lo que se está haciendo con lo que se hizo anteriormente, con el fin de mejorar el proceso de fabricación.
- Visualiza el paso del tiempo y con ello ayuda a reducir tiempos ociosos o pérdidas en futuros trabajos similares que deban volverse a programar.































































En la figura 2.4 se presenta los pasos a seguir para una buena planeación en el proceso de fabricación de las estructuras metálicas del puente, en donde se indica el inicio del proyecto, pasando por la elaboración del plan de trabajo, costos, personal, material, y por último el objetivo del proyecto, que en éste caso es obtener las estructuras como son los tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones.

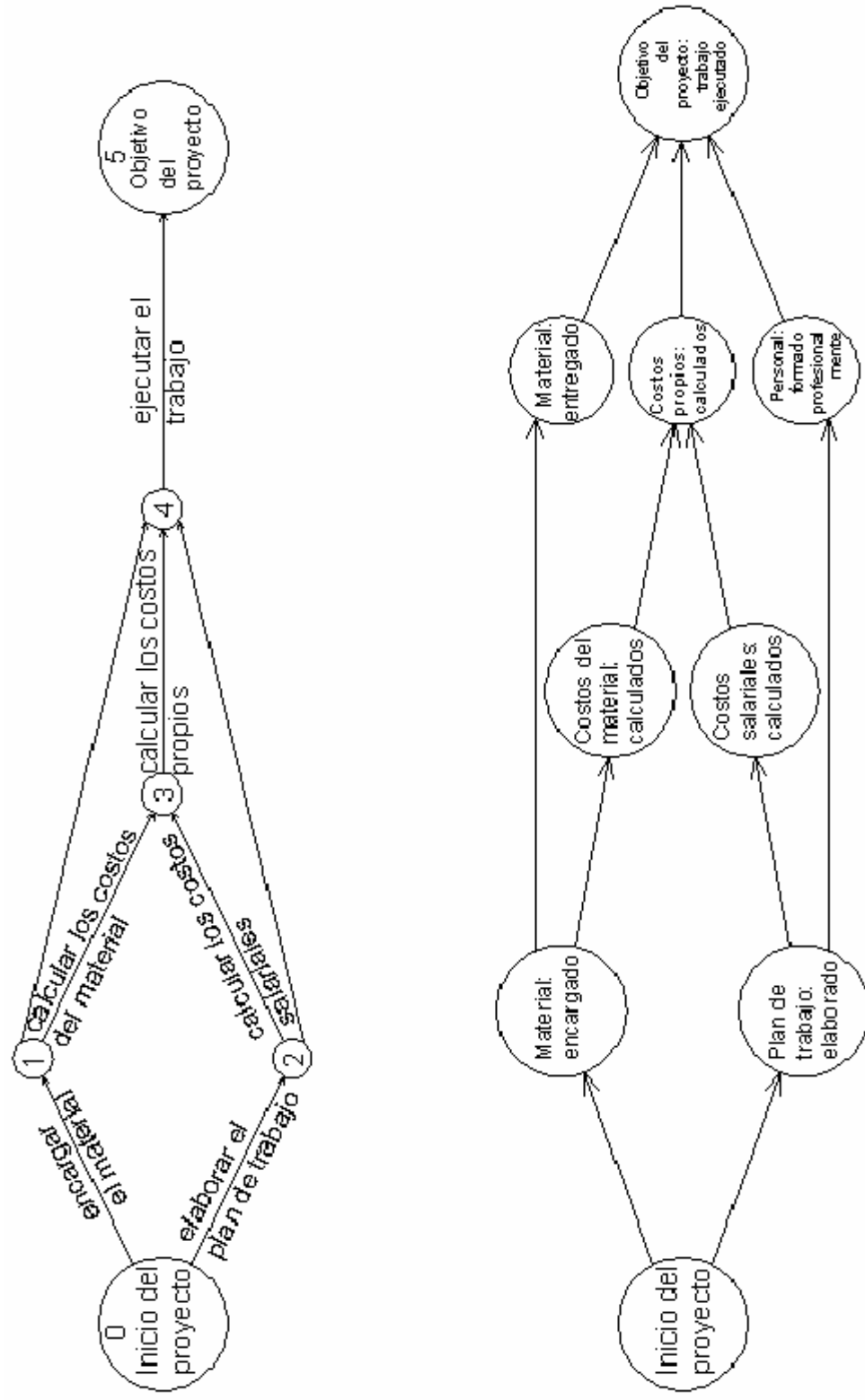


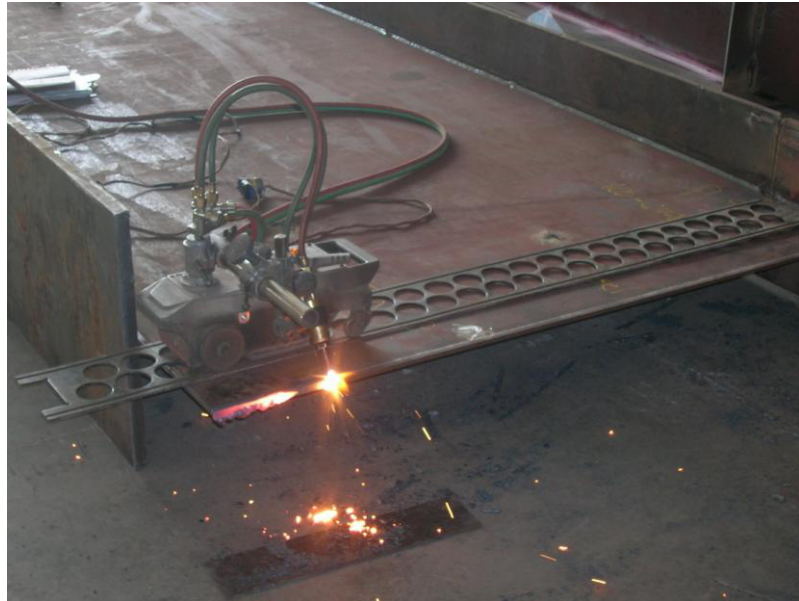
FIG. 2.4 PASOS PARA REALIZAR LA PROGRAMACION (Ref. 4)

## **2.4 Equipo de Fabricación.**

### **2.4.1 Corte de Planchas.**

#### **Tortuga**

Los equipos a utilizar para el corte de las planchas de los tornapunta, vigas y cachos serán las tortugas (Corte Oxiacetilénico Motorizado). La tortuga es un equipo motorizado como se muestra en la figura 2.5, cuya dirección de corte a seguir es trazada por la riel que se encuentra sobre el material a cortar, a ella se adhiere una pistola de corte la misma que contendrá una boquilla de corte que debe ser seleccionada de acuerdo al espesor que se vaya a cortar. El equipo contendrá una botella de oxígeno y acetileno, las presiones para cada uno de los manómetros de los tanques estará dado de acuerdo al corte a realizar. Es muy importante que antes de proceder con el trabajo de corte se verifique que las mangueras estén en buen estado y que la boquilla de corte se encuentre limpia.



**FIG. 2.5 EQUIPO DE CORTE OXIACETILENICO**  
(Cortesía Intermetal)

### **Pantógrafo**

Para el corte de los rigidizadores y articulaciones el equipo a utilizar será el **Pantógrafo** también conocido como **Pórtico de Plasma**.

El pantógrafo es un sistema electrónico-mecánico que contiene un tablero de control desde el cual se puede controlar todos las ordenes de trabajo a realizar ya sea manual o automáticamente, este equipo contiene cuatro antorchas: 2 para corte oxiacetilenico y 2 para corte con plasma. El equipo de Oxicorte funciona en base de una

combinación de oxígeno y acetileno, en cambio el equipo de plasma funciona en base de una combinación de aire comprimido y corriente eléctrica. El corte con plasma es el más utilizado ya que el corte es más limpio y preciso.

La ventaja del pantógrafo es que se pueden realizar cortes que tienen la forma de figuras geométricas como se puede observar en la fig. 2.6, esto se logra mediante el programa llamado el **LANTEK**. Primeramente la figura a cortar debe ser dibujada en AUTOCAD, luego el dibujo es transferido al programa Lantek en donde se seleccionará los parámetros requeridos como por ejemplo el inicio y el final del corte, luego el dibujo es traslado a la memoria del Pantógrafo con el nombre que usted escoja. Finalmente la figura quedará guardada en la memoria de la máquina, por lo tanto se procederá a realizar el corte.

En este equipo se realizarán los cortes de las planchas para la fabricación de las articulaciones para los tornapuntas y vigas. Ver plano 11.



**FIG. 2.6 PANTOGRAFO (Cortesía Intermetal)**

#### **2.4.2 Soldadura.**

Los métodos a utilizar para el soldado de las estructuras del puente serán: SMAW, SAW.

##### **SMAW**

El tipo de electrodo que se utilizará para el soldado de las estructuras será el E7018. Se contará con un número considerable de soldadores calificados los mismos que serán los encargados de cumplir los procedimientos de soldadura impuestos. La mayoría de los tornapuntas serán soldados por este método.

La soldadura de arco con electrodo revestido (Shielded Metal Arc Welding, SMAW) como se observa en la figura 2.7, es un proceso de soldadura por arco en el que se produce coalescencia de metales por medio del calor de un arco eléctrico que se mantiene entre la punta de un electrodo cubierto y la superficie del metal base en la unión que se esta soldando (Ref. 6).

El núcleo del electrodo cubierto consiste en una varilla de metal sólida de material estirado o colado, o bien una varilla fabricada encerrando metal en polvo en una funda metálica. La varilla del núcleo conduce la corriente eléctrica al arco y suministra metal de aporte a la unión. Las funciones principales de la cobertura del electrodo son estabilizar el arco y proteger el metal derretido de la atmósfera por medio de los gases que se crean cuando el recubrimiento se descompone por el calor del arco. La protección empleada, junto con otros ingredientes de la cobertura y del alambre del núcleo, controlan en gran medida las propiedades mecánicas, la composición química y la estructura metalúrgica del metal de soldadura, así como las características del arco del electrodo. La

composición del revestimiento del electrodo varia dependiendo del tipo de electrodo.



**FIG 2.7 SOLDADURA DE ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO (Cortesía Intermetal)**

## **SAW**

En el método de arco sumergido (Submerged Arc Welding, SAW), el calor es aportado por un arco eléctrico generado entre uno o más electrodos y la pieza de trabajo. El arco eléctrico mencionado está sumergido en una capa de fundente granulado que lo cubre totalmente protegiendo el metal depositado durante la soldadura. De aquí el nombre del proceso.



El arco está alimentado generalmente con corriente continua, o en alterna para aumentar las intensidades admisibles. También tiene un mecanismo mecánico de alimentación de alambre y tolva incorporada para la alimentación del Flux (fundente).

La soldadura eléctrica por arco sumergido (Submerged Arc Welding, SAW) es un proceso mediante el cual la unión permanente de las piezas metálicas se logra por el calor generado por un arco voltaico producido entre el metal base y un alambre electrodo sólido. La zona de soldadura está protegida por un material fundente granulado (FLUX) que se acumula sobre el arco y el cordón formado y rodea completamente el extremo del electrodo. El fundente al llegar al estado líquido no produce humo ni chispas; como se puede ver el arco no es necesario mayor protección para los ojos sino únicamente gafas de seguridad (transparentes) (Ref. 6).

En la figura 2.8 se muestra el proceso de soldadura por arco sumergido de las vigas de las estructuras del puente.



**FIG. 2.8 SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO**  
(Cortesía Intermetal)

### **2.4.3 Acabado Superficial.**

#### **Pistola**

El equipo a utilizar para el acabado superficial será una pistola convencional que conjuntamente con un compresor de aire serán los encargados del proceso de pintura. Es importante mencionar que antes del proceso de pintado la superficie debe estar libre de imperfecciones, escorias, salpicaduras de soldadura, etc.

#### **2.4.4 Transporte Interno.**

##### **Puente Grúa**

Los puentes-grúa son máquinas utilizadas para la elevación y transporte, en el ámbito de su campo de acción, de materiales generalmente en procesos de almacenamiento o curso de fabricación. Este modelo de puente grúa permite alcanzar la máxima altura de gancho.

El equipo propiamente dicha, figura 2.9, está compuesta generalmente por una doble estructura rematada en dos testeros automotores sincronizados dotados de ruedas con doble pestaña para su encarrilamiento. Apoyado en dicha estructura y con capacidad para discurrir encarrilado a lo largo de la misma, un carro automotor soporta un polipasto cuyo cableado de izamiento se descuelga entre ambas partes de la estructura. La combinación de movimientos de estructura y carro permite actuar sobre cualquier punto de una superficie delimitada por la longitud de los rieles por los que se desplazan los testeros y por la separación entre ellos.

Hay que tener mucho cuidado en el manejo del puente grúa, ya que las estructuras a transportar como son los tornapuntas y vigas a las diferentes áreas (soldado, pintura, despacho) están por encima de las 5 toneladas, también servirá para transportar las planchas durante la fabricación de los mismos, solo la persona capacitada y autorizada podrá hacer uso de este equipo.



**FIG. 2.9 PUENTE GRUA DE 25 TON (Cortesía Intermetal)**

# **CAPITULO 3**

## **3. PROCESO DE FABRICACION.**

### **3.1 Recepción de Planchas.**

El supervisor de Recepción de la Materia Prima debe asegurarse que las planchas adquiridas para la fabricación del puente sean debidamente inspeccionadas, y se les realice los controles necesarios antes de utilizarlas en el proceso de fabricación para determinar su conformidad con las especificaciones. Esta verificación se la realizará siguiendo el plan de calidad y procedimientos escritos previamente establecidos.

Cuando se requiera del uso de las planchas lo primero que se debe controlar es que la identificación de las mismas coincida con el "Packing List" que se recibe del proveedor o fabricante. Es necesario mencionar que todo material que se recibe del

fabricante debe traer adjunto su respectivo Certificado de Calidad en el cual se detallan las pruebas que se realizaron en el material recibido.

De acuerdo a las especificaciones del contrato no es necesario realizar ningún tipo de ensayo o prueba adicional en las planchas, sino solamente el control ya mencionado anteriormente.

La identificación de las planchas es por medio de marcas en alto relieve en la cual se detalla de acuerdo a la ASTM A6 lo siguiente (Ref. 3):

- Número y Grado de Especificación.
- Numero Térmico.
- Identificación de Fabrica.

El hecho que en las especificaciones de contrato se establezca que el único control que debe hacerse en la recepción de planchas es el de control de documentos, no quiere decir que el cliente no tendrá el derecho de verificar que los productos adquiridos al fabricante cumplan con los requisitos especificados.

## **CONTROL DIMENSIONAL PREVIO Y POST-CORTE**

El control dimensional es elaborado en base a las especificaciones de contrato y de acuerdo al plan de aseguramiento de calidad, este trabajo debe ser hecho bajo la responsabilidad de un supervisor.

El control dimensional previo al corte consiste en verificar:

**Que los ángulos** en los extremos de la plancha se encuentren a 90, y lograr que la plancha este a escuadra.

**En los flejes** que se cortan con oxiacetileno, se debe controlar que se remuevan todas las irregularidades que se producen después del corte esmerilando la superficie.

Una vez realizado el corte se procede al control post corte, el cual consiste en volver a medir los flejes para de esta manera verificar que los mismos cumplen con las medidas requeridas.

## **PREPARACION DEL METAL BASE**

Las superficies a ser soldadas deberán ser uniformes, planas y libres de aletas, rasgaduras, fisuras y otras discontinuidades que afectarían adversamente la calidad o resistencia de la soldadura.

También las superficies a ser soldadas y las superficies adyacentes a la misma estarán libres de imperfecciones, escamas finas, óxidos, grasa y otros materiales extraños que impedirían una soldadura apropiada o producirían humos inaceptables.

Para las planchas que conformarán el ala y alma el corte se lo realizará con el equipo denominado tortuga tal como se muestra en la figura 2.5. Todo corte con oxígeno será hecho con la llama ajustada y manipulada de tal manera que se evite cortar fuera de los límites prescritos. El método más común en la preparación de bordes es cortar con soplete hacia abajo a través de la superficie de la plancha con el ángulo apropiado y de esta manera lograr el bisel deseado.

Los bordes y superficies cortadas deben estar libres de escoria. Las muescas ocasionales o acanaladuras en los filos o borde del material, los cuales no van a ser subsecuentemente soldados, deberán ser removidos también con la ayuda de la amoladora.



En la tabla 17 se muestran los valores de rugosidad de acuerdo con el espesor del material después del corte térmico utilizando oxígeno.

**TABLA 17**  
**VALORES DE RUGOSIDAD (Ref. 2)**

| <i>Rugosidad<br/><math>\mu m.</math><br/>(<math>\mu in.</math>)</i> | <i>Espesor del<br/>Material<br/>mm. (in.)</i> |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 25 (1000)                                                           | Hasta 100 (4)                                 |
| 50 (2000)                                                           | Desde 100 (4)<br>hasta 200 (8)                |

### **3.2 Fabricación de Tornapuntas y Articulaciones.**

Para la fabricación de los tornapuntas necesitamos de las planchas que conformarán el alma y ala de dichos elementos estructurales.

El trabajo en sí consiste en la fabricación de 52 tornapuntas. Este proceso de fabricación es repetitivo, porque un tornapunta de una

medida y características determinadas del mismo tipo se fabricarán cuatro. Por ejemplo: El tornapunta T1O-A1 es el mismo que el T1O-A2, T1O-A3 y T1O-A4, lo mismo sucede con los demás casos.

Para los tornapuntas se fabricara un total de 16 articulaciones superiores y 16 articulaciones inferiores. Ver plano 11 que se muestra en la parte final de este proyecto.

### **3.2.1 Corte de Planchas.**

Primeramente se procederá a realizar el corte de las planchas que constituyen el alma y ala (patín) de los tornapuntas, las medidas de estas partes del elemento estructural se encuentran en los planos 1, 2, 3, 4. Para el armado de los patines del tornapunta en ciertos casos se debe aprovechar el material sobrante que es menor a la longitud que se requiere y que mediante un empate de soldadura con un retaso de material se puede obtener la medida requerida, esto solo se puede hacer en este caso, en el alma no se hace esto por cuestiones de seguridad.

Es importante hacer notar que después de cada corte las planchas y flejes deben estar lisas, uniformes, carentes de rebabas, desprendimientos, grasas y otros defectos.

También se procederá a realizar el corte de los rigidizadores, los mismos que están destinados a soportar cargas. Estos materiales serán esmerilados para que puedan apoyarse uniformemente sobre las almas del tornapunta.

### **3.2.2 Armado.**

Una vez que tenemos todo el material listo procedemos con el armado de los tornapuntas, sin duda es un trabajo complejo debido al peso de las planchas, un grupo de tres a cuatro personas estarán a cargo de este trabajo el cual consiste en utilizar métodos innovadores y creativos que ayuden a mejorar la calidad del producto.

Los diferentes métodos que utilizarán los armadores se los obtiene de acuerdo al grado de dificultad que se presenten en el armado de estas estructuras. Ciertos métodos a

utilizar son obtenidos de la experiencia de años de trabajo con material pesado. El objetivo del armado es que se cumpla con los requerimientos de cuadratura que es lo más importante y con los requerimientos exigidos por el código AWS D1.5.

Se procederá al armado de acuerdo a los detalles expuestos en los planos de taller, primeramente colocamos los rigidizadores en las planchas como se muestra en la figura 3.1, posteriormente se procede con el armado del tornapunta en sí colocando las siguientes planchas y los patines que darán la forma de un tubo cuadrado, para ello se procede a realizar puntos de soldadura para retener los bordes en una posición alineada siempre que el espesor de los puntos de soldadura se funda completamente y se incorpore en el cordón de soldadura final sin perjudicar su resistencia.



**FIG 3.1 PROCESO DE ARMADO DE LOS  
TORNAPUNTAS (Cortesía Intermetal)**

El siguiente paso del proceso constituye en realizar la soldadura final a lo largo de la longitud del tornapunta. Pero antes de iniciarse la soldadura, se deben limpiar completamente las superficies a soldar, removiéndose las escamas y la herrumbre por medio mecánico adecuado. Esta soldadura será realizada por el método de soldadura eléctrica por arco con electrodo revestido (Shielded Metal Arc Welding, SMAW) y por el método de soldadura por arco sumergido (Submerged Arc Welding, SAW).

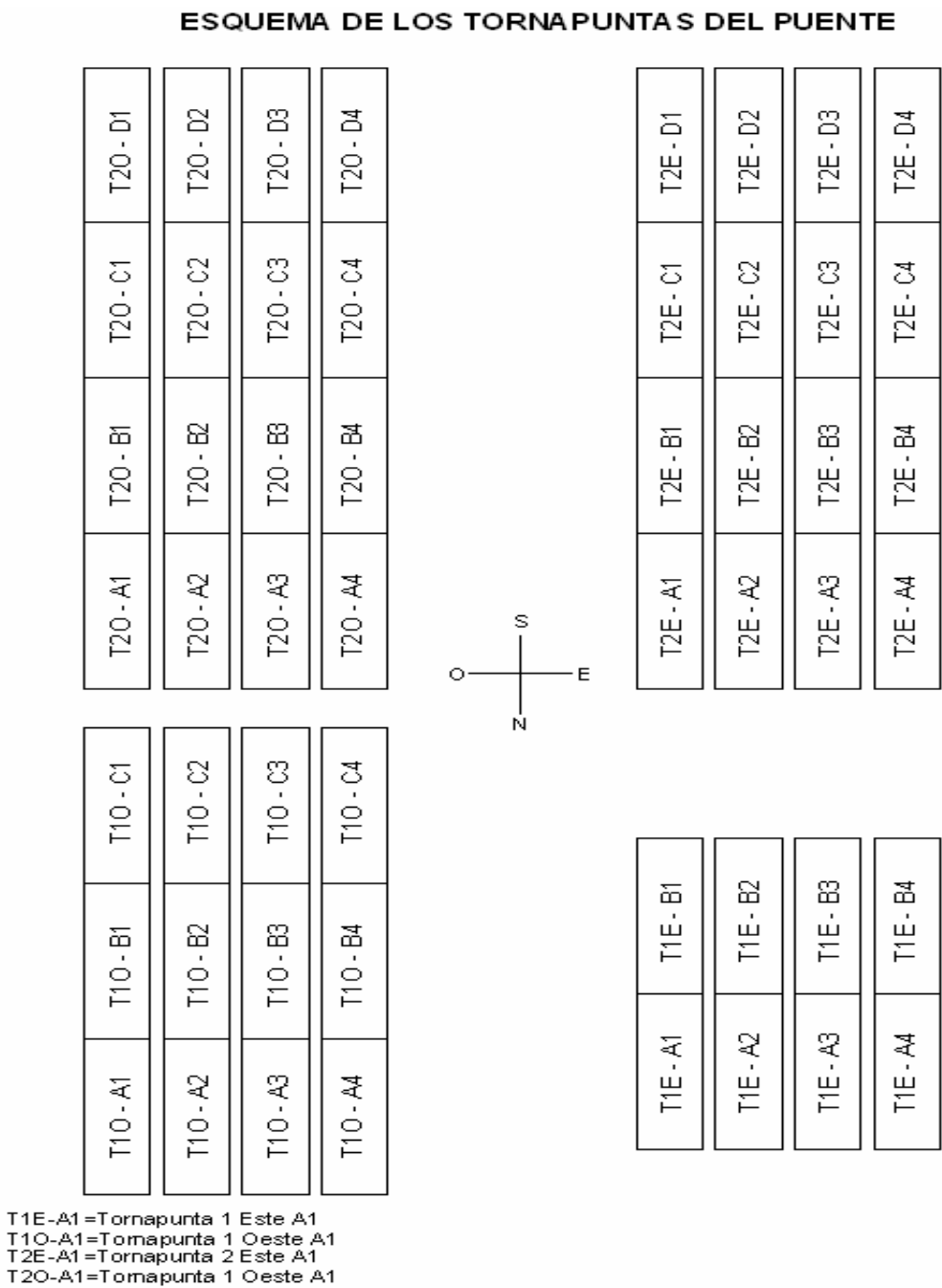
También se procederá a realizar el armado de las articulaciones superiores e inferiores de los tornapuntas cuyo material para el armado se lo obtiene por medio de la máquina de corte denominada pantógrafo debido a la complejidad existente en las partes que compondrán dichas articulaciones. En la figura 3.2 se muestra una de las articulaciones del puente. El pantógrafo como ya se mencionó anteriormente, permite realizar cortes de materiales que tienen la forma de figuras geométricas.

Todo elemento estructural que haya sido terminado no tendrá torceduras, dobladuras ni uniones abiertas (Ref. 4).



**FIG 3.2 ARTICULACION DEL PUENTE (Cortesía Intermetal)**

En la figura 3.3 se muestra un esquema con su respectiva marcación del número de tornapuntas que se deben fabricar.



**FIG. 3.3 ESQUEMA DE LOS TORNAPUNTAS A FABRICAR**

### **3.2.3 Aplicación de Procedimientos de Soldadura.**

En la fabricación de las estructuras metálicas como son los tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones, los tipos de soldadura a realizar serán de ranura y filete. En la fabricación de los tornapuntas y articulaciones superiores e inferiores hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Previo a la aplicación de la soldadura.**

- Revisar la documentación aplicable.
- Verificar los procedimientos de soldadura.
- Revisar las calificaciones de los soldadores.
- Desarrollar un plan de inspección y de registro de resultados.
- Identificación del producto cuya soldadura es rechazada.
- Chequear las condiciones de los consumibles.
- Verificación de la calidad y forma de juntas de soldadura.
- Revisión de los elementos de alineación y limpieza de la junta soldada.
- Revisión del precalentamiento, cuando sea necesario.



### **Durante la soldadura**

- Utilizar las variables de soldadura, tal como están estipuladas en el WPS respectivo.
- Revisión de la calidad de cada uno de los pases de soldadura, así como la temperatura y limpieza entre pasadas.
- Monitorear los END en proceso.

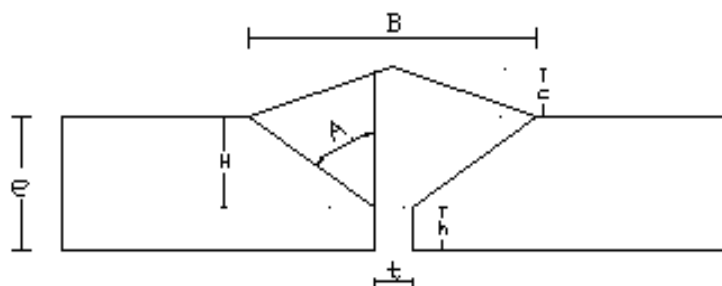
### **Después del proceso de soldadura**

- Inspección Visual de la apariencia del cordón.
- Revisión de las dimensiones del cordón de soldadura.
- Realizar las pruebas no destructivas que se requieran.

En el caso de los tornapuntas en la parte de la unión de los patines existirán juntas a tope y en la unión entre alma y patín existirá soldadura de filete. La junta a tope se preparará alineando una frente a la otra las partes a ser soldadas de tal manera que exista una separación u holgura entre ellas. Esta junta a realizarse debe cumplir con las siguientes características:

- Esta junta debe ser de penetración total.
- Es una unión soldada cuya resistencia no solo iguala a las de los materiales base, sino que generalmente los sobrepasa cuando se trata de juntas de penetración total.

Las dimensiones fundamentales para una junta a tope, se indican en función del espesor del material base, siendo estas su holgura o separación, el bisel, su ángulo y la altura del borde recto en la raíz denominado con frecuencia altura del talón.



**FIG 3.4 DIMENSIONES DE UN CORDON EN UNA JUNTA A TOPE**

Es necesario ubicar que las dimensiones importantes y que determinarán la calidad del cordón son: ancho del cordón (B), refuerzo (C) y altura de penetración H, la cual deberá ser igual al espesor del material para obtener una

junta de penetración total. En la figura 3.4 se muestran las dimensiones de un cordón en una junta a tope.

La soldadura de filete se aplicará en juntas que no estén alineadas o en otras palabras tienen una orientación entre ellas y además se encuentran apoyadas una sobre la otra de tal forma que el cordón se apoye entre ellas. En los tornapuntas la soldadura de filete se aplicará en la unión alma y patín y en la unión alma-patín con la tapa (ciertos tornapuntas irán con tapa).

## **PROCESO DE SOLDADURA**

El WPS con el cual se va a realizar un proceso de soldadura de producción, debe tener los siguientes parámetros (Ref. 2):

**Especificaciones del material:** características del metal a utilizarse en las construcciones metálicas del puente, según la norma AWS D1.5 lo establece como un acero **M270M GRADE 345W (50W) (ASTM A 588 Grade A)**.

**Procedimiento de soldadura:** es el proceso que se debe utilizar para realizar las uniones soldadas. En este proyecto se usará el método de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW) y el método de soldadura por arco sumergido (SAW).

**Especificaciones del proceso de soldadura:** indica la soldadura que se debe realizar ya sea manual, automática o semiautomática. Para este proyecto se hará manual las soldaduras a tope en las uniones de los patines y semiautomática para las uniones de los patines con las almas y unión de cubre-placas con patines.

**Posición de soldadura:** indica el tipo de posición con la cual se realizará la unión de las juntas. Para este proyecto a realizar se harán las juntas en posición **1G, posición plana.**

**Especificaciones del metal depositado:** la norma AWS D1.5 según el material al cual se le hará la unión soldada proporciona la especificación AWS para el metal depositado. Para este proyecto, en el caso de la soldadura

con electrodo revestido, la especificación del electrodo es el AWS A5.1 usar E7018.

**Clasificación de metal depositado:** la norma AWS D1.5 según el material al cual se le hará la unión soldada proporciona la clasificación del fundente como el electrodo a usarse. En el caso de la soldadura por arco sumergido, la especificación a utilizar será la AWS 5.17 con una combinación fundente-electrodo F7A0-EM12K.

**Fundente:** es dependiente de la cantidad de esfuerzo a la tracción que se desea tener con la relación fundente-alambre. Según la compañía INDURA propone el fundente **1AC** que es el que cumple con los requerimientos necesarios para la soldadura por arco sumergido de las estructuras de los puentes, además este tipo de fundente brinda ciertas características de resistencia a la corrosión al cordón de soldadura.

**Gas de protección:** en este caso no se aplica gas de recubrimiento.

**Simple o múltiples pases:** debido a que en algunas juntas de las estructuras a fabricar el espesor de relleno es muy grande, es necesario hacer muchos pases para lograr un relleno completo del surco cuando se realiza la soldadura por arco con electrodo revestido.

**Simple o múltiples arcos:** como solo se soldará utilizando un solo alambre se tendrá un solo arco de soldadura que se generará cuando se aplique la soldadura por arco sumergido.

## **INSPECCIÓN**

El inspector se asegurará que todos los WPSs sean calificados en conformidad con los requerimientos de la AASHTO/AWS D1.5. También se encargará de verificar que cada operación de soldadura este respaldada por un WPS escrito, el mismo que se le proporcionará a los soldadores e inspectores. En el anexo A se muestran las especificaciones de procedimiento de soldadura (Welding Procedure Specifications, WPS), los mismos que cumplen con los requerimientos del código AWS D1.5 para puentes soldados y que deberán ser llenados de acuerdo al tipo de

soldadura a aplicar en la fabricación de las estructuras del puente.

El inspector permitirá que la soldadura sea realizada por soldadores calificados en conformidad con los requerimientos del código AWS D1.5 y verificar que las calificaciones los autoricen a utilizar los WPSs especificados para el trabajo. En el Anexo A se muestra el registro de calificación de soldadores y operadores (WPQ), dicho informe muestra la calificación de uno de los soldadores que participarían en la fabricación de las estructuras y el cual resulta satisfactorio. Además es importante mencionar que las probetas para calificar soldadores fueron preparadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código AWS D1.5 para puentes soldados.

A intervalos convenientes, se observará la preparación de la junta, práctica de montaje, técnicas de soldadura y desempeño de cada soldador. También el inspector se asegurará que el tamaño, longitud y ubicación de todas las soldaduras cumplan con los requerimientos de este código

y los planos de detalle, y que no se añadan soldaduras que no se encuentren especificadas y sin aprobación. El tamaño y contorno de soldadura deben ser medidos utilizando los calibradores convenientes, se utilizará inspección visual para fisuras en soldadura y para otras discontinuidades debe ser respaldada por amplificadores de luz o por algún otro dispositivo útil.

Se identificará con una marca característica o un documento de control adecuado, todas las partes o juntas de las estructuras de acero soldadas del puente que se haya aprobado e inspeccionado, además se registrará los resultados de los ENDs junto con las descripciones detalladas de todas las reparaciones realizadas. En el anexo B se muestran los resultados de los ensayos no destructivos realizados en las estructuras del puente.

### **3.3 Fabricación de Vigas Laterales, Centrales y Cacho.**

En total se fabricarán 104 vigas de las cuales se las clasificará en vigas laterales, centrales y cacho, al cacho también se lo considera una viga lateral y se lo denominará como DOVELA 4



LATERAL. Se fabricará un total 64 vigas laterales, dentro de este mismo grupo se encuentran los 16 cachos a fabricar, cabe indicar que las vigas laterales que se montarán en la parte norte tendrán las mismas medidas y características de las que se encuentran en la parte sur. También se fabricarán un total de 40 vigas centrales. Ver planos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Para las vigas se fabricará un total de 8 articulaciones móviles y 8 articulaciones fijas. Ver plano 11.

### **3.3.1 Corte de Planchas**

Primeramente se procederá a realizar el corte de las planchas que constituyen el alma de la viga, el operador del equipo de corte y su ayudante estarán a cargo de este trabajo, otro operador y su ayudante estarán a cargo del corte de los patines de las viga, los cortes se los realizará conforme se vayan armando las vigas. Una vez que se termina de armar una viga ya debería estar listo el material para armar la siguiente, de esta manera se podrá realizar un trabajo constante.

También se tendrá listo el material para el corte de las articulaciones, estos cortes se los hará con el equipo de plasma o pantógrafo.

## **ARMADO**

Una vez que tenemos el material listo procedemos con el armado de las vigas. Se procederá al armado de acuerdo a los detalles expuestos en los planos. Ver planos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Para el armado de las vigas primeramente a la planchas o flejes que servirá de alma de las mismas se le procederá a colocar los patines. A los patines también se le conoce como platabanda, la viga tendrá dos platabandas (primera platabanda y segunda platabanda en la parte superior e inferior de la viga).

En el armado solo se colocarán las primeras platabandas, para ello se procederá a realizar puntos de soldadura para retener el patín de la viga de tal manera que entre alma y patín forman un ángulo de  $90^\circ$ . Para ello los armadores colocarán unas barras cruzadas cada

dos metros entre el alma y patín para que la viga no pierda la perpendicularidad a medida que van punteando. Solo se colocarán estos apoyos en un solo lado de la viga, arriba y abajo (patín superior e inferior), en el lado en el que no deberían colocarse apoyos solo se colocará uno en cada extremo de la viga para que de esta forma no se pierda la perpendicularidad en el armado de la viga, todos estos trabajos deben realizarse con ayuda del puente grúa.

El siguiente paso consiste en realizar la soldadura final a lo largo de la longitud de la viga, este proceso se lo realizará con soldadura por arco sumergido en la parte donde los apoyos solo están en los extremos. Posteriormente a la viga se la inclinará para realizar la soldadura por arco sumergido, formará un ángulo de aproximadamente  $60^{\circ}$  con respecto al piso como se muestra en la figura 3.5, una vez culminada la soldadura en esta parte de la viga se la inclinará para el otro lado para que de esta manera se proceda a quitar los apoyos y realizar el soldado de acabado en esta parte de la viga,

luego se debe proceder a girar la viga para realizar los siguientes cordones de soldadura.



**FIG. 3.5 PROCESO DE SOLDADURA DE LAS VIGAS  
(Cortesía Intermetal)**

Es importante que el armado cumpla con los detalles de longitud, soldadura y camber expuestos en los planos.

Los rigidizadores en los extremos de las vigas y los rigidizadores destinados a soportar cargas serán esmerilados para que puedan apoyarse uniformemente sobre las alas de la viga como se muestra en la figura 3.6 y de esta manera puedan ser soldados de acuerdo a los detalles en los planos (Ref. 4).



**FIG. 3.6 COLOCACION DE LOS RIGIDIZADORES EN LAS VIGAS (Cortesía Intermetal)**

Una vez que se encuentre armado el primer juego de vigas laterales se procederá a realizar la comprobación del camber, cabe indicar que la dovela 4 lateral (cacho) tendrá un diseño especial debido a que esta va empatada con los tornapuntas tal como se muestra en los planos 9 y 10. Es importante mencionar que durante la fabricación a la viga lateral dovela 4 (cacho) no se la debe fabricar totalmente sino hasta después de haber hecho la respectiva comprobación del camber. Ver figura 3.7.



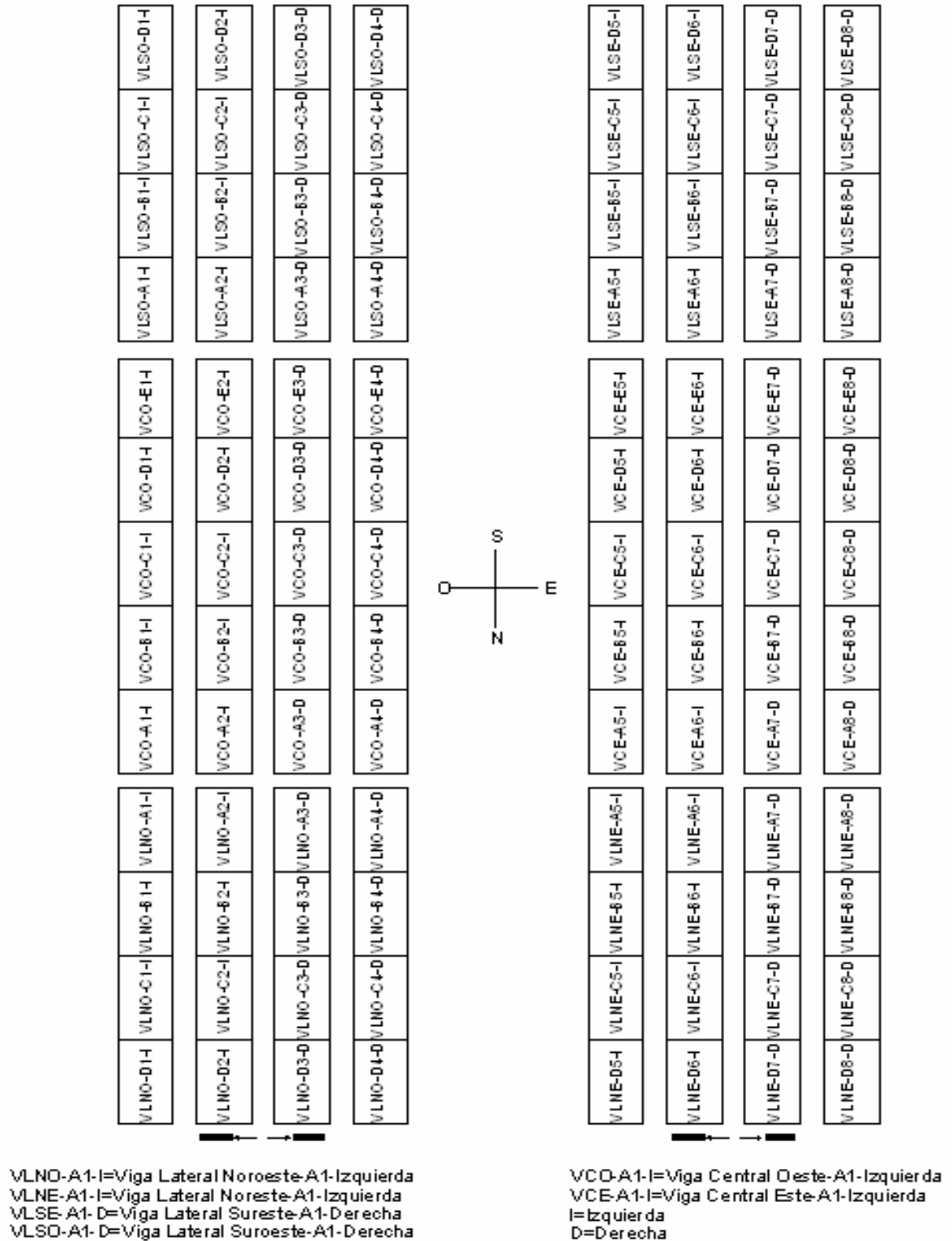
**FIG. 3.7 COMPROBACION DEL CAMBER (Cortesía Intermetal)**

El mismo proceso de armado se realizará con las vigas centrales de acuerdo a los detalles de los planos de taller que se muestran en los planos 7 y 8, además a las vigas centrales también se les hará la comprobación del camber.

También se procederá a realizar el armado de las articulaciones móviles y fijas de las vigas. Los materiales para la fabricación de los mismos se los obtendrá por medio de la máquina de corte denominada pantógrafo. Ver plano 11.

En la figura 3.8 se muestra un esquema con su respectiva marcación del número de vigas que se deben fabricar.

## ESQUEMA DE LAS VIGAS DEL PUENTE





### **3.3.2 Aplicación de Procedimientos de Soldadura.**

En la fabricación de las estructuras metálicas como son los tornapuntas, vigas y articulaciones, los tipos de soldadura a realizar serán de ranura y filete. En la fabricación de las vigas y articulaciones móviles y fijas se utilizarán los mismos procedimientos de soldadura que se aplicaron para la fabricación de los tornapuntas.

#### **Previo a la aplicación de la soldadura.**

- Revisar la documentación aplicable.
- Verificar los procedimientos de soldadura.
- Revisar las calificaciones de los soldadores.
- Desarrollar un plan de inspección y de registro de resultados.
- Identificación del producto cuya soldadura es rechazada.
- Chequear las condiciones de los consumibles.
- Verificación de la calidad y forma de juntas de soldadura.
- Revisión de los elementos de alineación y limpieza de la junta soldada.

- Revisión del precalentamiento, cuando sea necesario.

### **Durante la soldadura**

- Utilizar las variables de soldadura, tal como están estipuladas en el WPS respectivo.
- Revisión de calidad de cada uno de los pases de soldadura, así como la temperatura y limpieza entre pasadas.
- Monitorear los END en proceso.

### **Después del proceso de soldadura**

- Inspección Visual de la apariencia del cordón.
- Revisión de las dimensiones del cordón de soldadura.
- Realizar las pruebas no destructivas que se requieran.

En el caso de vigas en la parte de la unión de los patines existirán juntas a tope y en la unión entre alma y patín, patín y cubre-placa existirá soldadura de filete. La junta a tope se preparará alineando una frente a la otra las partes a ser soldadas de tal manera que exista una

separación u holgura entre ellas. Esta junta a realizarse debe cumplir con las siguientes características:

- Esta junta debe ser de penetración total.
- Es una unión soldada cuya resistencia no solo iguala a las de los materiales base, sino que generalmente los sobrepasa cuando se trata de juntas de penetración total.

La soldadura de filete se aplicará en juntas que no estén alineadas o en otras palabras tienen una orientación entre ellas y además se encuentran apoyadas una sobre la otra de tal forma que el cordón se apoye entre ellas. En las vigas la soldadura de filete se aplicará en la unión alma y patín(primer platibanda) y en unión patín con patín(primer platibanda con segunda platibanda).

### **3.4 Aplicación de Recubrimientos.**

El primer paso consiste en determinar el tipo de condiciones de exposición, ambiente o servicio que debe resistir el recubrimiento, en este caso el ambiente será húmedo.

El segundo paso consiste en identificar las condiciones de la superficie a proteger en este caso es un acero ASTM A588 Grado A, el recubrimiento será aplicado sobre un acero nuevo y recién preparado con chorro abrasivo.

El tercer paso consiste en determinar si existen limitaciones en la preparación de la superficie. La limpieza se la realizará con chorro de arena en un lugar abierto.

Antes de la aplicación de los recubrimientos se debe dar cumplimiento a los siguientes objetivos (Ref. 7):

a) Remover todos los contaminantes visibles como son: cascarillas de laminación, óxido, grasa y aceite, y otros no visibles, tales como: sales solubles de cloro, hierro, sulfatos y silicatos.

b) Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos, como: gotas de soldadura, bordes de maquinado, esquinas geométricas, filos, cantos, picos y curvas en general, dado que ahí el recubrimiento adopta bajos espesores y por abrasión se pierde la continuidad de la película dando inicio a la corrosión.

c) Obtener en las estructuras metálicas a pintar un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida.

Una vez alcanzado el grado de limpieza y el perfil de anclaje, la aplicación del recubrimiento no debe exceder más de 4 horas cuando la superficie se encuentra en ambiente seco.

No se debe efectuar ningún trabajo de limpieza de superficie con chorro abrasivo seco y aplicación de recubrimientos, si la temperatura de la misma no se encuentra por lo menos 276 K (3 C) arriba del punto de rocío.

Las condiciones para el tipo de recubrimiento a aplicar en las estructuras del puente soldado de acero tanto para tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones serán los que se muestran en la tabla 18.

**TABLA 18**

**SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVO UTILIZADO  
PARA SUPERFICIES METÁLICAS QUE SE ENCUENTRAN  
EXPUESTAS EN UN AMBIENTE HUMEDO**

| Ambiente | Condición de superficie | Sistemas de recubrimientos | Preparación de superficie |                     |
|----------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|
|          |                         |                            | Método                    | Grado de limpieza   |
| Húmedo   | Grado A                 | 1                          | 1                         | SP5/NACE 1/ISO Sa 3 |

**NOTA:**

Ambiente: Las estructuras metálicas se encontrarán expuestas a ambiente húmedo.

Condición de superficie: Según la tabla 19, el acero A588 recae dentro del grupo Grado A, debido al grado de corrosión que presenta.

Sistema de recubrimiento: El tipo de recubrimiento a aplicar es el N°-1, que se encuentra expuesto en la tabla 20.

Método: Es el N°-1, se encuentra expuesto en la tabla 21.

Grado de limpieza: Ver tabla 22.

**TABLA 19**

**DIFERENTES GRADOS DE CORROSION DE SUPERFICIES DE ACERO SIN PINTAR (Ref. 7)**

| Condición      | Según ISO 8501-1-3                                                                                                                                                              | Según SSPC-VIS 1 ó Equivalente                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grado A</b> | Superficie de acero recubierta en gran medida por cascarilla de laminación adherida, pero con poco o nada de óxido.                                                             | Superficie de acero recubierta completamente con escama de laminación, con corrosión no visible. |
| <b>Grado B</b> | Superficie de acero con óxido incipiente, en la que ha empezado a exfoliarse la cascarilla de laminación.                                                                       | Superficie de acero cubierta con escamas de laminación con óxidos.                               |
| <b>Grado C</b> | Superficie de acero cuya cascarilla de laminación ha desaparecido por la acción del óxido, o que puede eliminarse raspando, pero con algunas picaduras visibles a simple vista. | Superficie de acero cubierta con óxido y picaduras no visibles a simple vista.                   |
| <b>Grado D</b> | Superficie de acero cuya cascarilla de laminación ha desaparecido por la acción del óxido y en la que se ven a simple vista numerosas picaduras.                                | Superficie de acero cubierta con óxido y picaduras visibles.                                     |

**TABLA 20**

**PROTECCION ANTICORROSIVA A UTILIZAR EN SUPERFICIES METALICAS (Ref. 7)**

| Sistema N.- | Descripción                                                                                 | % Sólidos en volumen (mínimo) | Perfil de Anclaje (micras) | Capas (micras) | Método de aplicación              |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------------|
| 1           | Primario epóxico-poliamida de dos componentes RP-6 Modificado<br>+                          | 70                            | 37.5 - 62.5                | 1              | Aspersión convencional o sin aire |
|             | Acabado epóxico catalizado-poliamida de dos componentes altos sólidos RA-26 Modificado<br>+ | 70                            | No aplica                  | 1              |                                   |
|             | Acabado poliuretano acrílico-alifático de dos componentes RA-28 Modificado                  | 65                            | No aplica                  | 1              |                                   |

**TABLA 21**

**APLICACION DE LOS METODOS DE PREPARACION DE SUPERFICIES (Ref. 7)**

| No. | Método                                                                           | Aplicación en                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Chorro de arena o abrasivo a presión, seco. ISO 8504                             | Superficies de acero nuevas con corrosión grados A y B, donde se requiere formar perfil de anclaje; no está restringido para grados de corrosión C y D, donde ya existe perfil de anclaje provocado por la corrosión, previo estudio de la condición de superficie.                                              |
| 2   | Chorro de arena o abrasivo a presión, húmedo. 2/NACE 6 G198SSPC-TR o equivalente | Superficies de acero nuevas con corrosión grados A y B, donde se requiere formar perfil de anclaje; no está restringido para grados de corrosión C y D y superficies previamente pintadas, donde ya existe perfil de anclaje.                                                                                    |
| 3   | Chorro de agua a alta y ultra alta presión. NACE No. 5 SSPC/SP 12 ó equivalente  | Superficies de acero previamente pintadas, cuando se requiere eliminar toda la pintura, o en superficies de acero con grados de corrosión C y D, donde en ambos casos ya existe perfil de anclaje. En superficies de acero previamente pintadas, cuando solo se requiere preparar la superficie para prepintado. |



**TABLA 22**

**GRADOS DE LIMPIEZA DE SUPERFICIES QUE SE LOGRAN  
CON CHORRO ABRASIVO SECO (Ref. 7)**

| SSPC                                              | ISO      | NACE | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SP-5:<br>Limpieza a<br>metal blanco               | Sa 3     | 1    | Remover toda corrosión y contaminación visible, escama de laminación, pintura y cualquier material extraño hasta 100%                               |
| SP-10:<br>Limpieza a<br>metal cercano<br>a blanco | Sa 2 1/2 | 2    | Remover contaminantes hasta que un 95% de cada 9 pulg. cuadradas esté libre de corrosión visible, escama de laminación, pintura y material extraño. |
| SP-6:<br>Limpieza a<br>metal<br>comercial         | Sa 2     | 3    | Remover toda corrosión hasta que aproximadamente dos tercios de 9 pulgadas cuadradas este libre de todo residuo visible.                            |

**3.5 Control de Espesor y Adherencia de Pintura.**

El espesor de capa de los recubrimientos y el grado de adherencia por cada capa a aplicar se encuentra expuesto en la tabla 23.

**TABLA 23**

**ESPEJOR DE LA PROTECCION ANTICORROSIVA A  
UTILIZAR EN SUPERFICIES METALICAS (Ref. 7)**

| Sistema N.- | Descripción                                                                                             | Perfil de Anclaje<br>(micras) | Capas<br>(micras) | Espeor por<br>capa seca<br>(micras) | Método de<br>aplicación                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1           | Primario epóxico-<br>poliamida de dos<br>componentes RP-6<br>Modificado<br>+                            | 37.5 - 62.5                   | 1                 | 100 - 150                           | Aspersión<br>convencional<br>o sin aire |
|             | Acabado epóxico<br>catalizado-poliamida de<br>dos componentes altos<br>sólidos RA-26<br>Modificado<br>+ | No aplica                     | 1                 | 100 - 150                           |                                         |
|             | Acabado poliuretano<br>acrílico-alifático de dos<br>componentes RA-28<br>Modificado                     | No aplica                     | 1                 | 75 - 100                            |                                         |

.

### 3.6 Inspección Final y Despacho.

Una vez que se finalice con la fabricación de las estructuras soldadas del puente (tornapuntas, vigas, cachos y articulaciones), se debe proporcionar al fiscalizador los documentos que comprueben que la materia prima que se utilizó

en la fabricación del producto final es aquella exigida por las normas y especificaciones mencionadas.

Entre los documentos que el fabricante debe proporcionar al fiscalizador serán: las pruebas realizadas al acero A588, aquí se mostrará el % de elementos químicos que posee dicho material estructural. También se le proporcionará al fiscalizador los procedimientos de soldadura aplicados y las pruebas de los ensayos no destructivos realizados a las estructuras.

En cuanto al tipo de recubrimiento a aplicar, en este caso no será importante mostrar documento que garantice la calidad de la pintura, ya que una de las características principales de este material es su resistencia a la corrosión.

# CAPITULO 4

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez realizado el estudio de la fabricación de las estructuras del puente y analizando las etapas de cada proceso podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Una gran ventaja que presentan las estructuras soldadas es de requerir menor tiempo en la fabricación y montaje, lo cual las hace más económicas.
- Las uniones soldadas proporcionan suficiente rigidez para soportar las cargas presentes con secciones más delgadas produciendo un ahorro de material estructural.
- El uso del acero A588 Grado A en la fabricación de la estructura del puente representará un ahorro en costos de mantenimiento,

debido a su alta resistencia a la corrosión atmosférica, además a estas estructuras se les aplicará un recubrimiento que incrementará aún más su resistencia a la corrosión.

- Este tipo de estructuras para puentes son de buena presentación y muy resistentes, lo que dará seguridad y confianza a los usuarios.

Analizando todo el trabajo presentado se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- En este tipo de estructuras soldadas, la técnica de soldadura es muy importante, por lo que se debe realizar con personal y procedimientos calificados (WPS).
- Debido al servicio que prestan y al costo de este tipo de estructuras, es necesario cumplir con todas inspecciones expuestas en las especificaciones de la norma AWS D1.5, de esta manera se previene cualquier tipo de falla prematura de la estructura.

- Finalmente, se recomienda que se continúe con el estudio de este tipo de obras con estructuras soldadas para que se puedan realizar mejoras tanto en el diseño y fabricación de las mismas, ya que es un tema de gran importancia para la sociedad debido al servicio que prestan.

**ANEXO A**  
**PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE LAS ESTRUCTURAS DEL**  
**PUENTE**

**ESPOL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION

POLITECNICA DEL LITORAL  
BIBLIOTECA GONZALO ZERILLO  
M.C.R.

# WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS) ✓

## ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Company Name/Empresa: ..... INTERMETAL S.A.

WPS N° ..... 05-1F ..... PREQUALIFIED ..... TC-L1-S ..... Date/Fecha Septiembre 26, 2005.

Revisions ..... 0 ..... Dates: .....

Revisiones ..... Fechas

Welding Process(es) ..... SAW ..... Type(s): ..... AUTOMATICO .....

Procesos de Soldadura ..... Tipo(s): (Automatic, Manual, Machine or Semi-Auto)

(Automático, Manual, Máquina o Semi-automático)

### JOINTS

### UNIONES

Groove Design ..... FILETE EN "T" .....

Diseño Chaffan

Backing (YES) (NO) ..... SI .....

Soporte (SI) (NO)

Material ..... EM - 12K .....

Material

Size of Electrode ..... Tamaño del electrodo

Size of Filler ..... Diámetro 2.4 mm .....

Tamaño de la varilla

Electrode Flux (Class) ..... F 7AO - EM12K .....

Electrodo polvo (clase)

Consumable insert .....

Anillos consumibles

Other/Otros: .....

### BASE METALS

### METALES BASE

Type and Degree of Material ..... ASTM A-588 Gr.A....

Tipo y Grado del material

SN° ...3... Group N° ...1... to SN° ...3... Group N° ...1... .....

S N° Grupo a S N° Grupo

Thickness Range ..... T<sub>1</sub> ≤ 10 mm, T<sub>2</sub> ≥ 3 mm .....

Rango de espesor

Pipe Diam Range ..... ≥ 600 mm .....

Rango diámetro tubo

Other/Otros .....

### POSITION

### POSICIÓN

Position of Groove ..... 1F .....

Posición del Chaffan

Welding Progression .....

Secuencia de soldadura

Other/Otros .....

### FILLER METALS

### METALES DE APORTACIÓN

F N° ..... 6 ..... Other .....

F N° Otros

A N° ..... 1 ..... Other .....

A N° Otros

Spec. N° (SFA) ...5.17... AWS N° ..... EM - 12K .....

Especif. N° MARCA: ..... LINCOLN .....

### PREHEAT

### PRECALENTAMIENTO

Preheat Temp. .... ELIMINACIÓN DE HUMEDAD .....

Temperatura precal.

Interpass Temp. .... ..

Temperatura entre pasadas

Preheat Maintenance .....

Mantenimiento del precal.

Other/Otros .....



**POST WELD HEAT TREATMENT**  
**TRATAMIENTO TÉRMICO POSTSOLDEO**

Temperature .....  
Temperatura .....  
Time Range .....  
Tiempo .....  
Other/Otros .....

**GAS**  
**GAS**

Shielding Gas .....  
Gas de protección .....  
Percent Composition (Mixture) .....  
Composición % (Mezcla) .....

Flow Rate .....  
Caudal .....  
Gas Backing .....  
Gas soporte .....  
Trailing Shielding Gas .....  
Gas de protección secundario .....  
Other/Otros .....

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**  
**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

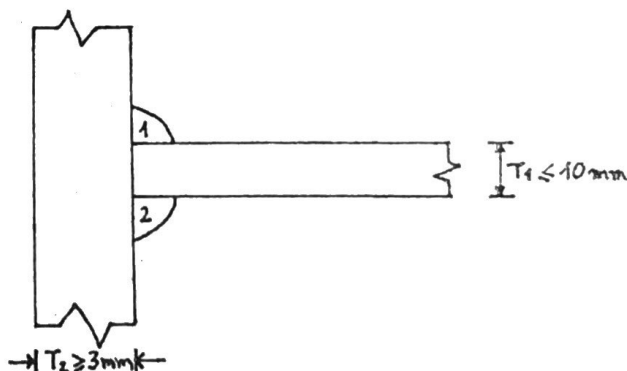
Current ..... DIRECTA .....  
Corriente .....  
Polarity ..... ELECTRODO POSITIVO (EP) .....  
Polaridad .....

| PASE<br>N° | ELECTRODO | DIAM<br>(mm) | AMPS      | VOLTS   | VELOCIDAD<br>AVANCE<br>CM/MIN |
|------------|-----------|--------------|-----------|---------|-------------------------------|
| 1          | EM-12K    | 2.4          | 270 - 320 | 25 - 35 | 10 - 20                       |
| 2          | EM-12K    | 2.4          | 270 - 320 | 25 - 35 | 10 - 20                       |

**TECHNIQUE**  
**TÉCNICA**

Spring or Weave Bead ..... RECTA .....  
Aportación recta u oscilante .....  
Orifice or Gas Cup Size .....  
Orificio o tam. de boquilla de gas .....  
Initial interpass Cleaning ..... CEPILLO ELECTRICO .....  
(Brushing, Grinding, etc.) .....  
Limpieza, inicial y entrepasadas  
(Cepillado, esmerilado, etc.) .....  
Method of Back Gouging .....  
Método de limpiar la raíz .....  
Oscillation .....  
Oscilación .....  
Multipass or single pass ..... MULTIPLES .....  
Pasadas simples o múltiples .....  
Single or Multiple Electrodes ..... SIMPLE .....  
Simples o múltiples electrodos .....  
Travel Speed (Range) ..... 10 - 20cm/min .....  
Velocidad (Rango) .....  
Other/Otros : .....  
Velocidad de alambre : .....  
Tipo de Transferencia : .....  
Prolongación Eléctrica : .....

**SKETCH**  
**CROQUIS**



Prepared by: .....  
Elaborado por .....  
ING. OMAR SERRANO  
NIVEL III IRAM-ISO 9712  
N° I-236-RI-III/932 (R)  
N° I-236-US-III/933 (R)

Approved by: .....  
Aprobado por .....

Date: ..Septiembre 26, 2005.  
Fecha: .....

**WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)  
ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Company Name/Empresa: .....INTERMETAL S.A.....  
WPS N° ..... 04-3G..... PREQUALIFIED .....B-U2..... Date/Fecha Agosto 11, 2005.  
Revisions ..... 0..... Dates: .....  
Revisiones ..... Fechas  
Welding Process(es) .....SMAW..... Type(s): .....MANUAL.....  
Procesos de Soldadura .....Tipo(s): (Automatic, Manual, Machine or Semi-Auto)  
(Automático, Manual, Máquina o Semi-automático)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>JOINTS<br/>UNIONES</b></p> <p>Groove Design .....A TOPE EN "V".....<br/>Diseño Chafan<br/>Backing (YES) (NO) .....SI.....<br/>Soporte (SI) (NO)<br/>Material .....E 7018.....<br/>Material</p>                                                                                                                                                                         | <p>Size of Electrode .....Diámetro 3.2 mm / 4.0 mm.....<br/>Tamaño del electrodo<br/>Size of Filler .....<br/>Tamaño de la varilla<br/>Electrode Flux (Class) .....<br/>Electrodo polvo (clase)<br/>Consumable insert .....<br/>Anillos consumibles<br/>Other/Otros: .....</p> |
| <p><b>BASE METALS<br/>METALES BASE</b></p> <p>Type and Degree of Material .....ASTM A-588 Gr.A....<br/>Tipo y Grado del material<br/>SN°...3...Group N°...1...to SN° ...3...Group N°...1.....<br/>S N° Grupo a S N° Grupo<br/>Thickness Range .....≥ 3 mm.....<br/>Rango de espesor<br/>Pipe Diam Range .....≥ 600 mm.....<br/>Rango diámetro tubo<br/>Other/Otros .....</p> | <p><b>POSITION<br/>POSICIÓN</b></p> <p>Position of Groove .....3G.....<br/>Posición del Chafan<br/>Welding Progression .....ASCENDENTE.....<br/>Secuencia de soldadura<br/>Other/Otros.....</p>                                                                                |
| <p><b>FILLER METALS<br/>METALES DE APORTACIÓN</b></p> <p>F N° .....3/4..... Other .....<br/>F N° Otros<br/>A N° .....1..... Other .....<br/>A N° Otros<br/>Spec. N° (SFA) .....5.1..... AWS N° ...E 6010 / E 7018...<br/>Especif. N° MARCA: .....</p>                                                                                                                        | <p><b>PREHEAT<br/>PRECALENTAMIENTO</b></p> <p>Preheat Temp. ....ELIMINACIÓN DE HUMEDAD.....<br/>Temperatura precal.<br/>Interpass Temp. ....<br/>Temperatura entre pasadas<br/>Preheat Maintenance .....<br/>Mantenimiento del precal.<br/>Other/Otros .....</p>               |

**POST WELD HEAT TREATMENT**  
**TRATAMIENTO TÉRMICO POSTSOLDEO**

Temperature .....  
Temperatura .....  
Time Range .....  
Tiempo .....  
Other/Otros .....

**GAS**  
**GAS**

Shielding Gas .....  
Gas de protección .....  
Percent Composition (Mixture) .....  
Composición % (Mezcla) .....

Flow Rate .....  
Caudal .....  
Gas Backing .....  
Gas soporte .....  
Trailing Shielding Gas .....  
Gas de protección secundario .....  
Other/Otros .....

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**  
**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

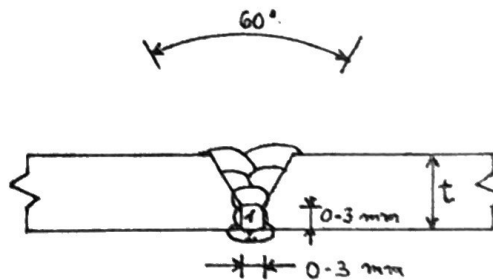
Current ..... DIRECTA .....  
Corriente .....  
Polarity ..... ELECTRODO POSITIVO (EP) .....  
Polaridad .....

| PASE<br>Nº | ELECTRODO | DIAM<br>(mm) | AMPS      | VOLTS   | VELOCIDAD<br>AVANCE<br>CM/MIN |
|------------|-----------|--------------|-----------|---------|-------------------------------|
| 1          | E 6010    | 3.2          | 80 - 120  | 25 - 30 | 4 - 6                         |
| 2-n        | E 7018    | 4.0          | 140 - 190 | 30 - 35 | 4 - 6                         |

**TECHNIQUE**  
**TÉCNICA**

Spring or Weave Bead ..... OSCILANTE .....  
Aportación recta u oscilante .....  
Orifice or Gas Cup Size .....  
Orificio o tam. de boquilla de gas .....  
Initial Interpass Cleaning ..... CEPILLO ELECTRICO .....  
(Brushing, Grinding, etc.) .....  
Limpieza, inicial y entrepasadas .....  
(Cepillado, esmerinado, etc.) .....  
Method of Back Gouging ..... GRATA .....  
Método de limpiar la raíz .....  
Oscillation 3 VECES EL DIAMETRO DE ELECTRODO .....  
Oscilación .....  
Multipass or single pass ..... MULTIPLES .....  
Pasadas simples o múltiples .....  
Single or Multiple Electrodes ..... SIMPLE .....  
Simples o múltiples electrodos .....  
Travel Speed (Range) ..... 4 - 6 cm/min .....  
Velocidad (Rango) .....  
Other/Otros : .....  
Velocidad de alambre: .....  
Tipo de Transferencia: .....  
Prolongación Eléctrica: .....

**SKETCH**  
**CROQUIS**



Prepared by: .....  
Elaborado por ..... ING. OMAR SERRANO .....  
NIVEL III IRAM-ISO 9712  
Nº I-236-RI-III/932 (E)  
Nº I-236-US-III/933 (E)

Approved by: .....  
Aprobado por .....  
Date: ... Agosto 11, 2005...  
Fecha: .....

**WELDER OR WELDING OPERATOR QUALIFICATION TEST (WPQ)**  
**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES Y OPERADORES**

Company Name/Empresa .....INTERMETAL S.A.....  
Welder's Name .....JIMMY SEGURA..... Clock number # .0914835186. Stamp # W03  
Nombre del soldador ..... Ident. # ..... Marca # .....  
Welding Process (es) used .....SMAW..... Tipo .....MANUAL.....  
WPS N° .....04-3G..... PQR N° .....04 - 3G.....  
Base material (s) welded .....ACERO ASTM A588..... Thickness .....25 mm.....  
Material base soldado ..... Espesor

| VARIABLES FOR EACH PROCESS<br>VARIABLES DE CADA PROCESO                                                | ACTUAL VALUES<br>VALORES ACTUALES | RANGE QUALIFIED<br>RANGO CALIFICADO |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Backing (metal, weld metal, welded from both sides, flux, etc.)<br>Respaldo                            | .....NO.....                      | CON O SIN RESPALDO                  |
| BASE METAL<br>METAL BASE                                                                               | .....ASTM A 588.....              | TODOS CON Fy<br>< 620 MPa           |
| ( ) Pipe<br>Tubo (Diámetro)                                                                            | .....Esp. 25 mm.....              | .....Esp. ≥ 3 mm.....               |
| (X) Plate<br>Plancha                                                                                   | .....E6010/E7018.....             | .....AWS A5.1.....                  |
| Filler Metal Specification (AWS) A5.1 Classification<br>Especificación Mat. aporte (AWS) Clasificación | .....N/A.....                     | .....                               |
| Consumable Insert for GTAW or PAW<br>Material de consumo GTAW o PAW                                    | .....25 mm.....                   | .....≥ 3mm.....                     |
| Weld Deposit Thickness for Each Welding Process<br>Espesor de metal depositado                         | .....3G.....                      | .....F, H y V.....                  |
| Welding Position (1G, 5G, etc.)<br>Posición                                                            | .....ASCENDENTE                   | ASCENDENTE                          |
| Progression (Uphill/Downhill)<br>Progresión (Ascendente/descendente)                                   | .....                             | .....                               |
| Backing Gas for GTAW/PAW or GMAW<br>Gas de respaldo para GTAW, PAW o GMAW                              | .....                             | .....                               |
| GMAW Transfer Mode<br>GMAW Modo de transferencia                                                       | .....                             | .....                               |
| GTAW Welding Current Type/Polarity<br>GTAW tipo de corriente y polaridad                               | .....                             | .....                               |

**WELDING VARIABLES FOR WELDING OPERATORS**  
**VARIABLES DE SOLDADURA PARA OPERADORES**

|                                                                                          |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Direct/Remote Visual Control<br>Control visual directo o remoto                          | ..... | ..... |
| Automatic Voltage Control (GTAW)<br>Control de voltaje automático                        | ..... | ..... |
| Automatic Joint Tracking<br>Avance automático                                            | ..... | ..... |
| Welding Position (1G, 5G, etc.)<br>Posición                                              | ..... | ..... |
| Backing (Metal, Weld Metal, Flux, etc.)<br>Respaldo (metal, metal de aporte, flux, etc.) | ..... | ..... |

Welder's Name .....JIMMY SEGURA..... Clock ...0914835186...

GUIDED BEND TEST RESULT  
**RESULTADO DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO**

| TYPE<br>TIPO | RESULT<br>RESULTADO | TYPE<br>TIPO | RESULT<br>RESULTADO |
|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| -----        | -----               | -----        | -----               |
| -----        | -----               | -----        | -----               |
| -----        | -----               | -----        | -----               |
| -----        | -----               | -----        | -----               |
| -----        | -----               | -----        | -----               |

Visual Examination of Completed Weld ..... APROBADO.....  
Ensayo Visual de la Soldadura Terminada

Radiographic Test Results ..... APROBADO.....  
Resultado de la Prueba Radiográfica

Fillet Weld ..... Fracture Test ..... Length and percent defects .....  
Soldadura de Ángulo Prueba de Fractura Longitud y Porcentaje de defectos  
Macro Test Fusion ..... Fillet leg size ..... Concavity/Convexity .....  
Prueba de Macro Fusión Longitud de Cateto Concavidad/Convexidad

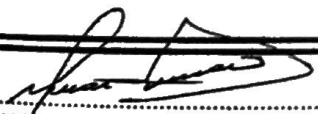
Welding Test conducted by ..... ESPOL.....  
Prueba de soldadura conducida por

Mechanical Test conducted by .....  
Ensayo Mecánico conducido por

Laboratory Test # .....  
Prueba de Laboratorio #

We Certify that the statements in this record are correct and the test coupons were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of AWS D1.5 – BRIDGE WELDING CODE.

Certificamos que el contenido de este informe es correcto y que las probetas fueron preparada, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del Código AWS D1.5 PARA PUENTES SOLDADOS.

|                                                                                                  |                    |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Prepared by:  | Approved by: ..... | Date: Diciembre 01, 2005 |
| Elaborado por ING. OMAR SERRANO V.                                                               | Aprobado por       | Fecha                    |
| NIVEL III IRAM-ISO 9712                                                                          |                    |                          |
| Nº I-236-RI-III/932 (E)                                                                          |                    |                          |
| Nº I-236-US-III/933 (E)                                                                          |                    |                          |

|                                                         |                                     |                                                      |                          |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>CLIENTE:</b> INTERMETAL<br>Atención: Ing. Ramón Roca |                                     | <b>PROYECTO:</b><br>VIGAS TIPO I PARA "PUENTE GUALO" |                          |
| <b>INFORME</b><br>N° 040/2005                           | <b>PROCEDIMIENTO N°</b><br>UT 01/05 | <b>FECHA</b><br>Diciembre 14/2005                    | <b>N° DE PAGS.</b><br>02 |

## INFORME DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

### INFORMACION GENERAL:

- Equipo utilizado: KRAUTKRAMER USM 35 DAC
- Transductores: Angular, 70°, 0.5" x 0.5, 2.25 Mhz.
- Bloques de calibración: IIW, Tipo 1
- Rango de calibración: 0 – 200 mm
- Norma aplicada: AWS D1.5 – BRIDGE WELDING CODE.
- Acoplante: Gel
- Ganancia de exploración: 66 dB
- Ganancia de evaluación: 60 dB
- Criterio de evaluación: 20% Curva DAC

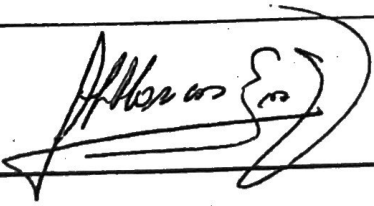
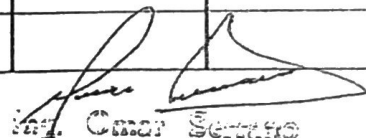
### ELEMENTOS INSPECCIONADOS: SOLDADURAS A TOPE EN PATIN DE VIGAS

- Material: Acero      Espesor: 30 mm      Sobremonta: 2 mm
- La inspección se realizó para detectar eventuales defectos internos en las soldaduras.

Se adjunta hoja de resultados.

**NOTA:** De acuerdo a la Norma aplicada las soldaduras inspeccionadas son aceptables.

# RESULTADOS DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

| Nº                                | IDENTIFICACION ELEMENTO | TIPO Y UBICACION DE DEFECTOS                                                        | ACEPTADO                                                                             | REPARAR |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                   | <b>VIGAS TIPO I</b>     |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | <b>VLN - E - A5 - I</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | S2                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLN - E - A6 - I</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLN - E - A7 - D</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLN - E - B5 - I</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLN - E - B6 - I</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLN - E - C5 - I</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | S2                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLS - E - B8 - D</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VLS - E - C8 - D</b> |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VCO - B4 - D</b>     |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VCO - C4 - D</b>     |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   | <b>VCO - D4 - D</b>     |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   | S1                      | -----                                                                               | ✓                                                                                    |         |
|                                   |                         |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   |                         |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   |                         |                                                                                     |                                                                                      |         |
| Nº Total Elementos Inspeccionados |                         |                                                                                     |                                                                                      |         |
| 11 VIGAS:<br>13 SOLDADURAS        |                         |                                                                                     |                                                                                      |         |
|                                   |                         |  |  |         |
|                                   |                         |                                                                                     | Ing. Omar Serrano                                                                    |         |
|                                   |                         |                                                                                     | 2011-01-05-15                                                                        |         |



|                                                       |                              |                                                |                   |
|-------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| CLIENTE: INTERMETAL S.A.<br>Atención: Ing. Ramón Roca |                              | PROYECTO:<br>VIGAS TIPO I PARA "PUENTE GUALO". |                   |
| INFORME<br>N° 035/2005                                | PROCEDIMIENTO N°<br>LP 01/05 | FECHA<br>Noviembre 29/2005                     | N° DE PAGS.<br>03 |

## INFORME DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES

### INFORMACIÓN GENERAL:

- Tipo de penetrante: Coloreadas, Técnica ASTM II - C
- Modo de aplicación del penetrante: Spray
- Tiempo de penetración: 30 minutos
- Medio de remoción del exceso de penetrante: Solvente en spray
- Medio de secado de la superficie: Evaporación normal
- Tipo de revelador: Húmedo no acuoso
- Medio de observación: Luz Normal
- Bloque de verificación: Comprobador de fisuras
- Medio de limpieza final: Solvente
- Norma aplicada: AWS D1.5 - BRIDGE WELDING CODE



### ELEMENTOS INSPECCIONADOS: SOLDADURAS DE FILETE EN VIGAS.

- Material: Acero

- La inspección se efectuó para detectar eventuales fisuras u otros defectos superficiales.
- En cada viga se inspeccionaron segmentos de soldadura de aproximadamente 1.0 m de longitud.

Número de vigas inspeccionadas: 14

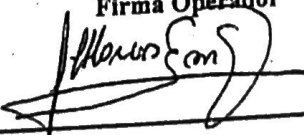
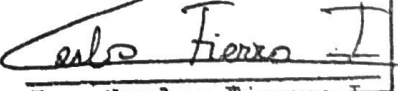
Longitud total de soldadura inspeccionada: 34 metros

Se adjunta hoja de resultados.

NOTA: De acuerdo a la Norma aplicada las soldaduras inspeccionadas son aceptables.



# RESULTADOS DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES

| Nº                                | IDENTIFICACION<br>ELEMENTO | TIPO Y UBICACION DE DEFECTOS                                                                          | ACEPTADO                                                                                                                                    | REPARAR |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                   | VIGAS TIPO I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | VCO - A1 - I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S3                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - A2 - I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - A3 - D               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - B1 - I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S3                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S4                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - B2 - I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - B3 - D               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | VCO - C1 - I               |                                                                                                       |                                                                                                                                             |         |
|                                   | S1                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S2                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S3                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
|                                   | S4                         | -----                                                                                                 | ✓                                                                                                                                           |         |
| Nº Total Elementos Inspeccionados |                            | Firma Operador<br> | Firma Ingeniero Supervisor<br><br>Ing. Carlos Pierra J. |         |

**ESPOL**

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE  
LA PRODUCCION

|                                                  |                              |                                               |                   |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|
| CLIENTE: INTERMETAL<br>Atención: Ing. Ramón Roca |                              | PROYECTO:<br>VIGAS TIPO I PARA "PUENTE GUALO" |                   |
| INFORME:<br>N° 031/2005                          | PROCEDIMIENTO N°<br>PM 01/05 | FECHA<br>Octubre 24/2005                      | N° DE PAGS.<br>02 |

## INFORME DE INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS

### INFORMACION GENERAL:

- Equipo de magnetización: Electroimán (Yugo) PARKER RESEARCH DA - 400
- Tipo de Partículas Magnéticas: Húmedas fluorescentes, Magnaflux 14A
- Corriente de magnetización: Alterna (AC)
- Técnica de inspección: Continua
- Medio de observación: Luz negra (Ultravioleta)
- Bloque de verificación: Comprobador de fisuras
- Técnica de desmagnetización: Alejamiento de corriente alterna
- Norma aplicada: AWS D1.5 – BRIDGE WELDING CODE.

### ELEMENTOS INSPECCIONADOS: SOLDADURAS A TOPE EN PATIN DE VIGAS.

- Material: Acero

La inspección se realizó para la detección de eventuales fisuras u otros defectos superficiales en las soldaduras inspeccionadas.

Se adjunta hoja de resultados.

NOTA: De acuerdo a la Norma aplicada las soldaduras inspeccionadas son aceptables.

## ESTADOS DE INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS

[illegible]

**N° Total Elementos Inspeccionados**

**6 VIGAS:  
6 SOLDADURAS**

**Firma Operador**

*[Handwritten signature]*

**Firma Ingeniero Inspector**

Ing. Carlos Fierro I.

**ANEXO B**  
**RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS**



## ESMALTES POLI-EPOX POLIAMINA

### REFERENCIAS Y COLOR

|                |               |         |               |
|----------------|---------------|---------|---------------|
| 113.221<br>516 | ó Blanco      | 113.240 | Verde máquina |
| 113.222<br>517 | ó Gris        | 113.241 | Amarillo ocre |
| 113.231        | Azul          | 113.261 | Aluminio      |
| 113.232        | Gris          | 113.262 | Amarillo      |
| 113.234        | Verde oscuro  | 113.263 | Rojo          |
| 113.235        | Rojo óxido    | 113.264 | Naranja       |
| 113.239        | Negro         |         |               |
| 13227          | Componente B. |         |               |

516  
113227

Componente A. Comercial Colores varios  
Componente B. Comercial

### DESCRIPCIÓN

Productos en dos componentes separados: el componente A, una pintura epoxi pura y el componente B, un catalizador poliamínico que al mezclarse en proporciones apropiadas (ver especificaciones) con la pintura produce una película de muy buena adherencia y flexibilidad, resistente a derivados del petróleo, ácidos débiles, sales, álcalis, inmersión en agua dulce o salada y temperaturas de 120°C en seco y 70°C en inmersión.

### USOS

- Para proteger y decorar superficies metálicas de barcos, tanques, tuberías, estructuras, plantas químicas de tratamiento de aguas, bebidas o alimentos.
- Para maquinarias equipos y puentes.
- En maderas, concreto y asbesto-cemento en ambientes interiores o exteriores de alta contaminación industrial.

### ESPECIFICACIONES

#### COMPONENTES SEPARADOS.

|                                              |                          |
|----------------------------------------------|--------------------------|
| • Color del componente A:                    | Variado según referencia |
| • Color del componente B:                    | Amarillo transparente    |
| • Gravedad específica componente A a 25°C:   | 1,42 a 1,51 según color  |
| • Gravedad específica componente B a 25°C:   | 0,96                     |
| • % Sólidos por volumen componente A:        | 44,0 a 52,0 según color  |
| • % Sólidos por volumen componente B:        | 35,0                     |
| • Punto de chispa copa cerrada componente A: | 28°C                     |

PAGINA 52 DE 117

- Punto de chispa copa abierta componente B: 20°C

#### RELACIÓN DE MEZCLA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Componente A por volumen: 10 partes
- Componente A por peso: Varía según referencia
- Componente B por volumen: 1 parte
- Componente B por peso: 365 gramos

De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades definitivas del producto aplicado.

#### MEZCLA LÍQUIDA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Color: Varios colores
- Gravedad específica a 25°C: 1,44 a 1,52 según color
- % Sólidos por volumen: 47,0 a 51,0 según color
- Punto de chispa copa abierta: 20°C
- Tiempo de vida útil de la mezcla: 8 horas a 25°C

El tiempo de vida útil de la mezcla de los componentes A y B disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al disminuir la misma.

#### MEZCLA APLICADA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Acabado y color: Semibrillante variado
- Espesor recomendado película seca: 75 a 100 micrones
- Rendimiento teórico a 25 micrones: 75 m² / galón película seca
- Ajustador PINTUCO para la aplicación: 121.135
- Método de aplicación: Pistola, brocha o rodillo
- Temperatura de servicio: 120°C máxima en seco
- Temperatura de almacenamiento: 70°C máxima en inmersión
- Temperatura de almacenamiento: 4°C a 32°C bajo techo

Para el cálculo del rendimiento práctico se deben tener en cuenta las pérdidas de pintura durante la mezcla y aplicación.

#### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de humedad, polvo, mugre, grasa, cera, pintura deteriorada y óxido.
- Los metales ~~deben~~ estar protegidos con una anticorrosiva apropiada para las condiciones ambientales que debe soportar (ver anticorrosivas).
- Para repintes sobre pinturas epóxicas en buenas condiciones, se lijan éstas en seco para eliminarles el brillo y se limpian bien.
- Las pinturas no epóxicas se remueven o ablandan al aplicarles una pintura epóxica.
- Las pinturas deterioradas y las pinturas no epóxicas en general se eliminan con Removedor ref. 1020 de PINTUCO y se trata la superficie según su tipo.



El Color de la Calidad

- Las maderas se limpian, secan bien y sellan con una mano diluida con un 20% por volumen de Ajustador ref. 121.135 de PINTUCO.
- El concreto y asbesto-cemento se deben neutralizar previamente, lavándolos con una solución acuosa de ácido muriático (clorhídrico) al 10% por volumen, dejando actuar el ácido 15 minutos, luego se enjuagan con abundante agua y se secan completamente.

## APLICACIÓN

- Agitar por separado con espátulas limpias los componentes A y B del Producto hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan 10 partes por volumen de componente A con una parte por volumen del componente B y se agita muy bien con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.
- De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades de la pintura ya aplicada.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos.
- Se debe preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar. Después de ocho horas a 25°C el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta y aumenta si dicha temperatura disminuye.
- Para aplicación a pistola se diluye la mezcla con un 10% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121.135 y se agita muy bien con una espátula.
- Para aplicación a brocha se diluye la mezcla con un 5% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121.135 y se agita bien con espátula.
- Se deja en reposo durante 15 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican dos o tres manos para obtener el espesor seco recomendado, dejando secar de 6 a 15 horas entre manos.
- Después de 15 horas es necesario lijar suavemente, en seco, hasta eliminar el brillo para obtener buena adherencia entre manos.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Ajustador PINTUCO ref. 121.135.

## TEMPERATURAS DE APLICACIÓN

| TEMPERATURA | PINTURA     | METAL       | AMBIENTE    | HUMEDAD AMBIENTE |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Normal      | 16°C a 32°C | 18°C a 30°C | 18°C a 30°C | 30 a 60%         |
| Mínima      | 12°C        | 10°C        | 12°C        | 0%               |
| Máxima      | 32°C        | 40°C        | 38°C        | 85%              |

**EQUIPOS DE APLICACIÓN:** Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación. Sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

### PISTOLA CONVENCIONAL (con aire)

| MARCA Y MODELO         | TIPO DE FUIDO | No. DE CAPSULA DE AIRE |
|------------------------|---------------|------------------------|
| Devlbiss NBC-510 o JGA | E             | 704 o 765 o 78         |
| Binks                  | 66            | 66PB o 66PE            |



### PISTOLA SIN AIRE( hidráulico)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA                       |
|-------------------|-----------------------------|
| Devilbiss JGB-507 | QFA-514                     |
| Graco 205-591     | President 30:1 Bulldog 30:1 |
| Binks 500         | Mercury 5C                  |

**BROCHA:** Se usa brocha de cerda natural.  
**RODILLO:** Se utiliza rodillo resistente a disolventes.

### TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA AMBIENTAL | AL TACTO | SECAMIENTO EN HORAS<br>Segundas manos | TOTAL |
|-----------------------|----------|---------------------------------------|-------|
| 25°C                  | 5 a 6    | 6 a 15                                | 72    |

- Los tiempos de secamiento de las Pinturas Epoxi de Pintuco varían de acuerdo con la temperatura ambiental y el espesor de película aplicada. A mayor temperatura menor tiempo de secamiento y viceversa. A temperaturas menores de 16°C el secamiento se retarda, y a menos de 10°C no seca. A mayor espesor mayor tiempo de secamiento y viceversa.
- Para utilizar la Pintura Epoxi PINTUCO en inmersión o en condiciones muy agresivas, se recomienda un secamiento de 7 días a 25 ° C (a mayores temperaturas el tiempo disminuye)

### SEGURIDAD

- Evite el contacto con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón. Si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Contiene materiales inflamables.
- Almacenar en lugares bajo techo y aplicar en lugares limpios y secos alejados de toda fuente de calor.
- Cuando no se estén utilizando, se deben mantener bien tapados para evitar su contaminación y evaporación del material volátil.
- En lugares encerrados mantener buena ventilación natural o forzada.
- Mantener fuera del alcance de los niños.

### PRESENTACIÓN

- Componente A. 13221: Un galón con 3440 centímetros cúbicos.  
 Un galón el peso es variable según color
- Componente B. 13227: Un octavo con 345 centímetros cúbicos.  
 Un octavo con 330 gramos

La mezcla de los dos componentes hace un galón de producto .





### INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uio.satnet.net](mailto:pintucoe@uio.satnet.net) ó [pintuco@gye.satnet.net](mailto:pintuco@gye.satnet.net).

### GARANTÍA

Toda la información contenida en esta ficha técnica del producto, se revisó y actualizó en Junio de 1.997 y se da de buena fe, pero no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto, porque las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



## ESMALTES POLI-EPOX POLIAMIDA

### REFERENCIAS Y COLOR

- 213243 (9650) Componente A. Blanco.
- 213249 (9654) Componente A. Gris.
- 213229 (9802) Componente B.

### DESCRIPCIÓN

Productos en dos componentes separados: el componente A, una pintura epoxi pura y el componente B, un catalizador poliamídico que al mezclarse en proporciones apropiadas (ver especificaciones) con la pintura produce una película de muy buena adherencia y flexibilidad, resistente a derivados del petróleo, ácidos débiles, sales, álcalis, inmersión en agua dulce o salada y temperaturas de 120°C en seco y 70°C en inmersión. Apropiado para llevar a cabo recubrimientos en tanques que contengan agua o productos para consumo humano, quirófanos o áreas que requieran condiciones asépticas.

### USOS

- Para proteger y decorar superficies metálicas de barcos, tanques, tuberías, estructuras, plantas químicas de tratamiento de aguas potables, bebidas o alimentos.
- Para maquinarias equipos y puentes.
- En maderas, concreto y asbesto-cemento en ambientes interiores o exteriores de alta contaminación industrial.

### ESPECIFICACIONES

#### COMPONENTES SEPARADOS.

- |                                              |                          |
|----------------------------------------------|--------------------------|
| • Color del componente A:                    | Variado según referencia |
| • Color del componente B:                    | Ambar transparente       |
| • Gravedad específica componente A a 25°C:   | 1,43 a 1,51 según color  |
| • Gravedad específica componente B a 25°C:   | 0,90                     |
| • % Sólidos por volumen componente A:        | 46,0 a 51,0 según color  |
| • % Sólidos por volumen componente B:        | 45,5                     |
| • Punto de chispa copa cerrada componente A: | 28°C                     |
| • Punto de chispa copa abierta componente B: | 20°C                     |

#### RELACIÓN DE MEZCLA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| • Componente A por volumen: | 3 partes               |
| por peso:                   | Varía según referencia |
| • Componente B por volumen: | 1 parte                |
| por peso:                   | 900 gramos             |

De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades definitivas del producto aplicado.

### MEZCLA LÍQUIDA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- |                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| • Color:                            | Varios colores          |
| • Densidad específica a 25°C:       | 1,29 a 1,35 según color |
| • Sólidos por volumen:              | 45,0 a 49,7 según color |
| • Punto de chispa copa abierta:     | 20°C                    |
| • Tiempo de vida útil de la mezcla: | 8 horas a 25°C          |

El tiempo de vida útil de la mezcla de los componentes A y B disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al disminuir la misma.

### MEZCLA APLICADA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- |                                         |                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| • Acabado y color:                      | Semibrillante variado                            |
| • Espesor recomendado película seca:    | 50 a 75 micrones                                 |
| • Rendimiento teórico a 25 micrones:    | 66,2 a 74,9 m <sup>2</sup> / galón película seca |
| • Ajustador PINTUCO para la aplicación: | 121.009 ó 121.135                                |
| • Método de aplicación:                 | Pistola, brocha o rodillo                        |
| • Temperatura de servicio:              | 120°C máxima en seco                             |
|                                         | 70°C máxima en inmersión                         |
|                                         | 4°C a 32°C bajo techo                            |
| • Temperatura de almacenamiento:        |                                                  |

Para el cálculo del rendimiento práctico se deben tener en cuenta las pérdidas de pintura durante la mezcla y aplicación.

### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de humedad, polvo, mugre, grasa, cera, pintura deteriorada y óxido.
- Los metales deben estar protegidos con una anticorrosiva apropiada para las condiciones ambientales que debe soportar (ver anticorrosivas).
- Para repintes sobre pinturas epóxicas en buenas condiciones, se lijan éstas en seco para eliminarles el brillo y se limpian bien.
- Las pinturas no epóxicas se remueven o ablandan al aplicarles una pintura epóxica.
- Las pinturas deterioradas y las pinturas no epóxicas en general se eliminan con Removedor ref. 1020 de PINTUCO y se trata la superficie según su tipo.
- Las maderas se limpian, secan bien y sellan con una mano diluida con un 20% por volumen de Ajustador ref. 121.009 ó 121.135 de PINTUCO.
- El concreto y asbesto-cemento se deben neutralizar previamente, lavándolos con una solución acuosa de ácido muriático (clorhídrico) al 10% por volumen, dejando actuar el ácido 15 minutos, luego se enjuagan con abundante agua y se secan completamente.

### APLICACIÓN

- Agitar por separado con espátulas limpias los componentes A y B del Producto hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan 3 partes por volumen de componente A con una parte por volumen del componente B y se agita muy bien con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.



- De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades de la pintura ya aplicada.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos.
- Se debe preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar. Después de ocho horas a 25°C el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta y aumenta si dicha temperatura disminuye.
- Para aplicación a pistola se diluye la mezcla con un 10% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121.009 ó 121.135 y se agita muy bien con una espátula.
- Para aplicación a brocha se diluye la mezcla con un 5% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121.009 ó 121.135 y se agita bien con espátula.
- Se deja en reposo durante 15 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican dos o tres manos para obtener el espesor seco recomendado, dejando secar de 6 a 15 horas entre manos.
- Después de 15 horas es necesario lijar suavemente, en seco, hasta eliminar el brillo para obtener buena adherencia entre manos.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Ajustador PINTUCO ref. 121.009 ó 121.135.

## TEMPERATURAS DE APLICACIÓN

| TEMPERATURA | PINTURA     | METAL       | AMBIENTE    | HUMEDAD AMBIENTE |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Normal      | 16°C a 32°C | 18°C a 32°C | 18°C a 30°C | 30 a 60%         |
| Mínima      | 12°C        | 10°C        | 12°C        | 0%               |
| Máxima      | 32°C        | 40°C        | 38°C        | 85%              |

EQUIPOS DE APLICACIÓN: Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación. Sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

## PISTOLA CONVENCIONAL (con aire)

| MARCA Y MODELO         | TIPO DE FUIDO | No. DE CAPSULA DE AIRE |
|------------------------|---------------|------------------------|
| Devlbiss NBC-510 o JGA | E             | 704 o 765 o 78         |
| Binks                  | 66            | 66PB o 66PE            |

## PISTOLA SIN AIRE( hidráulico)

| MARCA Y MODELO   | BOMBA                       |
|------------------|-----------------------------|
| Devlbiss JGB-507 | QFA-514                     |
| Graco 205-591    | President 30:1 Bulldog 30:1 |
| Binks 500        | Mercury 5C                  |

BROCHA: Se usa brocha de cerda natural.

RODILLO: Se utiliza rodillo resistente a disolventes.

## TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA AMBIENTAL | AL TACTO | SECAMIENTO EN HORAS<br>Segundas manos | TOTAL |
|-----------------------|----------|---------------------------------------|-------|
| 25°C                  | 5 a 6    | 6 a 15                                | 72    |

- Los tiempos de secamiento de las Pinturas Epoxi de Pintuco varían de acuerdo con la temperatura ambiental y el espesor de película aplicada. A mayor temperatura menor tiempo

- de secamiento y viceversa. A temperaturas menores de 16°C el secamiento se retarda, y a menos de 10°C no seca. A mayor espesor mayor tiempo de secamiento y viceversa.
- Para utilizar la Pintura Epoxi PINTUCO en inmersión o en condiciones muy agresivas, se recomienda un secamiento de 7 días a 25 ° C (a mayores temperaturas el tiempo disminuye)

## SEGURIDAD

- Evite el contacto con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón. Si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Contiene materiales inflamables.
- Almacenar en lugares bajo techo y aplicar en lugares limpios y secos alejados de toda fuente de calor.
- Cuando no se estén utilizando, se deben mantener bien tapados para evitar su contaminación y evaporación del material volátil.
- En lugares encerrados mantener buena ventilación natural o forzada.
- Mantener fuera del alcance de los niños.

## PRESENTACIÓN

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| Componente A. 13243: | Un galón con 2839 centímetros cúbicos.   |
|                      | Un galón el peso es variable según color |
| Componente B. 13227: | Un cuarto con 946 centímetros cúbicos.   |
|                      | Un cuarto con 850 gramos.                |

La mezcla de los dos componentes hace un galón de producto .

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uio.satnet.net](mailto:pintucoe@uio.satnet.net) ó [pintuco@gve.satnet.net](mailto:pintuco@gve.satnet.net).

## GARANTÍA

Toda la información contenida en esta ficha técnica del producto, se revisó y actualizó en Junio de 1.997 y se da de buena fe, pero no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto, porque las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



## ESMALTES EPÓXICOS DE ALTOS SÓLIDOS

### REFERENCIA Y COLOR

13200 Blanco y siguientes para colores.  
13233 Catalizador

### DESCRIPCIÓN

Recubrimientos autoimprimantes de altos sólidos (A.S.), de excelente resistencia a la humedad, química y solventes. Con ellos se pueden obtener altos espesores (A.E.) por mano generándose economías en la aplicación de los productos. Se caracteriza por su excelente adherencia y recubrimiento de ángulos, ejes, pernos y áreas similares difíciles de proteger. La mezcla aplicada produce una capa de alto espesor y gran dureza, resistente a aguas dulces o saladas, ácidos débiles, sales, álcalis y aceites lubricantes y combustibles.

### USOS

- Para proteger superficies metálicas, de madera, concreto o asbesto-cemento de humos, polvo, salpique y derrame de solventes alifáticos, para áreas costeras y ambientes marinos.
- Para interior y exterior de tuberías de agua a presión y productos derivados del petróleo, enterradas o al aire.
- En fondos de cascos (como pintura de barrera), para tanques, estructuras de acero sumergidas, maquinarias y equipos en ambientes industriales de alta agresividad.
- Excelente acabado para todos los primers ricos en zinc y epoxi de PINTUCO. Recomendado para plantas procesadoras de carnes y aves.
- En exposición atmosférica entizan con el tiempo.

### ACABADOS RECOMENDADOS

- Pinturas Aroflex o Pintucoat o Pintura Epoxi-Pollamida o Pintumastlic o Pintura Epoxi-Alquitrán de Altos Sólidos o pinturas epóxicas o vinílicas o poliuretanos de PINTUCO.
- Para evitar la formación de burbujas al aplicar las pinturas de acabado, se recomienda aplicar la primera mano de pintura de acabado diluida con un 30 a un 50% por volumen del disolvente correspondiente.

### ESPECIFICACIONES

|                                                   |                                                                                          |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Acabado                                         | Semibrillante                                                                            |
| • Viscosidad KU a 24°C                            | 85 a 100, material mezclado                                                              |
| • Sólidos por volumen                             | 85 a 90% según el color del material mezclado                                            |
| • Sistema de aplicación                           | Airless, lo recomendado. Brocha, rodillo o pistola                                       |
| • Rendimiento teórico a 25 micrones película seca | 126,4 m <sup>2</sup> / galón, según color                                                |
| • Ajustador PINTUCO recomendado                   | 121135                                                                                   |
| • Espesor seco                                    | 125 a 200 micrones (puede aplicarse en dos manos hasta 300 micrones) si se requiere éste |





|                                    |                          |                                                       |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| • Resistencia a:                   | Intemperie               | espesor.                                              |
|                                    | Humedad                  | Buena (entiza)                                        |
|                                    | Álcalis                  | Excelente                                             |
|                                    | Ácidos                   | Excelente                                             |
|                                    | Productos del petróleo   | Buena                                                 |
|                                    | <u>Abrasión</u>          | Excelente                                             |
|                                    | Inmersión en agua a 49°C | Excelente                                             |
| • Resistencia al calor:            | continuo y seco          | 93°C (200°F)                                          |
|                                    | Intermitente             | 120°C (250°F)                                         |
| • Tiempo de vida útil de la mezcla |                          | 4 horas a 24°C                                        |
| • VOC                              |                          | Máximo 123 gramos / litro (1 libra / galón) mezclado. |

El cálculo del rendimiento práctico puede variar, dependiendo de las técnicas de aplicación, condiciones de trabajo y tipo de superficie a ser recubierta.

### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de humedad, polvo, mugre, grasa, cera, pintura deteriorada y óxido.
- La superficie debe ser mantenida a una temperatura mínima de 3°C superior a la temperatura de rocío durante la preparación y aplicación.
- Para usarlo como auto imprimante la superficie debe ser preparada con chorro abrasivo, mínimo a grado comercial SSPC-SP6 (estándar sueco SA- 2) con remoción completa de la escama de laminación, para uso general.
- Para ambientes altamente agresivos debe ser preparada a SSPC-SP10 cerca a metal blanco.
- El concreto y asbesto-cemento se deben neutralizar previamente, lavándolos con una solución acuosa de ácido muriático (clorhídrico) al 10% por volumen, dejando actuar el ácido 15 minutos, luego se enjuagan con abundante agua y se secan completamente.

### APLICACIÓN

- Se mezclan por separado con espátulas limpias la pintura Epóxica de Altos Sólidos y el Catalizador hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan cuatro partes por volumen de la pintura con una parte por volumen del Catalizador y se agita muy bien con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos.
- De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades de la pintura aplicada.
- Se debe preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar.
- Después de cuatro horas de preparada la mezcla el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta.
- Se recomienda airless spray, para conseguir mejores acabados y evitar el fogueo. También se puede utilizar pistola convencional diluyendo 10 a 30% dependiendo del equipo.
- Para aplicación a brocha o rodillo se diluye la mezcla con un 20% por volumen aproximado de Ajustador PINTUCO ref. 121135 y se agita bien con espátula.



- Cuando se aplica sobre Inorgánica de Zinc o Epoxi Zinc, debe darse la primera mano diluida hasta un 50%, aproximadamente.
- Se deja en reposo durante 20 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican una a dos manos para obtener el espesor seco recomendado, dejando secar de 14 a 18 horas entre manos.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Ajustador PINTUCO ref. 121135.
- Si se va a aplicar pintura de acabado sin lijar, éste proceso debe realizarse antes de dos semanas.

## TEMPERATURAS DE APLICACIÓN

| TEMPERATURA | PINTURA     | METAL       | AMBIENTE    | HUMEDAD AMBIENTE |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Normal      | 16°C a 32°C | 18°C a 32°C | 18°C a 30°C | 30 a 60%         |
| Mínima      | 12°C        | 10°C        | 12°C        | 20%              |
| Máxima      | 32°C        | 40°C        | 40°C        | 85%              |

EQUIPOS DE APLICACIÓN. Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación. Sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

## PISTOLA SIN AIRE (hidráulico)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA        |
|-------------------|--------------|
| Devilbiss JGB-507 | QFA-514      |
| Graco 205-591     | Bulldog 30:1 |
| Binks 520         | Jupiter 82   |

BROCHA: Se usa brocha de cerda natural.

Para la pistola airless se recomienda una boquilla 0,017 a 0,021 pulgadas con 2400 libras por pulgada cuadrada (PSI) de presión.

Para las bombas se recomiendan empaques de teflón.

## TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA AMBIENTAL | AL TACTO Horas | MANEJO Horas | PARA SER RECUBIERTO Segundas manos | TOTAL DIAS |
|-----------------------|----------------|--------------|------------------------------------|------------|
| 10°C (50°F)           | 16 a 20        | 30 a 40      | 48 a 60 horas                      | 10 a 15    |
| 20°C (68°F)           | 8 a 10         | 24 a 36      | 36 a 48 horas                      | 8 a 10     |
| 40°C (104°F)          | 4 a 8          | 12 a 24      | 20 a 36 horas                      | 6 a 7      |

- Aplique cuando la temperatura de la superficie está por encima de 10°C (50°F), preferiblemente mayor de 18°C (65°F).
- Por debajo de 7°C, el producto no seca, la superficie deberá estar mínimo 3°C (5°F) por encima del punto de rocío con humedad menor del 85%.

## CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

- Resistencia a la abrasión

Método ASTM D-4060 taber abraser

Disco CS-10, 1000 gramos de carga 1000 ciclos



- Adherencia

- Resistencia al impacto

Sistema: 300 micrones de producto.

Resultado: Pérdida no mayor a 101,3 miligramos

Método ASTM D-4541 elcometro adhesión

Sistema: 300 micrones epóxica de altos sólidos

Resultado: No menor de 950 psi (laboratorio)

Método ASTM D-2794

Sistema: 300 micrones de producto.

Resultado: No menor de 35 libras / pulgada.

## SEGURIDAD

- Evite el contacto accidental con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón; si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Se debe aplicar y almacenar en un lugar limpio, seco y alejado de toda fuente de calor.
- Contiene materiales inflamables.
- En lugares encerrados se debe mantener buena ventilación natural o forzada.
- Cuando no se esté utilizando, se debe mantener bien tapado el producto para evitar contaminación y la evaporación de solventes.

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uio.satnet.net](mailto:pintucoe@uio.satnet.net) ó [pintuco@gve.satnet.net](mailto:pintuco@gve.satnet.net).

## CUMPLIMIENTO DE NORMA

Pintura aprobada por la USDA de los ESTADOS UNIDOS, para uso en plantas procesadoras de carnes y aves.

## PRESENTACIÓN

Pintura ref. 13200: Caneca con cuatro galones.

Catalizador ref. 13233: Galón

La mezcla de los dos componentes hace cinco galones.

## GARANTÍA

Toda la información contenida en ésta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en diciembre de 1997, sin embargo no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto, dado que las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



## EPOXI FENÓLICAS A.S.

### REFERENCIA Y COLOR

- 13285 Blanco
- 13292 Gris
- 13286 Catalizador

### DESCRIPCIÓN

Producto de altos sólidos (A.S.) formulado especialmente para ser utilizado como recubrimiento interior aplicado directamente sobre el metal para inmersión con resistencia a productos corrosivos del petróleo, tales como gasohol y gasolina, con o sin plomo y para varias clases de aguas a elevadas temperaturas. No se recomienda para inmersión en ácidos corrosivos y oxidantes.

### USOS

- Se recomienda para interior de tanques de almacenamiento y plantas de tratamiento de aguas, plantas químicas y de almacenamiento de combustibles.
- Para la protección de tanques de concreto y silos donde se requiera protección contra medios corrosivos fuertes y áreas costeras.
- En la aplicación interior en tanques, se debe tener ventilación forzada de aire, durante la aplicación y el curado.
- Para interior de tanques que contienen crudos (hasta 120°C) y agua (hasta 100°C).

### ESPECIFICACIONES

- |                                         |                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Acabado                               | Semibrillante                                                                                                                                                                                                     |
| • Viscosidad KU a 24°C                  | 80 a 95, material mezclado                                                                                                                                                                                        |
| • Sólidos por volumen                   | 60% promedio                                                                                                                                                                                                      |
| • Sistema de aplicación                 | Airless, lo recomendado. Brocha, rodillo y pistola convencional.                                                                                                                                                  |
| • Rendimiento teórico a 25 micrones     | 89,4 m <sup>2</sup> / galón, película seca promedio                                                                                                                                                               |
| • Ajustador PINTUCO recomendado         | 121135                                                                                                                                                                                                            |
| • Espesor seco (por mano)               | 125 a 150 micrones.                                                                                                                                                                                               |
| • Resistencia en inmersión              | Resiste productos del petróleo tipo gasohol, gasolina con o sin plomo, combustible de avión. Además resiste agua de mar, agua fresca y destilada hasta temperaturas de 82°C (180°F) y crudos hasta 120°C (250°F). |
| • Resistencia al calor: continuo y seco | 93°C (200°F)                                                                                                                                                                                                      |
| Intermitente                            | 120°C (250°F)                                                                                                                                                                                                     |
| • Tiempo de vida útil de la mezcla      | 4 horas a 24°C                                                                                                                                                                                                    |

El cálculo del rendimiento práctico puede variar, dependiendo de las técnicas de aplicación, condiciones de trabajo y tipo de superficie a ser recubierta.

## PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de humedad, polvo, mugre, grasa, cera, pintura deteriorada todo tipo de contaminantes.
- La superficie debe ser mantenida a una temperatura mínima de 3°C superior a la temperatura de rocío durante la preparación y aplicación.
- Para usarlo como autoimprimante, la superficie debe ser preparada con chorro abrasivo mínimo a grado comercial SSPC-SP6 (estándar sueco SA- 2) con remoción completa de escama de laminación, para uso general.
- Para ambientes altamente agresivos e inmersión debe ser preparada a SSPC-SP5 (estándar Sueco SA-3) metal blanco.
- Para superficies irregulares cordones de soldadura, pernos, etc. en áreas de interior y tanques donde la superficie sea muy irregular, es recomendable aplicar inicialmente una mano a brocha.

## APLICACIÓN

- Se mezclan por separado con espátulas limpias la Pintura Epoxi Fenólica de Altos Sólidos y Catalizador hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan siete partes por volumen de la pintura con una parte por volumen del Catalizador y se agita muy bien con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme. Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos.
- De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades de la pintura aplicada.
- Preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar en las tres horas siguientes a la mezcla.
- Se recomienda airless spray como equipo de aplicación, para conseguir mejores acabados evitar el fogeo. También se puede utilizar pistola convencional.
- Para aplicación a brocha y rodillo se diluye la mezcla con un 20% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121135 y se agita bien con espátula. Normalmente no se requiere dilución para evitar el chorreo.
- Cuando se aplica sobre Inorgánica de Zinc o Epoxi Zinc, debe darse la primera mano diluida hasta en 50%, aproximadamente.
- Se deja en reposo durante 15 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican una o dos manos cruzadas para obtener el espesor seco recomendado, dejando secar de 14 a 18 horas entre manos.
- El recubrimiento se puede pintar tan pronto como seque al tacto.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Ajustador PINTUCO ref. 121135.

## CURADO

Para asegurar el buen comportamiento, es esencial que después de la aplicación se tenga adecuada ventilación para remover los solventes residuales del recubrimiento.

## PRIMERS RECOMENDADOS

- Para superficies de acero se deben utilizar primers PINTUCO ricos en zinc o epóxicos.



El Color de la Calid.

- Para usarlo como autoimprimante, la superficie debe ser preparada con chorro abrasivo minimo a grado comercial SSPC-SP6 (estándar sueco SA- 2) con remoción completa de la escama de laminación, para uso general.
- Para ambientes altamente agresivos e inmersión debe ser preparada a SSPC-SP5 (estándar Sueco SA-3) metal blanco.
- Para superficies galvanizadas preparación superficial grado SP-1 es necesaria cuando se va a usar como autoimprimante.
- En aplicaciones sobre madera se emplea el producto directamente, diluyendo la primera mano.
- En aplicaciones sobre mampostería, se diluye la primera mano para usarlo como autoimprimante; cuando la aplicación es en concreto, se requiere preparación con ácido.

## TEMPERATURAS DE APLICACIÓN

| TEMPERATURA | PINTURA     | METAL       | AMBIENTE    | HUMEDAD AMBIENTE |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Normal      | 16°C a 32°C | 18°C a 32°C | 18°C a 30°C | 30 a 60%         |
| Mínima      | 12°C        | 10°C        | 12°C        | 20%              |
| Máxima      | 32°C        | 40°C        | 40°C        | 85%              |

EQUIPOS DE APLICACIÓN. Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación. Sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

## PISTOLA SIN AIRE (hidráulico)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA        |
|-------------------|--------------|
| Dévilbiss JGB-507 | QFA-514      |
| Graco 205-591     | Bulldog 30:1 |
| Binks 520         | Jupiter 82   |

- PISTOLA CONVENCIONAL: Use De Vilbiss MBC 510, con aguja E. y copa de aire No.704 o 765 o 78. Pistola Binks No.18, aguja de fluido 66, boquillas PE 66 o PB 63.
- AIRLESS SPRAY: Use agujas con orificios de 0,015 a 0,019, dependiendo de la presión disponible y las condiciones del sitio de trabajo. Se requiere una presión mínima de 2500 psi.

## TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA AMBIENTAL | AL TACTO Horas | SECAMIENTO EN HORAS Segundas manos | INMERSIÓN A 18°C COMO MÍNIMO* | TOTAL  |
|-----------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------|
| 25°C                  | 4              | 24                                 | 7 a 8 días                    | 7 días |

\* En interior de tanques, debe existir circulación forzada de aire durante la aplicación y el curado de la pintura.

## SEGURIDAD

- Evite el contacto accidental con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón; si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Se debe aplicar y almacenar en un lugar limpio, seco y alejado de toda fuente de calor.
- Contiene materiales inflamables.
- En lugares encerrados se debe mantener buena ventilación natural o forzada.
- Cuando no se esté utilizando, se debe mantener el producto bien tapado para evitar contaminación y la evaporación de solventes.

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uio.satnet.net](mailto:pintucoe@uio.satnet.net) ó [pintuco@gye.satnet.net](mailto:pintuco@gye.satnet.net).

## PRESENTACIÓN

Pintura      ref. 13285: Caneca con 4,4 galones  
                 ref. 13292: Caneca con 4,4 galones  
Catalizador ref. 13286: Galón con 0,6 galones

La mezcla de los dos componentes hace cinco galones de producto.

## GARANTÍA

Toda la información contenida en ésta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en diciembre de 1997, sin embargo no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto dado que las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



## ESMALTES POLIURETANOS

### REFERENCIA Y COLOR

- 11320 Blanco y siguientes para colores.
- 11351 Componente B Catalizador

### DESCRIPCIÓN

Productos en dos componentes en envases separados: el componente A, un poliéster con pigmentos de alta resistencia a agentes físico-químicos y el componente B, un catalizador isocianato. La mezcla de partes iguales por volumen del componente A (Esmalte) con el componente B (Catalizador), produce al aplicarse una capa sólida de alta dureza, resistente a la abrasión, la humedad y la decoloración.

### USOS

- Para la decoración y protección de superficies metálicas, de fibra de vidrio o de madera en cubiertas, superestructuras, camarotes y cascos de barcos.
- Para exterior de tanques, maquinarias, equipos y estructuras.
- Para botes de fibra de vidrio o madera y para furgones, molos y bicicletas expuestos a la intemperie, en ambientes industriales de alta contaminación.

### ESPECIFICACIONES

#### RELACIÓN DE MEZCLA DE LOS COMPONENTES.

- Componente A por volumen 1 parte
- Componente B por volumen 1 parte

De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades definitivas del producto aplicado.

#### MEZCLA LÍQUIDA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Color Variado
- Sólidos por volumen 36 al 41% según el color
- Punto de chispa copa abierta - 3°C
- Tiempo de vida útil de la mezcla 6 horas a 25°C y 50% de humedad relativa

El tiempo de vida útil de la mezcla de los componentes A y B disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al disminuir la misma.

#### MEZCLA APLICADA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Acabado y color: Brillante variado
- Espesor recomendado película seca: 37 a 50 micrones
- Rendimiento teórico a 25 micrones 52,6 a 60,2 m<sup>2</sup> / galón
- película seca, según color:
- Método de aplicación: Pistola airless lo recomendado. Brocha o rodillo.





- Temperatura de servicio:
- Temperatura de almacenamiento:

90°C máximo en seco  
4°C a 32°C bajo techo

El cálculo del rendimiento práctico puede variar, dependiendo de las técnicas de aplicación, condiciones de trabajo y tipo de superficie a ser recubierta.

## PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de polvo, humedad, cera, pintura deteriorada y óxido.
- Los metales deben estar protegidos con una anticorrosiva apropiada (ver anticorrosivas).
- Las fibras de vidrio se lijan suavemente en seco, se limpian bien con acetona y se les aplica inmediatamente una mano de Anticorrosiva Epóxica ref. 10046 / 13229 o Anticorrosiva Epoxi-Atóxica ref. 10070 / 13350 para obtener la adherencia óptima del Esmalte.
- Las maderas se lijan en seco para eliminar defectos que puedan afectar el acabado, se limpian bien y se les aplica una mano de Anticorrosiva Epóxica ref. 10046 / 13229 o Anticorrosiva Epoxi-Atóxica ref. 10070 / 13350 como sellador.
- Para repintes sobre Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO en buen estado, se lijan en seco hasta eliminar completamente el brillo, se limpian con Thinner PINTUCO ref. 121006 y se aplica de inmediato el Esmalte.
- Las superficies con pinturas desconocidas en buenas condiciones o deterioradas o con Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO deteriorados, se eliminan totalmente con Removedor ref. 20101 de PINTUCO y se tratan según el tipo de material (metal, fibra de vidrio, madera).

## APLICACIÓN

- Se mezclan por separado y con espátulas limpias los componentes A y B del esmalte hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan por volumen una parte del componente A con una parte del componente B y se agitan con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.
- De su exactitud y uniformidad dependen las propiedades definitivas del esmalte aplicado.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos. Preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar.
- Después de seis horas a 25°C el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta.
- Se deja la mezcla en reposo durante 15 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican una a dos manos para obtener el espesor seco recomendado, permitiendo los tiempos de secamiento indicados.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Thinner PINTUCO ref. 121050.

## TEMPERATURAS DE APLICACION

| TEMPERATURAS | PINTURA     | METAL       | AMBIENTE    | HUMEDAD AMBIENTE |
|--------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Normal       | 10°C a 30°C | 12°C a 30°C | 10°C a 30°C | 30 a 90%         |
| Mínima       | 5°C         | 5°C         | 5°C         | 0%               |
| Máxima       | 40°C        | 40°C        | 40°C        | 95%              |



El Color de la Calidad

EQUIPOS DE APLICACIÓN. Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación, sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

## PISTOLA CONVENCIONAL (CON AIRE)

| MARCA Y MODELO          | TIPO DE FUIDO | No. DE CAPSULA DE AIRE |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| Devilbiss MBC-150 o JGA | E             | 704 o 765 o 78         |
| Binks No.18 o 62        | 66            | 66PB o 66PE            |

## PISTOLA SIN AIRE (HIDRÁULICO)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA                       |
|-------------------|-----------------------------|
| Devilbiss JGB-507 | QFA-514                     |
| Graco 205-591     | President 30:1 Bulldog 30:1 |
| Binks 500         | Mercury 5C                  |

- Se recomienda agujas con orificio de 0,015 a 0,019 pulgadas, dependiendo de la presión disponible y de las condiciones del sitio de trabajo con una presión mínima de 2500 PSI.
- Se puede presentar ligeras pérdidas de brillo.

BROCHA: Se usa brocha de cerda natural o nylon.

## TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA | AL TACTO | AL MANEJO   | PARA SER RECUBIERTO | TOTAL      |
|-------------|----------|-------------|---------------------|------------|
| 25°C (68°F) | 1 hora   | 1 a 2 horas | 2 a 4 horas         | 3 a 4 días |

- Los tiempos de secamiento en los Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO varían de acuerdo con la temperatura ambiental y el espesor de película aplicada.
- A mayor temperatura menor tiempo de secamiento y viceversa. A mayor espesor mayor tiempo de secamiento.

## CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO:

- Intemperie acelerada

Método ASTM G53 para cámara QUV usando lámpara UV-B

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, pérdida de brillo no mayor de 10%

- Adherencia

Método ASTM D-4541 elcómetro adhesión tester  
Sistema 1: 75 micrones de Uretano como acabado.

Resultado: No menor de 700 psi (laboratorio)

Sistema 2: 75 micrones de Primer Epóxico y como 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: No menor de 900 PSI (laboratorio)

- Cabina de humedad y condensación

Método ASTM B-117

PAGINA 71 DE 117



• Cámara salina

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, no se observa ampollamiento, craqueo o delaminación de la película aplicada.

Método ASTM B-117

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, no presenta ampollamiento, craqueo o delaminación de la película. No presenta óxido más de 1/8 de pulgada medido a partir de la incisión.

## PRESENTACIÓN

Componente A ref. 11320: Galón.  
Componente B ref. 11351: Galón.

- La mezcla del contenido de los dos envases hace dos galones totales del producto.
- Las cantidades en gramos varían según la referencia del producto.

## SEGURIDAD

- Evite el contacto accidental con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón; si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Se debe aplicar y almacenar en un lugar limpio, seco y alejado de toda fuente de calor.
- Contiene materiales inflamables.
- En lugares encerrados se debe mantener buena ventilación natural o forzada.
- Cuando no se esté utilizando, se debe mantener bien tapado el producto para evitar su contaminación y la evaporación de solventes.

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uiro.satnet.net](mailto:pintucoe@uiro.satnet.net) ó [pintuco@gve.satnet.net](mailto:pintuco@gve.satnet.net).

## GARANTÍA

Toda la información contenida en ésta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en diciembre de 1997, sin embargo no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto dado que las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



## ESMALTES POLIURETANOS A.S.

### REFERENCIA Y COLOR

- 11395 Blanco y siguientes para colores.
- 11380 Componente B Catalizador

### DESCRIPCIÓN

Productos autoimprimantes de altos sólidos (A.S.) en dos componentes en envases separados: el componente A, un poliéster con pigmentos de alta resistencia a agentes físico-químicos y el componente B, un catalizador isocianato. La mezcla de cinco partes por volumen del componente A (Esmalte), con una parte por volumen del componente B (Catalizador) produce al aplicarse una capa sólida de alta dureza, resistente a la abrasión, la humedad y la decoloración.

### USOS

- Para la decoración y protección de superficies metálicas, de fibra de vidrio o de madera en cubiertas, superestructuras, camarotes y cascos de barcos.
- Para exterior de tanques, maquinarias, equipos y estructuras.
- Para botes de fibra de vidrio o madera y para furgones, motos y bicicletas expuestos a la intemperie, en ambientes industriales de alta contaminación.

### ESPECIFICACIONES

#### RELACIÓN DE MEZCLA DE LOS COMPONENTES.

- Componente A por volumen 5 partes
- Componente B por volumen 1 parte

De la exactitud y uniformidad de la mezcla dependen las propiedades definitivas del producto aplicado.

#### MEZCLA LÍQUIDA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Color Variado
- Sólidos por volumen 59% según color
- Punto de chispa copa cerrada 16°C
- Tiempo de vida útil de la mezcla 2 1/2 horas a 25°C y 50% de humedad relativa

El tiempo de vida útil de la mezcla de los componentes A y B disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al disminuir la misma.

#### MEZCLA APLICADA DE LOS COMPONENTES A Y B.

- Acabado y color: Brillante variado
- Espesor recomendado película seca: 50 a 100 micrones
- Rendimiento teórico a 25 micrones 87 m<sup>2</sup> / galón
- Película seca, según color:
- Método de aplicación: Pistola airless lo recomendado. Brocha o rodillo.

- temperatura de servicio:
- temperatura de almacenamiento:
- viscosidad KU a 24°C:
- C.O.C:

90°C máximo en seco  
 4°C a 32°C bajo techo  
 60 a 75 KU material mezclado  
 369 gramos / litro (3,1 libras / galón), con  
 máximo.

El cálculo del rendimiento práctico puede variar, dependiendo de las técnicas de aplicación, condiciones de trabajo y tipo de superficie a ser recubierta.

### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de polvo, humedad, cera, pintura deteriorada y óxido.
- Los metales deben estar protegidos con una anticorrosiva apropiada (ver anticorrosivas).
- Las fibras de vidrio se lijan suavemente en seco, se limpian bien con acetona y se les aplica inmediatamente una mano de Anticorrosiva Epóxica ref. 10046 / 13229 o Anticorrosiva Epoxi-Atóxica ref. 10070 / 13350 para obtener la adherencia óptima del Esmalte.
- Las maderas se lijan en seco para eliminar defectos que puedan afectar el acabado, se limpian bien y se les aplica una mano de Anticorrosiva Epóxica ref. 10046 / 13229 o Anticorrosiva Epoxi-Atóxica ref. 10070 / 13350 como sellador.
- Para repintes sobre Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO en buen estado, se lijan en seco hasta eliminar completamente el brillo, se limpian con Thinner PINTUCO ref. 121006 y se aplica de inmediato el Esmalte.
- Las superficies con pinturas desconocidas en buenas condiciones o deterioradas o con Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO deteriorados, se eliminan totalmente con Removedor ref. Z101 de PINTUCO y se tratan según el tipo de material (metal, fibra de vidrio, madera).

### APLICACIÓN

- Se mezclan por separado y con espátulas limpias los componentes A y B del esmalte hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan por volumen cinco partes del componente A con una parte del componente B y se agitan con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.
- De su exactitud y uniformidad dependen las propiedades definitivas del esmalte aplicado.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos. Preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar.
- Después de dos a tres horas a 25°C el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta.
- Se deja la mezcla en reposo durante 15 minutos como tiempo de inducción.
- Se aplican una a dos manos para obtener el espesor seco recomendado, permitiendo los tiempos de secamiento indicados.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Thinner PINTUCO ref. 121050.

### TEMPERATURAS DE APLICACION

| TEMPERATURAS | PINTURA    | METAL      | AMBIENTE   | HUMEDAD AMBIENTE |
|--------------|------------|------------|------------|------------------|
| Normal       | 7°C a 49°C | 7°C a 49°C | 7°C a 49°C | 0 a 85%          |
| Verano       | 7°C        | 10°C       | 7°C        | 0%               |



El Color de la Calida

|  |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
|  | 49°C | 50°C | 49°C | 85% |
|--|------|------|------|-----|

Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación, sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

## PISTOLA CONVENCIONAL (CON AIRE)

| MARCA Y MODELO          | TIPO DE FUIDO | No. DE CAPSULA DE AIRE |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| Devilbiss MBC-150 o JGA | E             | 704 o 765 o 78         |
| Binks No. 18 o 62       | 66            | 66PB o 66PE            |

## PISTOLA SIN AIRE (HIDRÁULICO)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA                       |
|-------------------|-----------------------------|
| Devilbiss JGB-507 | QFA-514                     |
| Graco 205-591     | President 30:1 Bulldog 30:1 |
| Binks 500         | Mercury 5C                  |

- Se recomienda agujas con orificio de 0,015 a 0,019 pulgadas, dependiendo de la presión disponible y de las condiciones del sitio de trabajo con una presión mínima de 2500 PSI.
- Se puede presentar ligeras pérdidas de brillo.

BROCHA: Se usa brocha de cerda natural o nylon.

## TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA  | AL TACTO     | AL MANEJO     | PARA SER RECUBIERTO | TOTAL       |
|--------------|--------------|---------------|---------------------|-------------|
| 2°C (35°F)   | 6 a 8 horas  | 12 a 16 horas | 24 a 36 horas       | 9 a 10 días |
| 20°C (68°F)  | 2 a 3 horas  | 3 a 5 horas   | 16 a 20 horas       | 7 a 8 días  |
| 40°C (104°F) | 0,5 a 1 hora | 2 a 3 horas   | 12 a 16 horas       | 6 a 7 días  |

- Los tiempos de secamiento en los Esmaltes Poliuretanos de PINTUCO varían de acuerdo con la temperatura ambiental y el espesor de película aplicada.
- A mayor temperatura menor tiempo de secamiento y viceversa. A mayor espesor mayor tiempo de secamiento.

## CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO:

- Intemperie acelerada

Método ASTM G53 para cámara QUV usando lámpara UV-B

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, pérdida de brillo no mayor de 10%

- Adherencia

Método ASTM D-4541 elcómetro adhesión tester  
Sistema 1: 75 micrones de Uretano Altos Sólidos, como acabado.

Resultado: No menor de 700 psi (laboratorio)

Sistema 2: 75 micrones de Primer Epóxico y como 75 micrones de acabado Uretano.

Cabina de humedad y condensación

Cámara salina

Resultado: No menor de 900 PSI (laboratorio)

Método ASTM B-117

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, no se observa ampollamiento, craqueo o delaminación de la película aplicada.

Método ASTM B-117

Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 75 micrones de acabado Uretano.

Resultado: Después de 1000 horas, no presenta ampollamiento, craqueo o delaminación de película. No presenta óxido más de 1/8 de pulgada medido a partir de la incisión.

## PRESENTACIÓN

Componente A ref. 11395: Caneca con 5 galones.

Componente B ref. 11380: Galón.

- La mezcla del contenido de los dos envases hace seis galones totales del producto.
- Las cantidades en gramos varían según la referencia del producto.

## SEGURIDAD

- Evite el contacto accidental con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón; si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Se debe aplicar y almacenar en un lugar limpio, seco y alejado de toda fuente de calor.
- Contiene materiales inflamables.
- En lugares encerrados se debe mantener buena ventilación natural o forzada.
- Cuando no se esté utilizando, se debe mantener bien tapado el producto para evitar su contaminación y la evaporación de solventes.

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintuco@uio.satnet.net](mailto:pintuco@uio.satnet.net) ó [pintuco@gye.satnet.net](mailto:pintuco@gye.satnet.net).

## GARANTÍA

Toda la información contenida en ésta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en diciembre de 1997, sin embargo no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto dado que las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.



El Color de la Calidad

## ESMALTES POLIURETANOS A.S. - A.E.

### REFERENCIA Y COLOR

11420 Blanco y colores para los siguientes.  
11380 Catalizador

### DESCRIPCIÓN

Esmalte poliuretano autoimprimante de altos sólidos (A.S.) con el cual se obtienen películas de alto espesor (A.E.), excelente flexibilidad y alto brillo. Es un producto en dos componentes en envases separados: el componente A, un Esmalte poliésterico con alto contenido de sólidos (A.S.) y de gran resistencia a agentes físico-químicos y el componente B, un Catalizador. La mezcla de cuatro partes por volumen de pintura con una parte por volumen de Catalizador produce al aplicarse una capa sólida, de alta dureza, resistente a la abrasión, la humedad y la decoloración.

### USOS

- Para la decoración y protección de superficies metálicas, de fibra de vidrio o de madera en cubiertas, superestructuras y camarotes.
- Para exterior de tanques, maquinarias, equipos y estructuras.
- Para botes de fibra de vidrio o madera.
- Superficies expuestas a la intemperie en ambientes industriales de alta contaminación como plantas petroquímicas, de pulpa de papel, tratamiento de aguas y medios marinos y costaneros.
- Este producto puede ser aplicado sobre gran parte de recubrimientos como: alquídicos (previo ensayo de compatibilidad), epóxicos y ricos en zinc los cuales estén bien adheridos y en buenas condiciones para ser recubiertos.

### ESPECIFICACIONES

|                                                   |                                           |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| • Acabado                                         | Alto brillo                               |
| • Viscosidad KU a 24°C                            | 90 a 100, material mezclado               |
| • Vehículo                                        | Uretano alifático                         |
| • Mezcla por volumen                              | 4:1 Esmalte / Catalizador                 |
| • Sólidos por volumen                             | 73% según el color del material mezclado  |
| • Sistema de aplicación                           | Airless, lo recomendado. Brocha o rodillo |
| • Rendimiento teórico a 25 micrones película seca | 108,7 m <sup>2</sup> / galón, según color |
| • Ajustador recomendado                           | 121050                                    |
| • Flash Point mínimo                              | 16°C (60°F) copa cerrada                  |
| • Espesor seco                                    | 100 a 150 micrones.                       |
| • Resistencia a:                                  | Excelente                                 |
| Intemperie                                        | Excelente                                 |
| Humedad                                           | Excelente                                 |
| Alcalis                                           | Excelente                                 |
| Ácidos                                            | Buena                                     |



|                                       |                                                |
|---------------------------------------|------------------------------------------------|
| Productos del petróleo                | Excelente                                      |
| Abrasión                              | Excelente                                      |
| Resistencia al calor: continuo y seco | 93°C (200°F)                                   |
| Intermitente                          | 120°C (250°F)                                  |
| Tiempo de vida útil de la mezcla      | 2 ½ horas a 24°C y 50% de humedad relativa     |
| VOC                                   | Máximo 256 gramos / litro (2,1 libras / galón) |

El cálculo del rendimiento práctico puede variar, dependiendo de las técnicas de aplicación, condiciones de trabajo y tipo de superficie a ser recubierta.

## PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

- La superficie debe estar libre de humedad, polvo, mugre, grasa, cera, pintura deteriorada y todo tipo de contaminación.
- Para usarlo como auto imprimante la superficie debe ser preparada con chorro abrasivo mínimo a grado comercial SSPC-SP6 (estándar sueco SA- 2) con remoción completa de la escama de laminación.
- La madera debe ser limpiada y el concreto y el asbesto-cemento se deben neutralizar previamente, lavándolos con una solución acuosa de ácido muriático (clorhídrico) al 10% por volumen, dejando actuar el ácido 15 minutos; luego se enjuagan con abundante agua y se secan completamente.

## APLICACIÓN

- Se mezclan por separado con espátulas limpias el Esmalte Poliuretano de Altos Sólidos y el Catalizador hasta obtener su completa uniformidad.
- Se mezclan cuatro partes por volumen de la Esmalte con una parte por volumen del Catalizador y se agita muy bien con una espátula limpia hasta que la mezcla sea total y uniforme.
- Se debe evitar la contaminación de los componentes separados con la mezcla de ellos.
- De su exactitud y uniformidad dependen las propiedades de la pintura aplicada. Preparar únicamente la cantidad que se va a utilizar.
- Después de 2 1/2 horas a 24°C (75°F) y 50% de humedad relativa de preparada la mezcla el producto pierde sus propiedades. Ese tiempo disminuye si la temperatura ambiental aumenta.
- Se recomienda airless spray, para conseguir mejores acabados y evitar el fogueo. También se puede utilizar pistola convencional.
- Para aplicación a brocha o rodillo se diluye la mezcla con un 10 a 20% por volumen de Ajustador PINTUCO ref. 121050 y se agita bien con espátula. Normalmente no se requiere dilución para evitar el chorreo.
- Se deja en reposo durante 20 minutos como tiempo de inducción.
- Este producto puede ser aplicado a temperaturas tan bajas como 1,7°C (35°F), sin embargo la rata de curado muy lento a temperaturas por debajo de 10°C (50°F). La pintura mezclada es muy sensible a la humedad. Utilice trampas de agua en líneas de aire.
- El contacto con la humedad puede reducir el tiempo de vida y afectar el brillo.
- Evite la aplicación en condiciones de alta humedad, ya que la condensación de agua reduce el brillo.
- Inmediatamente se termine la aplicación se lava el equipo aplicador con Ajustador PINTUCO ref. 121050.



El Color de la Calidad

## TEMPERATURAS DE APLICACIÓN

| TEMPERATURAS | PINTURA  | METAL    | AMBIENTE | HUMEDAD AMBIENTE |
|--------------|----------|----------|----------|------------------|
| Normal       | 7 a 49°C | 2 a 50°C | 7 a 49°C | 0 a 85%          |
| Mínima       | 7°C      | 10°C     | 7°C      | 0%               |
| Máxima       | 49°C     | 50°C     | 49°C     | 85%              |

EQUIPOS DE APLICACION. Los siguientes equipos de aplicación se han encontrado apropiados para la aplicación. Sin embargo se pueden utilizar otros equipos equivalentes.

### PISTOLA CONVENCIONAL (con aire)

| MARCA Y MODELO          | TIPO DE FUIDO | No. DE CAPSULA DE AIRE |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| Devilbiss MBC-150 o JGA | E             | 704 o 765 o 78         |
| Binks No. 18 o 62       | 66            | 66PB o 66PE            |

### PISTOLA SIN AIRE (hidráulico)

| MARCA Y MODELO    | BOMBA        |
|-------------------|--------------|
| Devilbiss JGB-507 | QFA-514      |
| Graco 205-591     | Bulldog 30:1 |
| Binks 520         | Jupiter 82   |

- Se recomienda agujas con orificios de 0,015 a 0,019 pulgadas dependiendo de la presión disponible y las condiciones del sitio de trabajo con una presión mínima de 2500 PSI.
- Se puede presentar ligera pérdida de brillo.

### TIEMPOS DE SECAMIENTO

| TEMPERATURA AMBIENTAL | AL TACTO Horas | MANEJO Horas | PARA SER RECUBIERTO Segundas manos | TOTAL DIAS |
|-----------------------|----------------|--------------|------------------------------------|------------|
| 2°C (35°F)            | 6 a 8          | 12 a 16      | 24 a 60 horas                      | 9 a 10     |
| 20°C (68°F)           | 2 a 3          | 3 a 5        | 16 a 20 horas                      | 7 a 8      |
| 40°C (104°F)          | 0,5 a 1        | 2 a 3        | 12 a 16 horas                      | 6 a 7      |

El secamiento varía con la humedad relativa y la temperatura; a humedad mayor al 80%, el secamiento se retarda.

### CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

Intemperie acelerada

Método ASTM G53 para cámara QUV usando lámpara UV-B  
Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y como acabado 100 micrones de Uretano.  
Resultado: Después de 1000 horas, pérdida de brillo no mayor de 10%  
Método ASTM D-4541 elcómetro adhesión tester  
Sistema 1: 100 micrones de acabado Uretano Altos Sólidos.

Adherencia



Cabina de humedad y condensación

Cámara salina

Resultado: No menor de 700 PSI (laboratorio)  
Sistema 2: 75 micrones de Primer Epóxico y 100 micrones de acabado Uretano.  
Resultado: No menor de 900 psi (laboratorio)  
Método ASTM B-117  
Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 100 micrones de acabado Uretano.  
Resultado: Después de 1000 horas, no se observa ampollamiento, craqueo o delaminación de la película aplicada.  
Método ASTM B-117  
Sistema: 75 micrones de Primer Epóxico y 100 micrones de acabado Uretano.  
Resultado: Después de 1000 horas, no presenta ampollamiento, craqueo o delaminación de la película. No presenta óxido más de 1/8 de pulgada medido a partir de la incisión.

## SEGURIDAD

- Evite el contacto accidental con la piel o los ojos y la inhalación de sus vapores usando equipos de seguridad adecuados.
- En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón; si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica.
- Se debe aplicar y almacenar en un lugar limpio, seco y alejado de toda fuente de calor.
- Contiene materiales inflamables.
- En lugares encerrados se debe mantener buena ventilación natural o forzada.
- Cuando no se esté utilizando, se debe mantener bien tapado el producto para evitar su contaminación y la evaporación de solventes.

## INFORMACIÓN Y ASESORÍA

En caso de duda, necesidad de información o asesoría, comunicarse con las oficinas de PINTURAS ECUATORIANAS S.A., teléfonos 268 396 y 268 398 en Quito, 281 700, 281 666 y 288 198 en Guayaquil, o al e-mail: [pintucoe@uio.satnet.net](mailto:pintucoe@uio.satnet.net) ó [pintuco@gve.satnet.net](mailto:pintuco@gve.satnet.net).

## CUMPLIMIENTO DE NORMA

Pintura aprobada por la USDA de los ESTADOS UNIDOS, para uso en plantas procesadoras de carnes y aves.

## PRESENTACIÓN

Pintura ref. 11420: Caneca con cuatro galones.  
Catalizador ref. 11380: Un galón.  
La mezcla de los dos componentes hace cinco galones del producto.



El Color de la Calida

### GARANTÍA

Toda la información contenida en ésta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en diciembre de 1997, sin embargo no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto dado que las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.

## **BIBLIOGRAFIA**

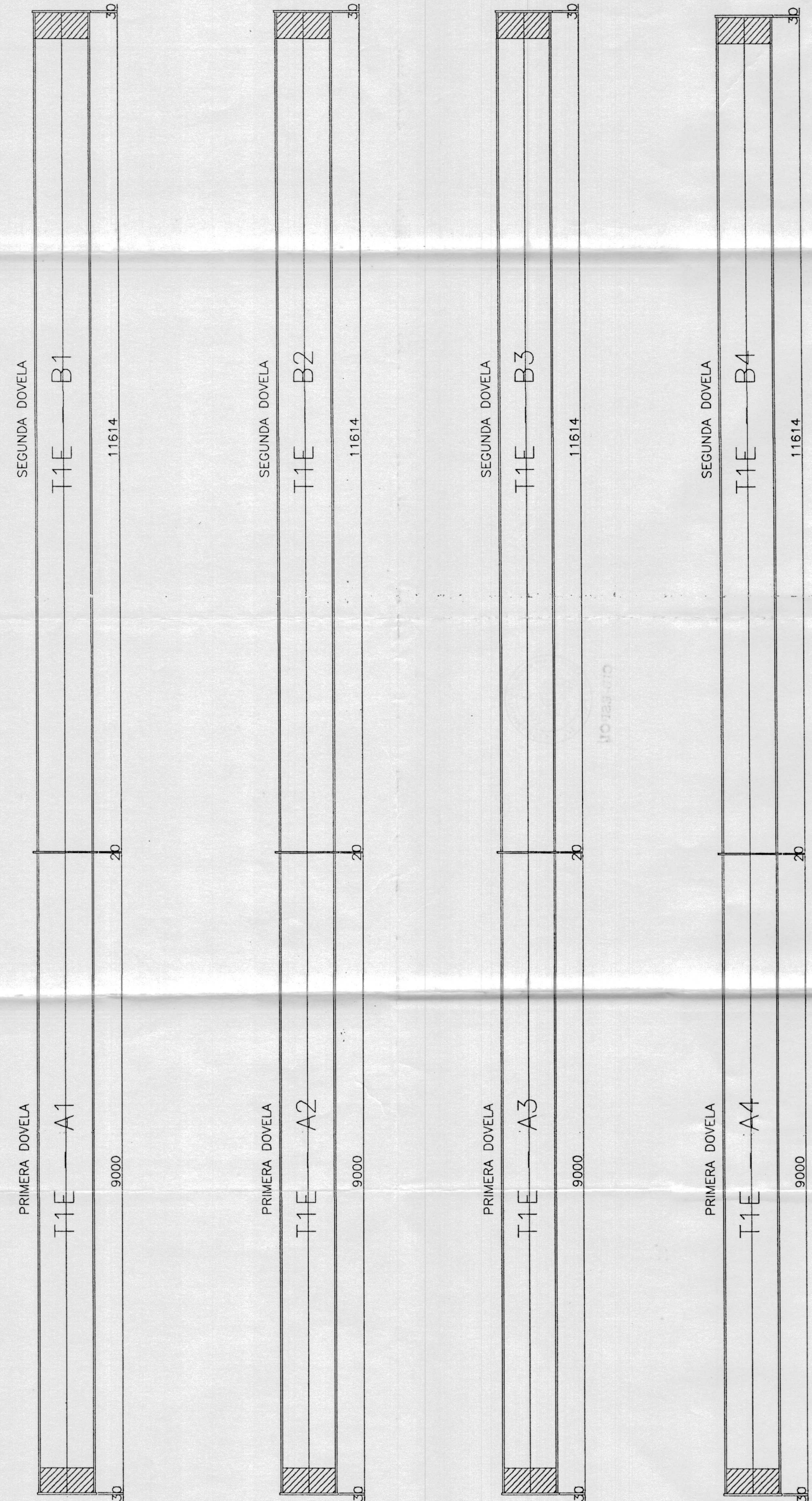
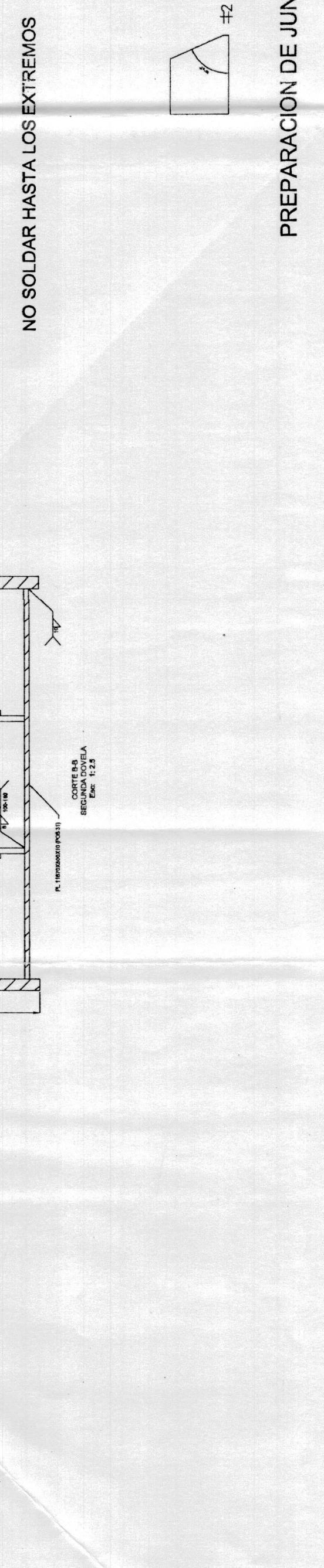
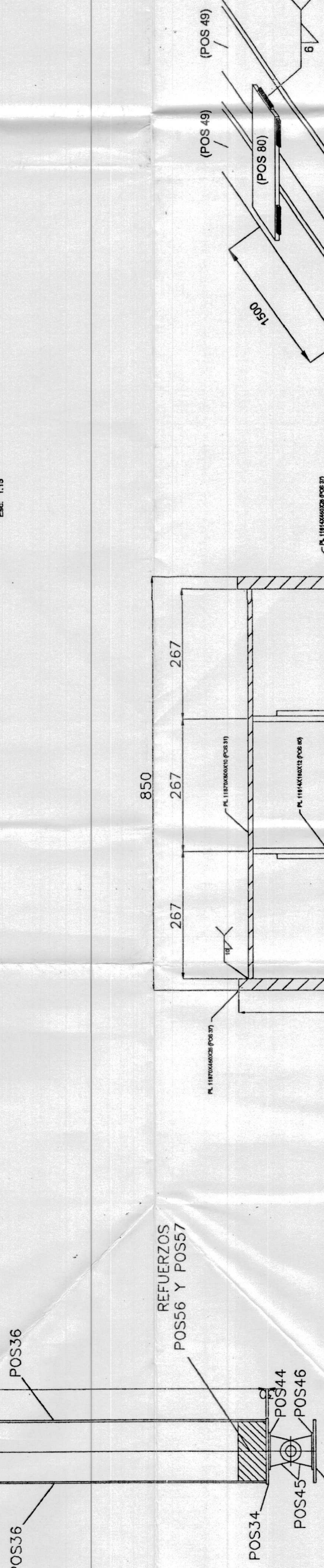
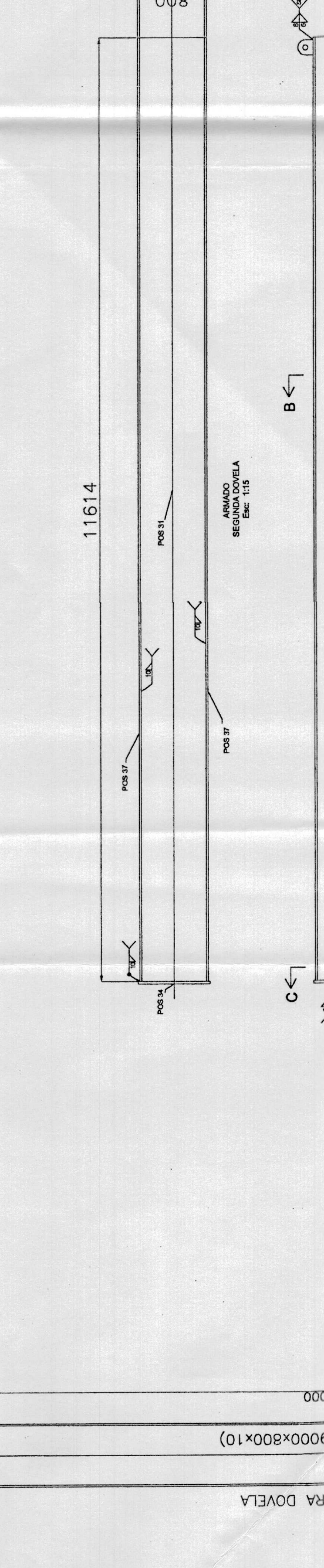
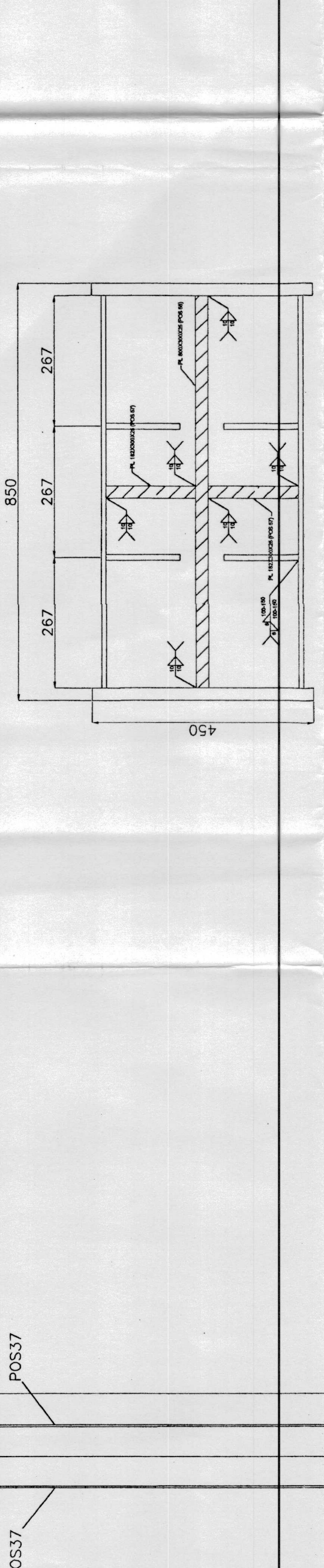
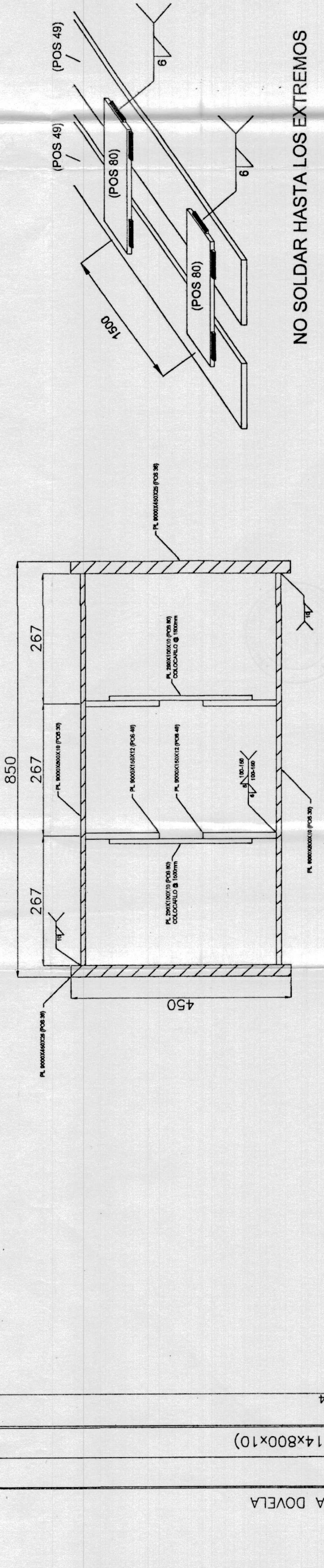
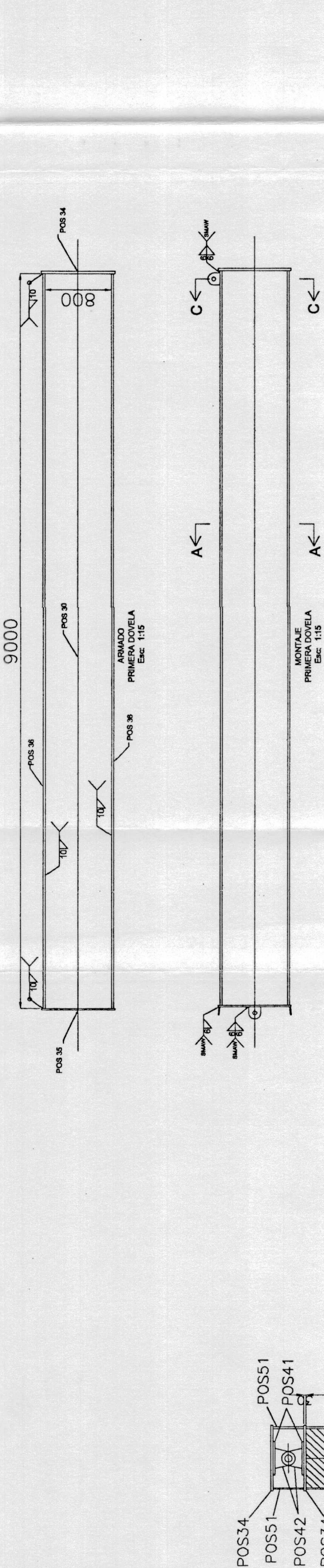
1. CASTILLO LUIS, “Diseño de Estructuras Soldadas para Puentes de Carretero” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1990).
2. American Welding Society, Bridge Welding Code AWS D1.5, 2002.
3. American Society for Testing and Materials, ASTM A588 y A6.
4. Ministerio de Obras Públicas, Manual de Carreteras, PDF, Capítulo 5.
5. WALTER VILLAVIENCIO, “Estudio de Fabricación de una Tubería para un Acueducto” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996).
6. Tecnología de Soldadura, Departamento de Materiales y Procesos de Fabricación, Carrera de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Diciembre 2002.

7. PEMEX, RAMIREZ JOSE, Sistema de Protección Anticorrosivo a base de Recubrimientos para Instalaciones Superficiales, 2005.
8. CHACON JOSE, “Planos de Diseño del Proyecto Puente Sobre la Quebrada Gualo” (Empresa Metropolitana de Obras Públicas, Unidad de Estudios y Fiscalización, 2005).

**PEO UNITARIO DE CADA UNA DE LAS PARTES ESTRUCTURALES  
DEL PUENTE A FABRICAR**

| nt. | Descrip.                                      | Peso Unidad<br>(Kg) | Peso Total<br>(Kg) |
|-----|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 4   | Tornapunta 1 Este Long. 11614mm               | 4435,17             | 17740,68           |
| 4   | Tornapunta 1 Este Long. 9000mm                | 3436,93             | 13747,72           |
| 4   | Tornapunta 1 Oeste Long. 9000mm               | 3355,03             | 13420,12           |
| 4   | Tornapunta 1 Oeste Long. 12000mm              | 4473,38             | 17893,52           |
| 4   | Tornapunta 1 Oeste Long. 6675mm               | 2488,32             | 9953,28            |
| 4   | Tornapunta 2 Este Long. 11890mm               | 3913,31             | 15653,24           |
| 4   | Tornapunta 2 Este Long. 12000mm               | 3949,51             | 15798,04           |
| 4   | Tornapunta 2 Este Long. 12000mm               | 3949,51             | 15798,04           |
| 4   | Tornapunta 2 Este Long. 11632mm               | 3828,39             | 15313,56           |
| 4   | Tornapunta 2 Oeste Long. 11890mm              | 3617,33             | 14469,32           |
| 4   | Tornapunta 2 Oeste Long. 12000mm              | 3650,79             | 14603,16           |
| 4   | Tornapunta 2 Oeste Long. 12000mm              | 3650,79             | 14603,16           |
| 4   | Tornapunta 2 Oeste Long. 5976mm               | 1818,09             | 7272,36            |
| 6   | Tornapunta 2 Long. 12000mm                    | 6236,94             | 99791,04           |
| 4   | Tornapunta 2 Long. 11632mm                    | 6045,68             | 24182,72           |
| 8   | Tornapunta 2 Long. 11890mm                    | 6179,77             | 49438,16           |
| 4   | Tornapunta 2 Long. 5976mm                     | 3077,53             | 12310,12           |
| 6   | Viga Lateral Dovela 1                         | 4151,21             | 66419,36           |
| 6   | Viga Lateral Dovela 2                         | 4454,88             | 71278,08           |
| 6   | Viga Lateral Dovela 3                         | 5259,27             | 84148,32           |
| 8   | Viga Lateral Dovela 4 Cacho<br>(Viga Interna) | 5556,36             | 44450,88           |
| 8   | Viga Lateral Dovela 4 Cacho<br>(Viga Externa) | 5675,16             | 45401,28           |
| 8   | Viga Central Dovela 1                         | 2943,77             | 23550,16           |
| 8   | Viga Central Dovela 2                         | 4770,29             | 38162,32           |
| 8   | Viga Central Dovela 3                         | 4339,74             | 34717,92           |
| 8   | Viga Central Dovela 4                         | 4770,29             | 38162,32           |
| 8   | Viga Central Dovela 5                         | 2943,77             | 23550,16           |
|     | <b>Peso Total (Kg)</b>                        |                     | <b>841829,04</b>   |





| RESUMEN DE MATERIALES TORNAPUNTA T1 CALZADA ESTE |       |          |             |        |        |            |
|--------------------------------------------------|-------|----------|-------------|--------|--------|------------|
| Para 4 tornapuntas                               |       |          |             |        |        |            |
| Pos.                                             | Cant. | Descrip. | Dimensiones |        |        | Peso Total |
|                                                  |       |          | a (cm)      | b (cm) | e (cm) |            |
| 30                                               | 8     | PL       | 900,0       | 80,0   | 1,0    | 565,2      |
| 31                                               | 8     | PL       | 1161,4      | 80,0   | 1,0    | 729,4      |
| 34                                               | 8     | PL       | 89,0        | 60,0   | 3,0    | 125,8      |
| 35                                               | 4     | PL       | 89,0        | 45,0   | 2,0    | 62,9       |
| 36                                               | 8     | PL       | 900,0       | 45,0   | 2,5    | 794,8      |
| 37                                               | 8     | PL       | 1161,4      | 45,0   | 2,5    | 1025,7     |
| 49                                               | 16    | PL       | 15,0        | 900,0  | 1,2    | 127,2      |
| 50                                               | 16    | PL       | 1187,0      | 15,0   | 1,2    | 167,7      |
| 56                                               | 8     | PL       | 80,0        | 30,0   | 2,5    | 47,1       |
| 57                                               | 16    | PL       | 18,2        | 30,0   | 2,5    | 10,7       |
| 128                                              | 16    | PL       | 29,2        | 10,0   | 1,2    | 2,8        |
| Peso Total (Kg)                                  |       |          |             |        |        | 31488,4    |

FIMCP - ESPOL

PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO

PROYECTO:

ESCALAS:

INDICADAS

CONTIENE:

TORNAPUNTA 1 ESTE

MATERIAL:

ASTM A588

FECHA:

25/08/2006

NOMBRE:

H. Campoverde

Revisó

Ing. Serrano

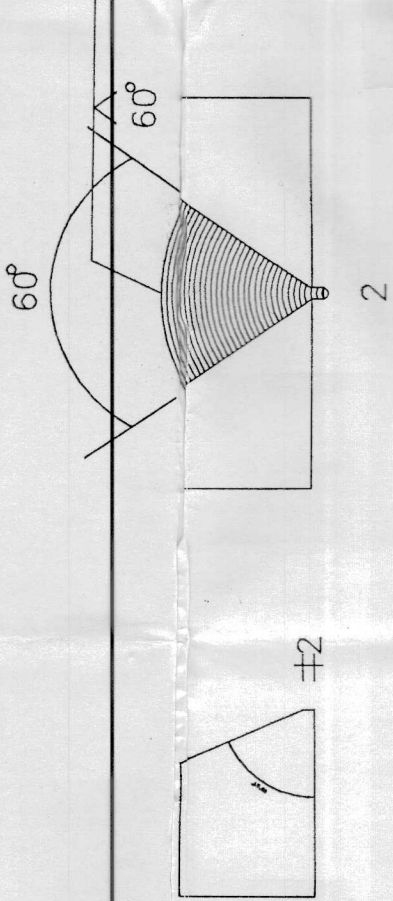
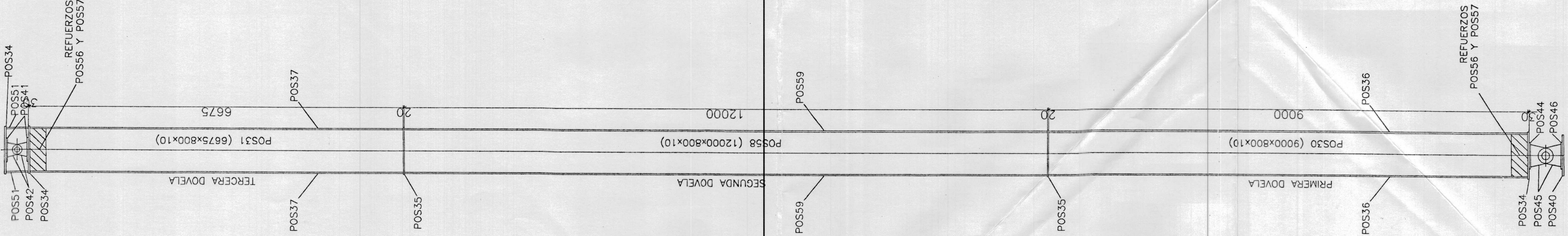
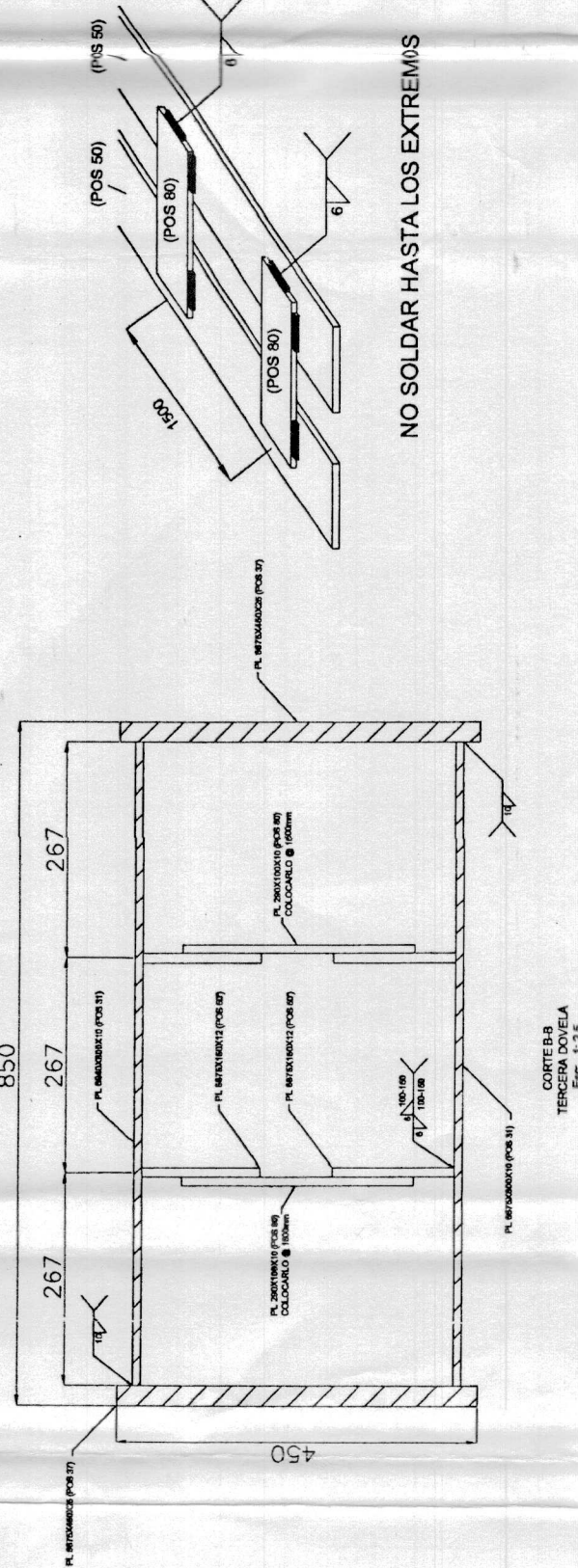
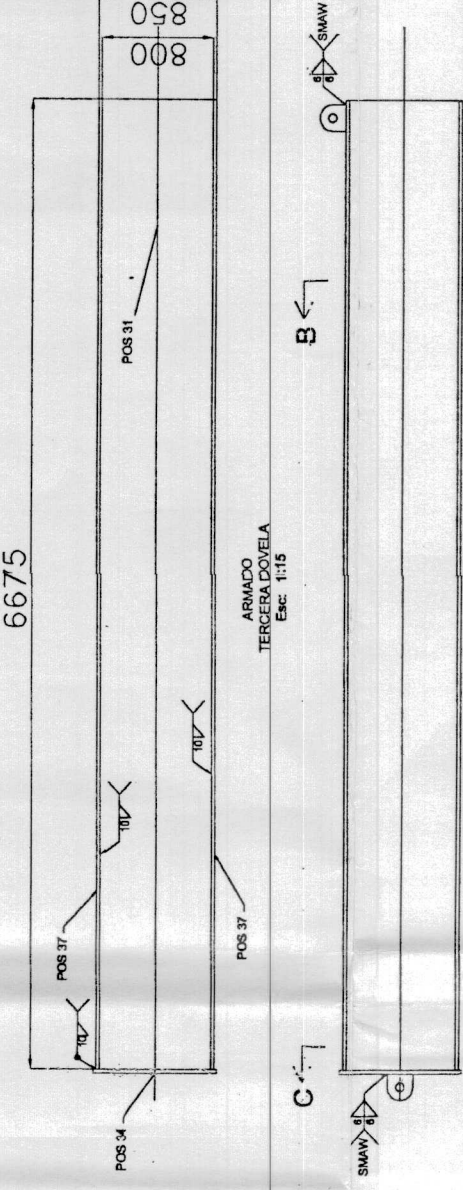
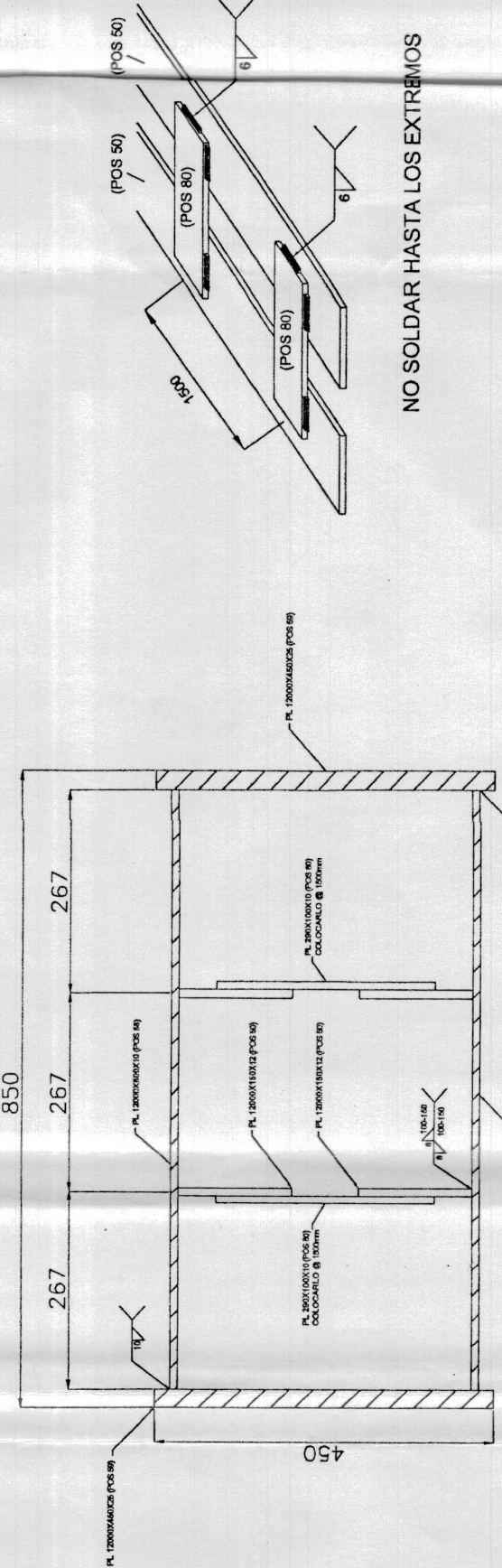
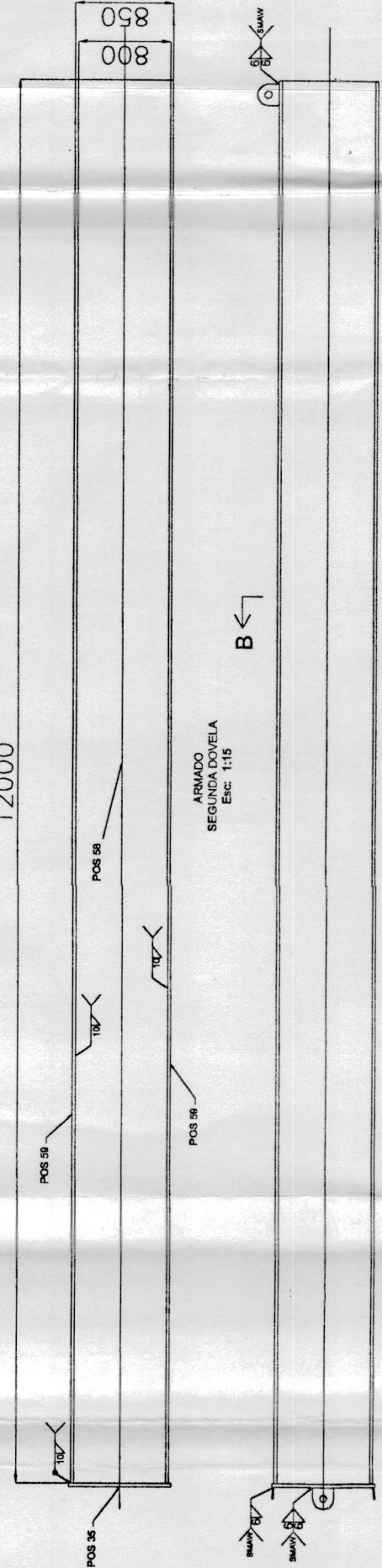
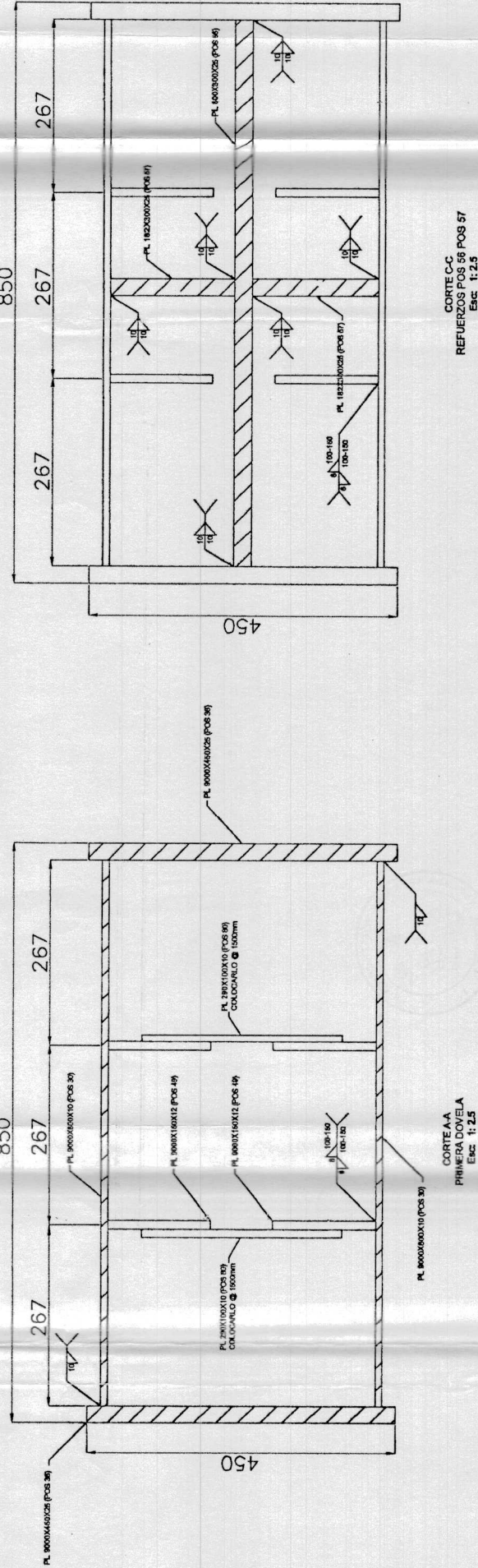
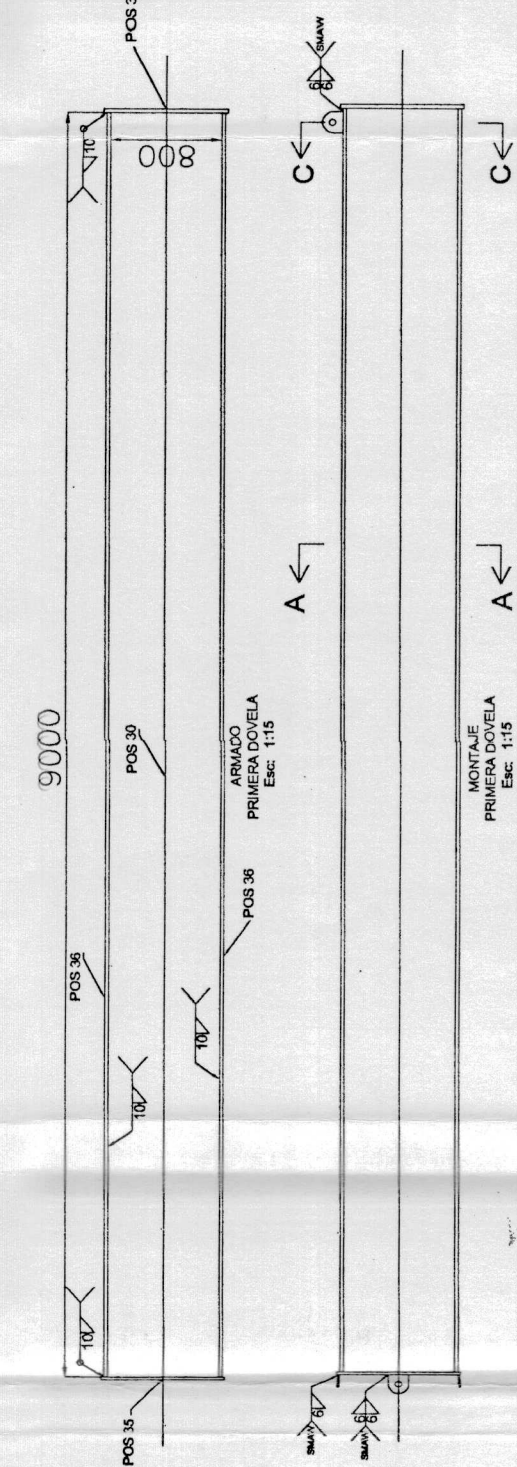
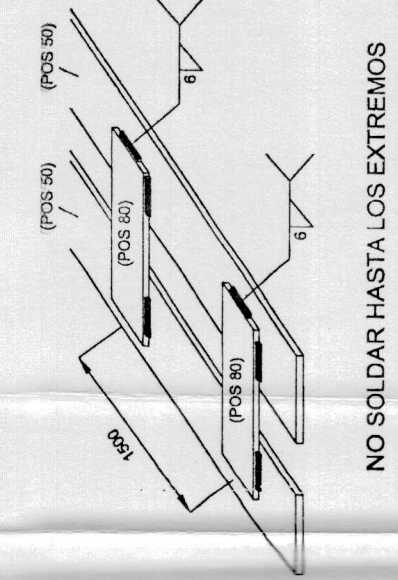
PLANO No:

1

CANTIDAD:

4





PREPARACION DE JUNTA PARA UNION ENTRE OVELAS

| RESUMEN DE MATERIALES TORNAPUNTA T1 CALZADOSTE |       |          |             |        |        |                 |
|------------------------------------------------|-------|----------|-------------|--------|--------|-----------------|
| Para 4 tornapuntas                             |       |          |             |        |        |                 |
| Pos.                                           | Cant. | Descrip. | Dimensiones |        |        | Peso Total (Kg) |
|                                                |       |          | a (cm)      | b (cm) | e (cm) |                 |
| 30                                             | 8     | PL       | 900,0       | 80,0   | 1,0    | 52              |
| 31                                             | 8     | PL       | 667,5       | 80,0   | 1,0    | 42              |
| 34                                             | 8     | PL       | 89,0        | 60,0   | 3,0    | 13              |
| 35                                             | 8     | PL       | 89,0        | 49,0   | 2,0    | 6               |
| 36                                             | 8     | PL       | 900,0       | 45,0   | 2,5    | 73              |
| 37                                             | 8     | PL       | 667,5       | 45,0   | 2,5    | 56              |
| 49                                             | 15    | PL       | 900,0       | 15,0   | 1,2    | 11              |
| 50                                             | 16    | PL       | 1200,0      | 15,0   | 1,2    | 11              |
| 50'                                            | 16    | PL       | 667,5       | 15,0   | 1,2    | 3               |
| 58                                             | 8     | PL       | 1200,0      | 80,0   | 1,0    | 73              |
| 59                                             | 8     | PL       | 1200,0      | 45,0   | 2,5    | 103             |
| Peso Total (Kg)                                |       |          |             |        |        | 41266,9         |

FIMCIP - ESPOL

PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO

PROYECTO:

ESCALAS:

INDICADAS

CONTIENE:

TORNAPUNTA 1 OESTE

MATERIAL:

ASTM A588

FIHA:

NOMBRE:

Dibujó

23/2006

H. Campoverde

Revisó

23/2006

Ing. Serrano

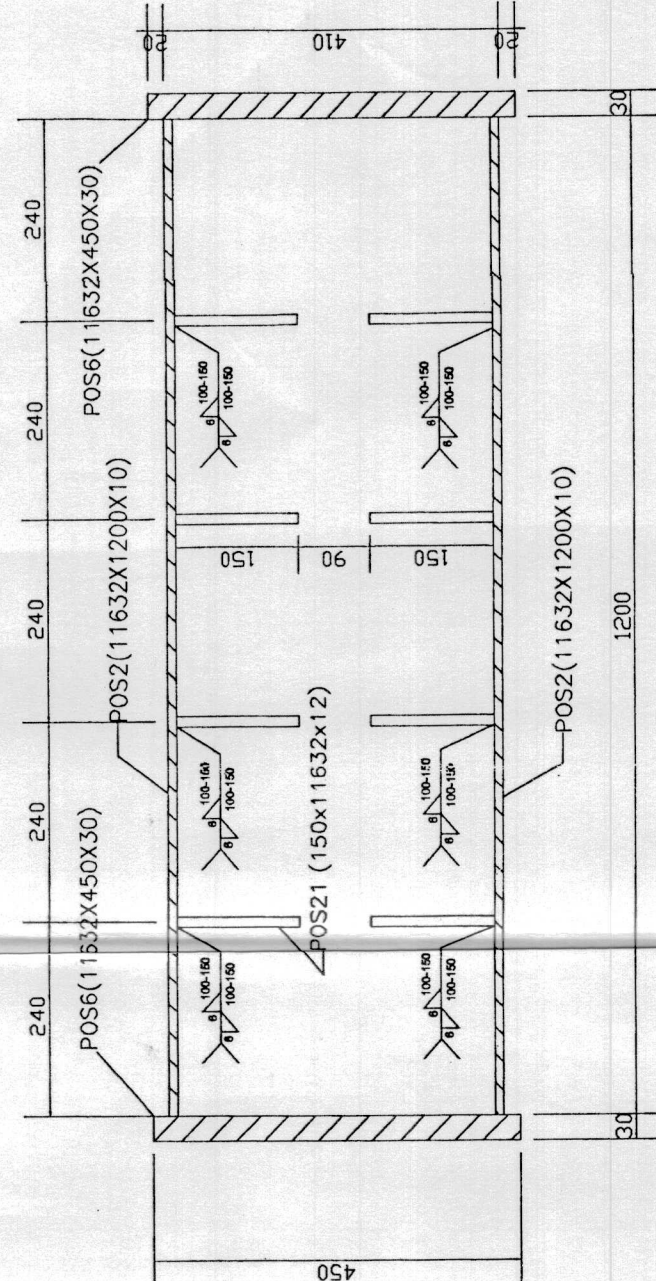
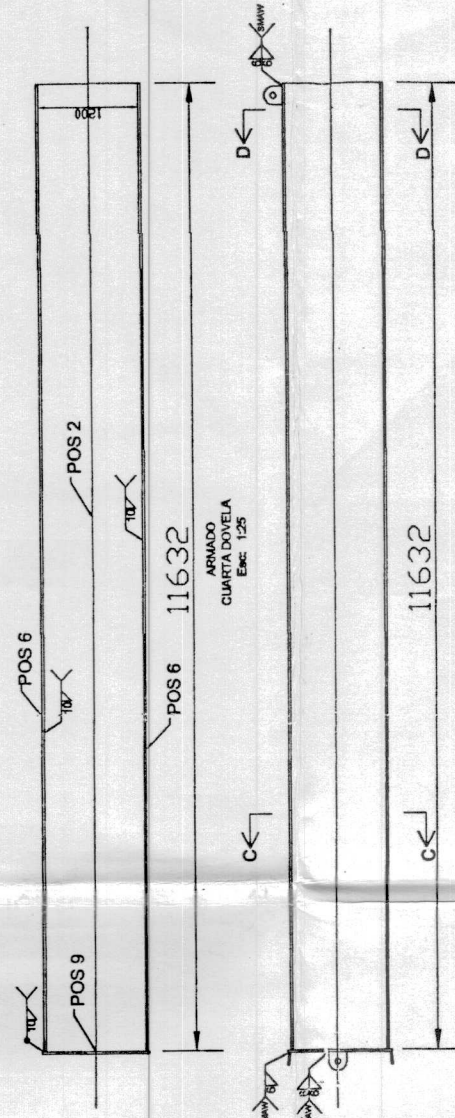
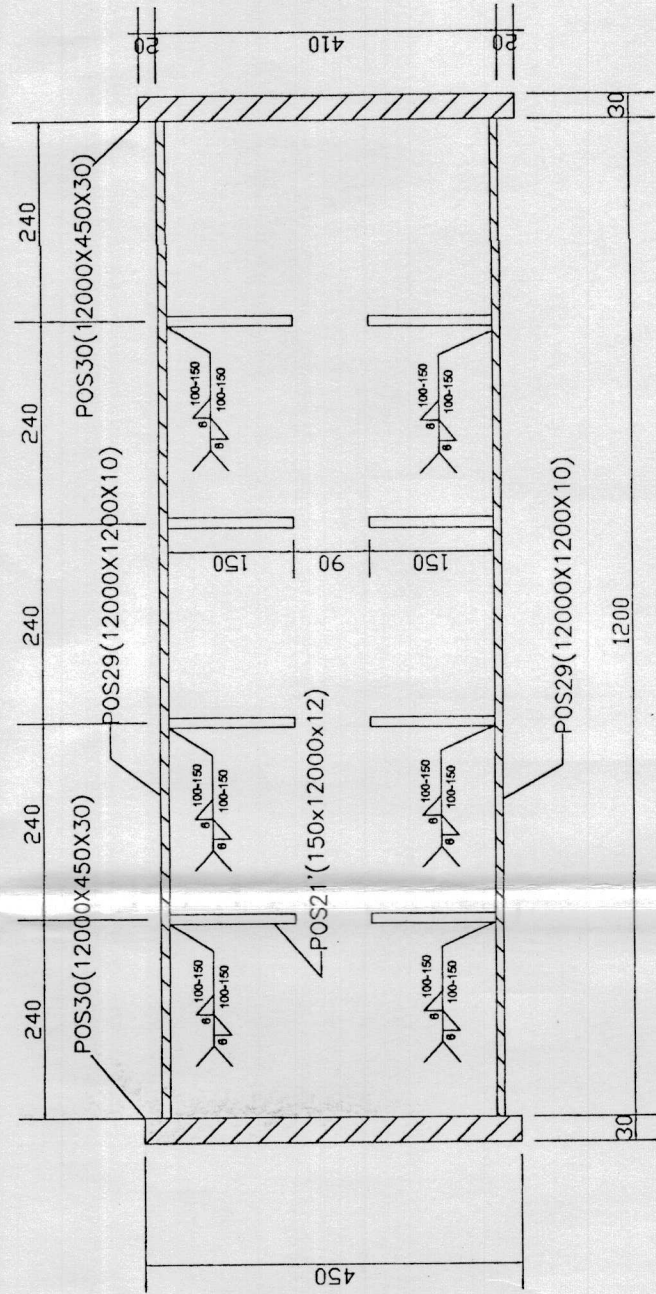
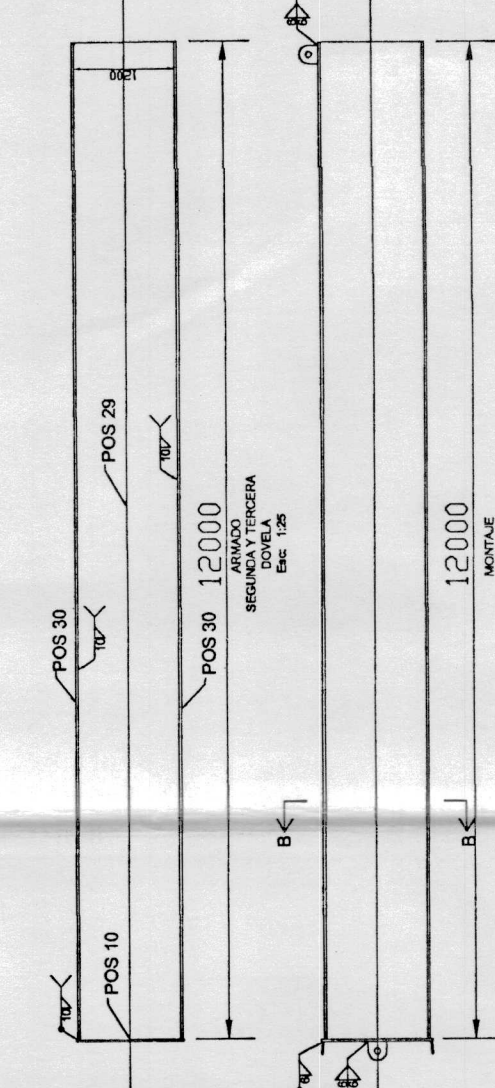
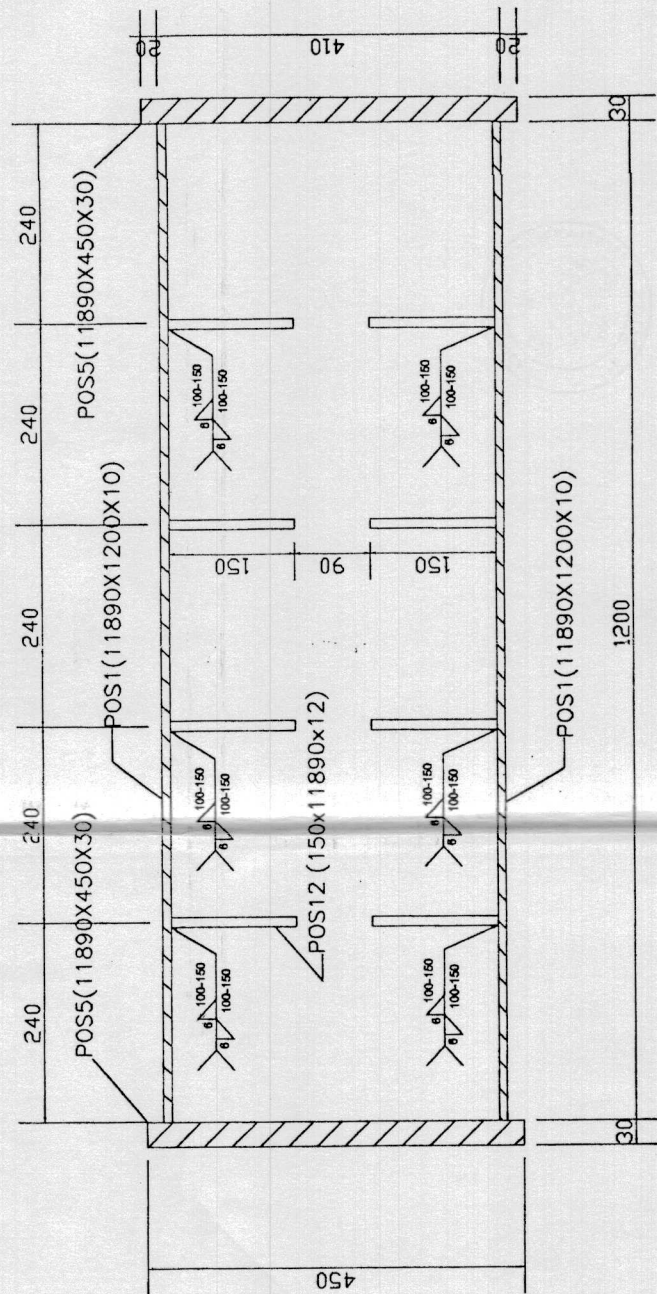
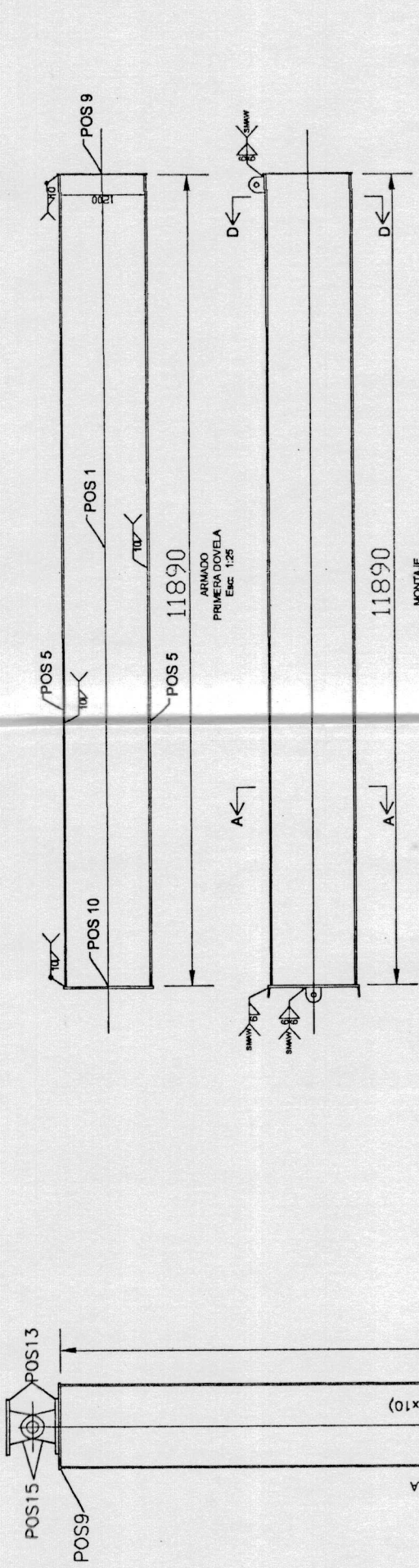
PLANO No:

2

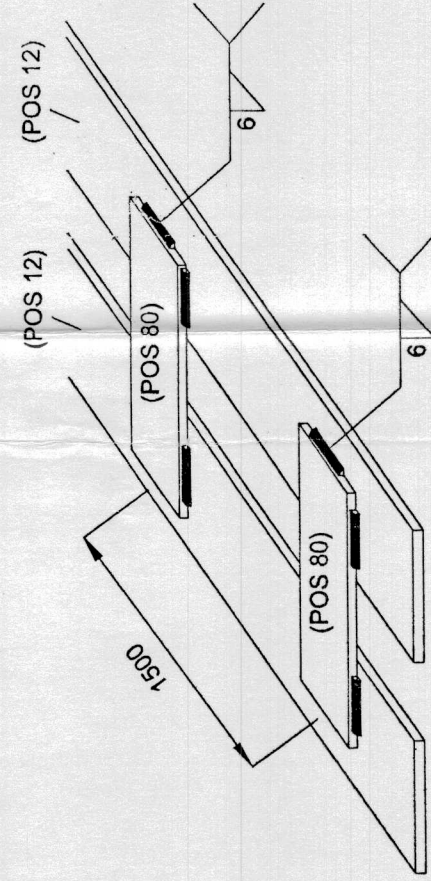
CANTIDAD:

4

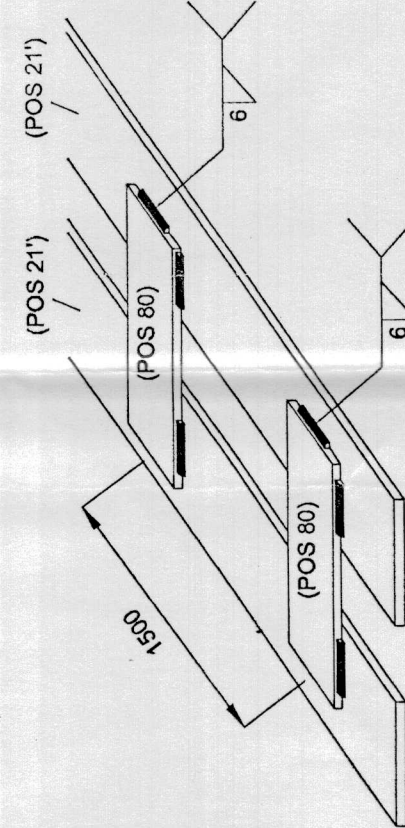




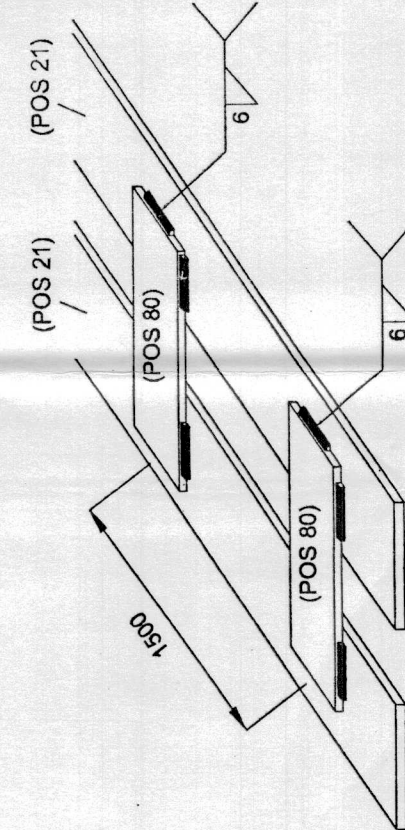
ARMADO GENERAL  
Esc. 1:25



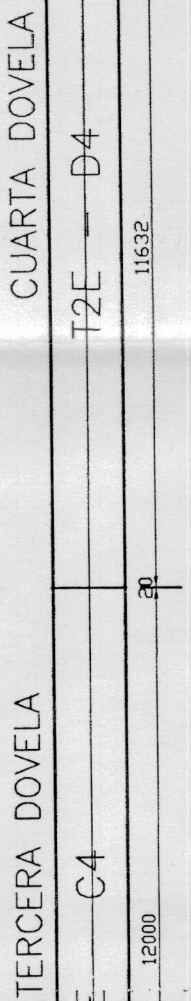
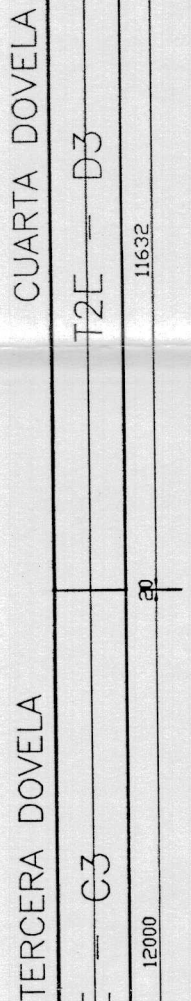
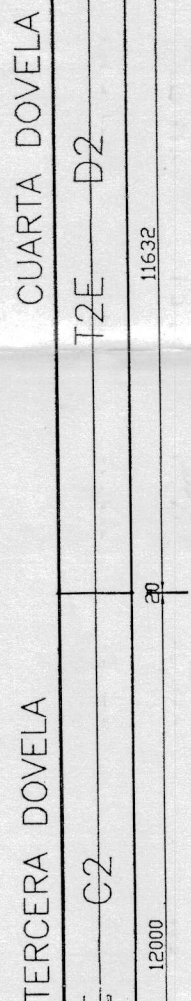
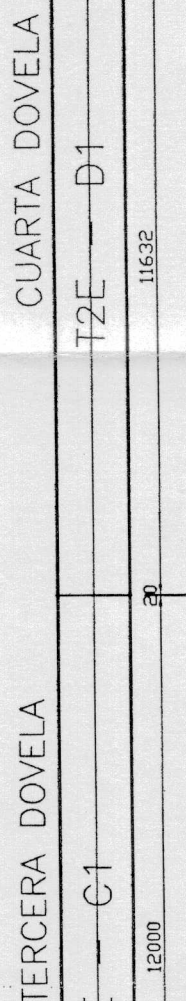
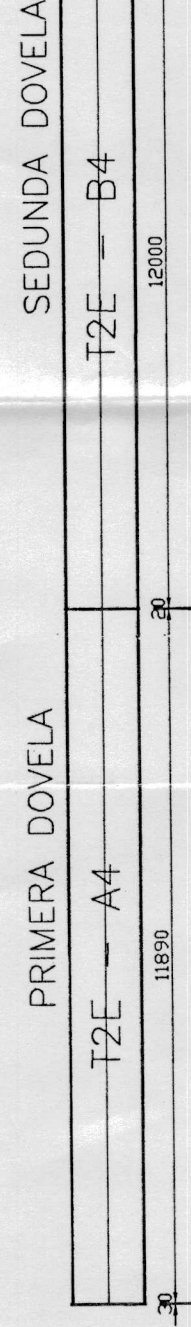
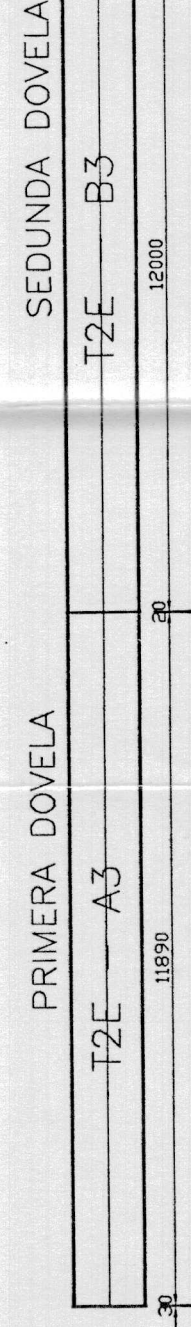
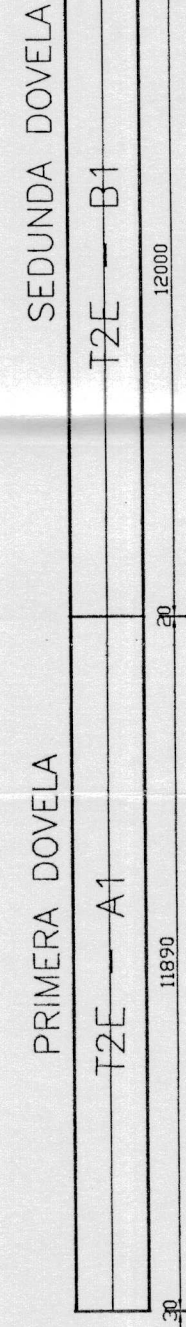
NO SOLDAR HASTA LOS EXTREMOS



NO SOLDAR HASTA LOS EXTREMOS



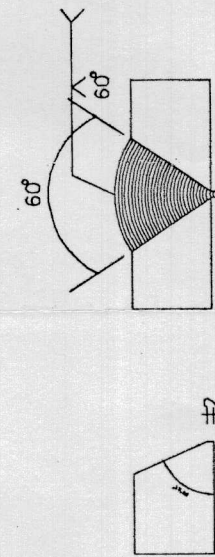
NO SOLDAR HASTA LOS EXTREMOS



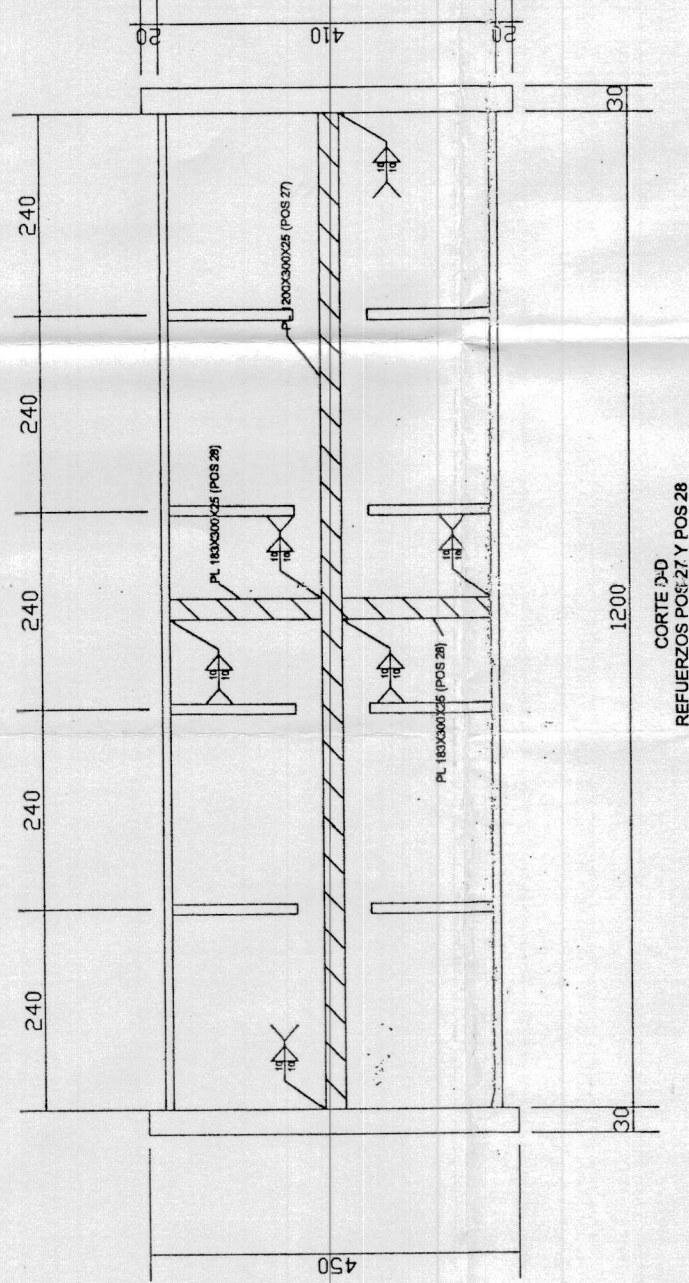
## RESUMEN DE MATERIALES TORNAPUNTA T2 CALZADA ESTE

Para 4 tornapuntas

| Pos. | Cant. | Descrip. | Dimensiones |        |        | Peso<br>Unidad  | Peso<br>Total |
|------|-------|----------|-------------|--------|--------|-----------------|---------------|
|      |       |          | a (cm)      | b (cm) | e (cm) |                 |               |
| 1    | 8     | PL       | 1189,0      | 120,0  | 1,0    | 1120,0          | 8960,3        |
| 2    | 8     | PL       | 1163,2      | 120,0  | 1,0    | 1095,7          | 8765,9        |
| 5    | 8     | PL       | 1189,0      | 45,0   | 3,0    | 1260,0          | 10080,3       |
| 6    | 8     | PL       | 1163,2      | 45,0   | 3,0    | 1232,7          | 9861,6        |
| 9    | 8     | PL       | 130,0       | 60,0   | 3,0    | 183,7           | 1469,5        |
| 10   | 12    | PL       | 130,0       | 49,0   | 2,0    | 100,0           | 1200,1        |
| 12   | 32    | PL       | 15,0        | 1189,0 | 1,2    | 168,0           | 5376,2        |
| 21   | 32    | PL       | 15,0        | 1163,2 | 1,2    | 164,4           | 5259,5        |
| 21'  | 64    | PL       | 15,0        | 1200,0 | 1,2    | 169,6           | 10851,8       |
| 27   | 8     | PL       | 120,0       | 30,0   | 2,5    | 70,7            | 565,2         |
| 28   | 16    | PL       | 18,3        | 30,0   | 2,5    | 10,8            | 172,4         |
| 29   | 16    | PL       | 1200,0      | 120,0  | 1,0    | 1130,4          | 18086,4       |
| 30   | 16    | PL       | 1200,0      | 45,0   | 3,0    | 1271,7          | 20347,2       |
|      |       |          |             |        |        | Peso Total (Kg) | 62562,9       |



PREPARACION DE JUNTA PARA UNION ENTRE DOVELAS



## FIMCP - ESPOL

PROYECTO: PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO

ESCALAS: CONTIENE: TORNAPUNTA 2 ESTE

INDICADAS MATERIAL: ASTM A588

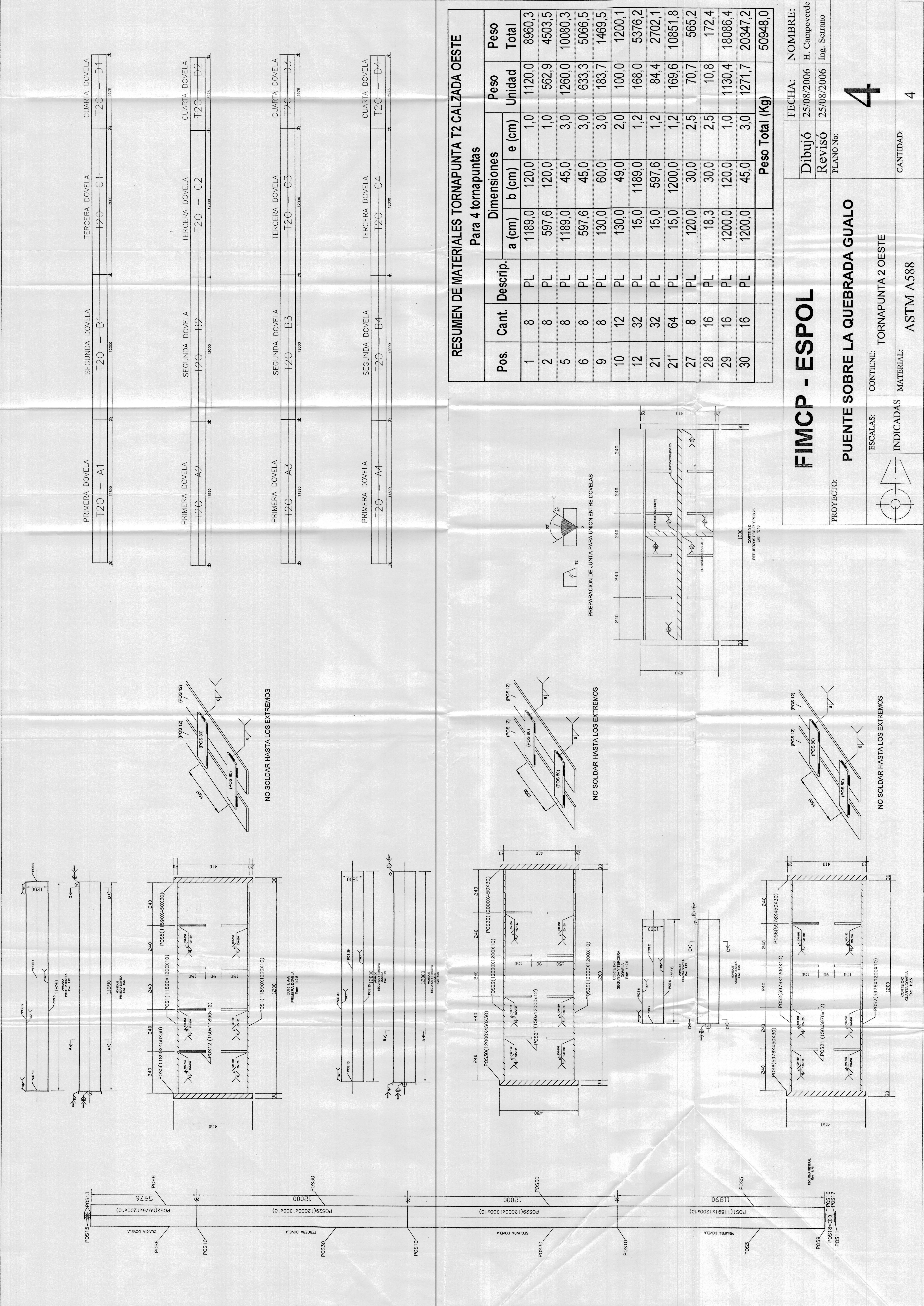
FECHA: NOMBRE:  
Dibujó 25/08/2006 H. Campoverde  
Revisó 25/08/2006 Ing. Serrano  
PLANO No:

3

CANTIDAD:

4





FIMCP - ESPOL

PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO

|           |            |               |
|-----------|------------|---------------|
| Dibujó    | 25/08/2006 | H. Campoverde |
| Revisó    | 25/08/2006 | Ing. Serrano  |
| PLANO No: |            |               |

4

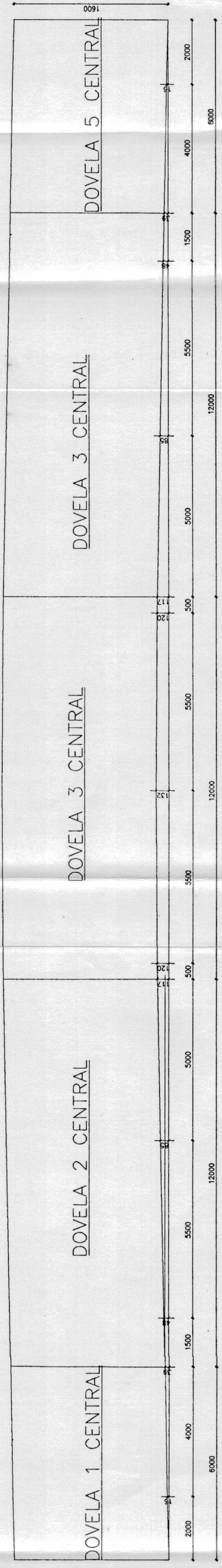
|           |                    |
|-----------|--------------------|
| CONTIENE: | TORNAPUNTA 2 OESTE |
| MATERIAL: | ASTM A588          |

CANTIDAD: 4

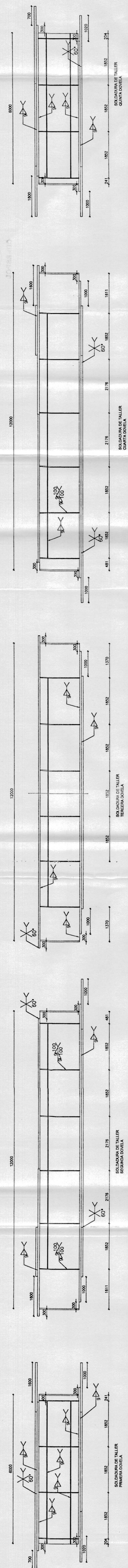




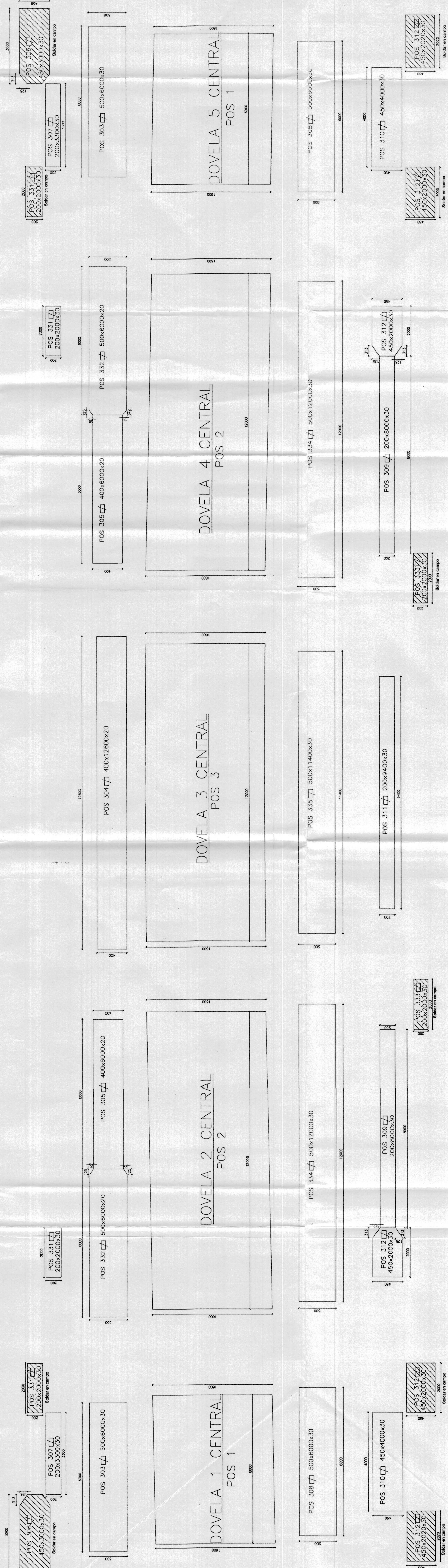




VALORES DEL CAMBER CON RESPECTO AL INICIO DEL TRAMO CENTRAL  
Esc. H: 1:75  
Esc. V: 1:25



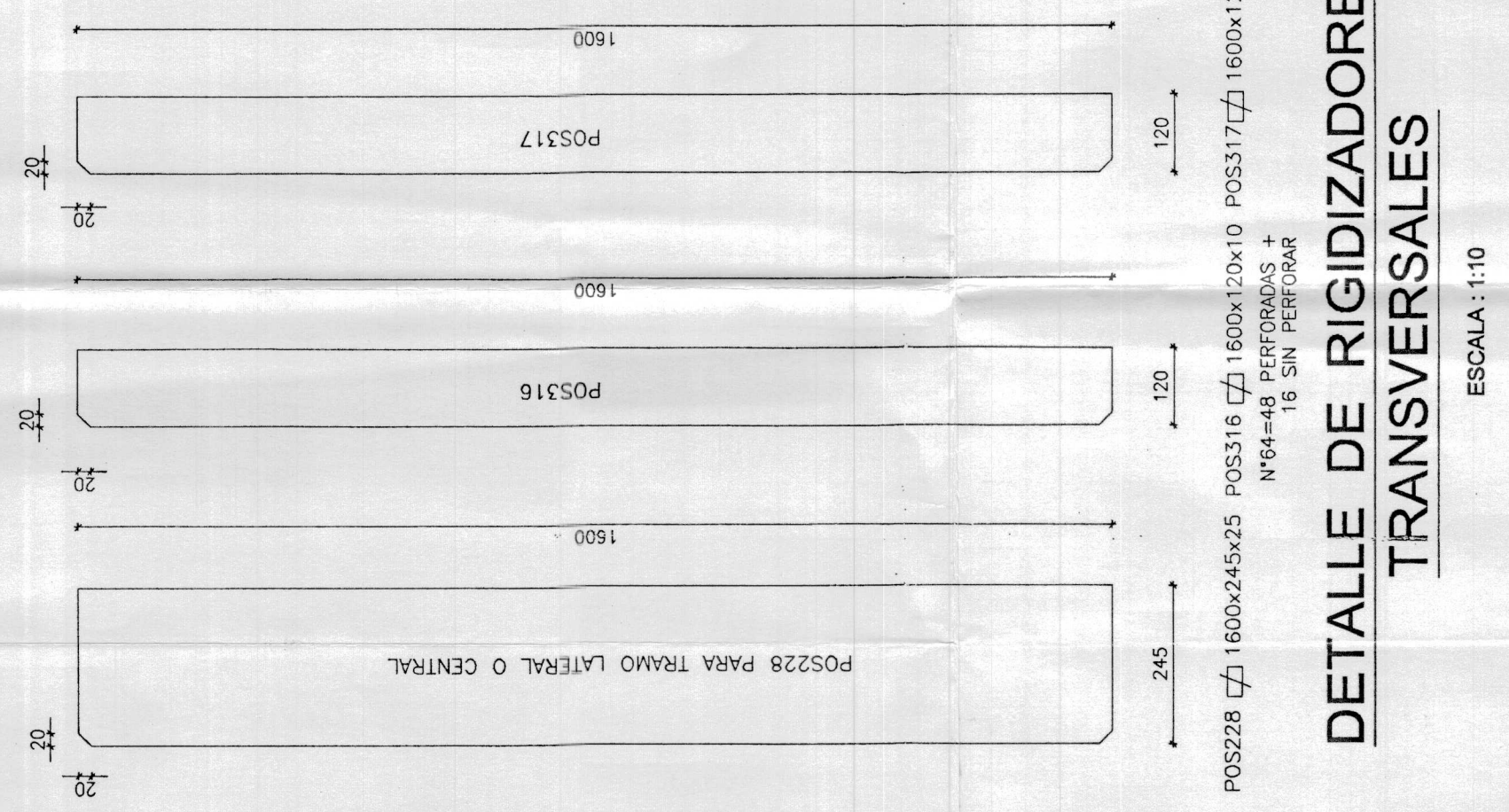
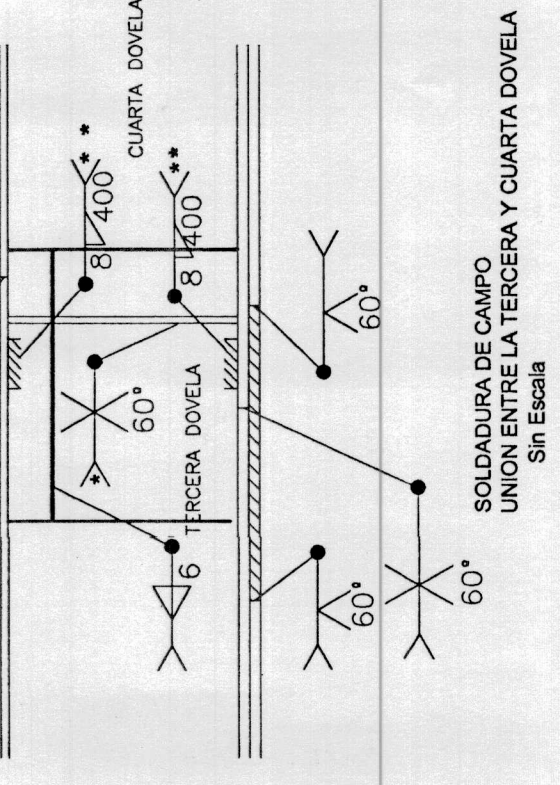
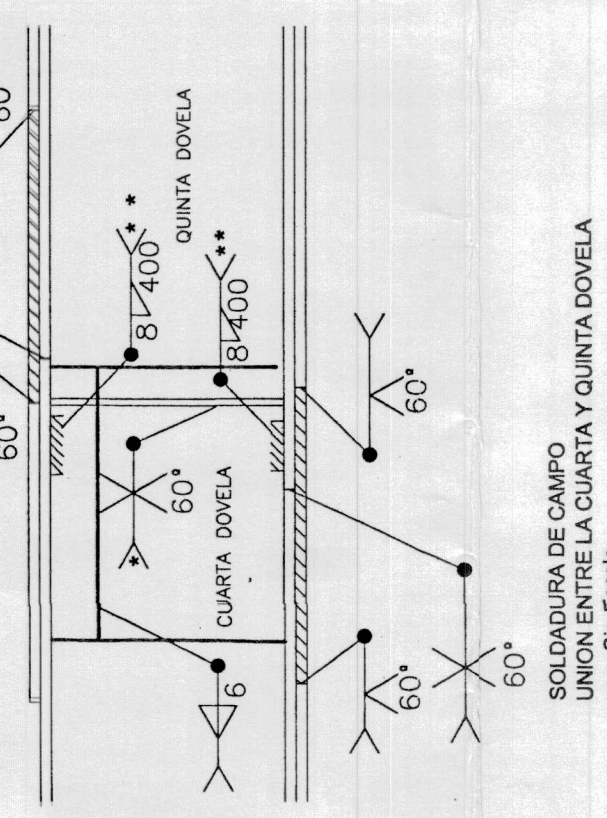
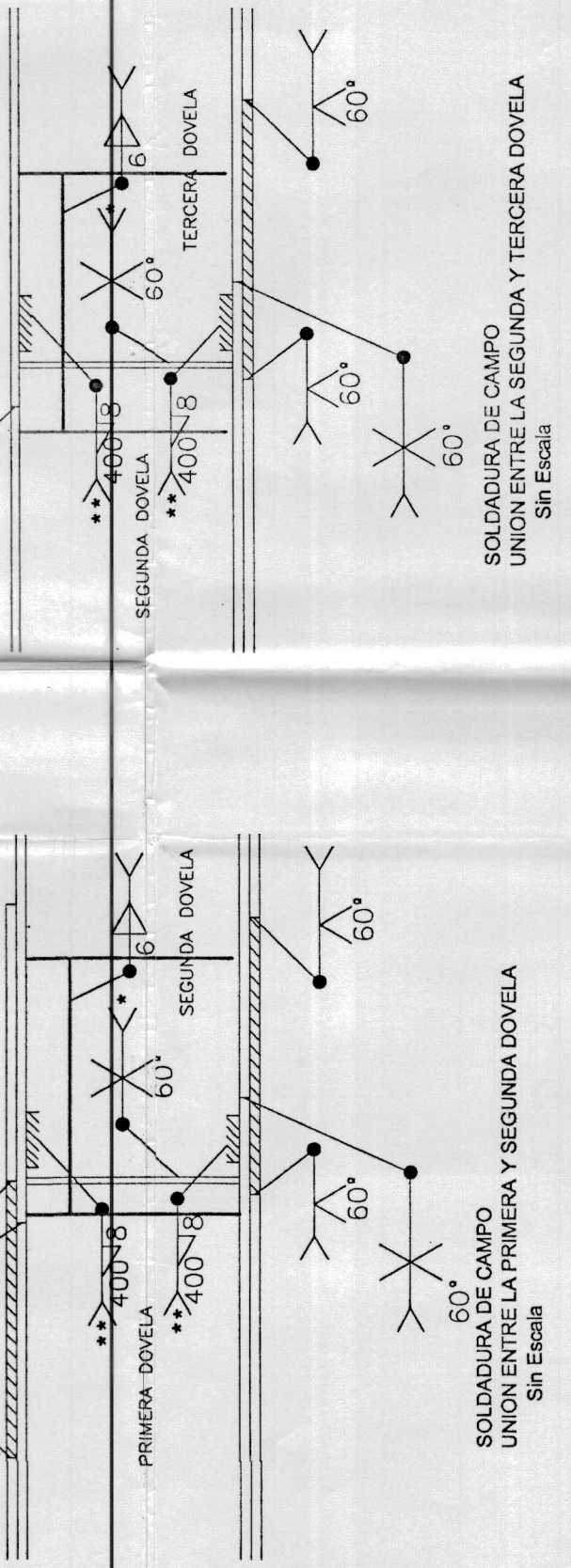
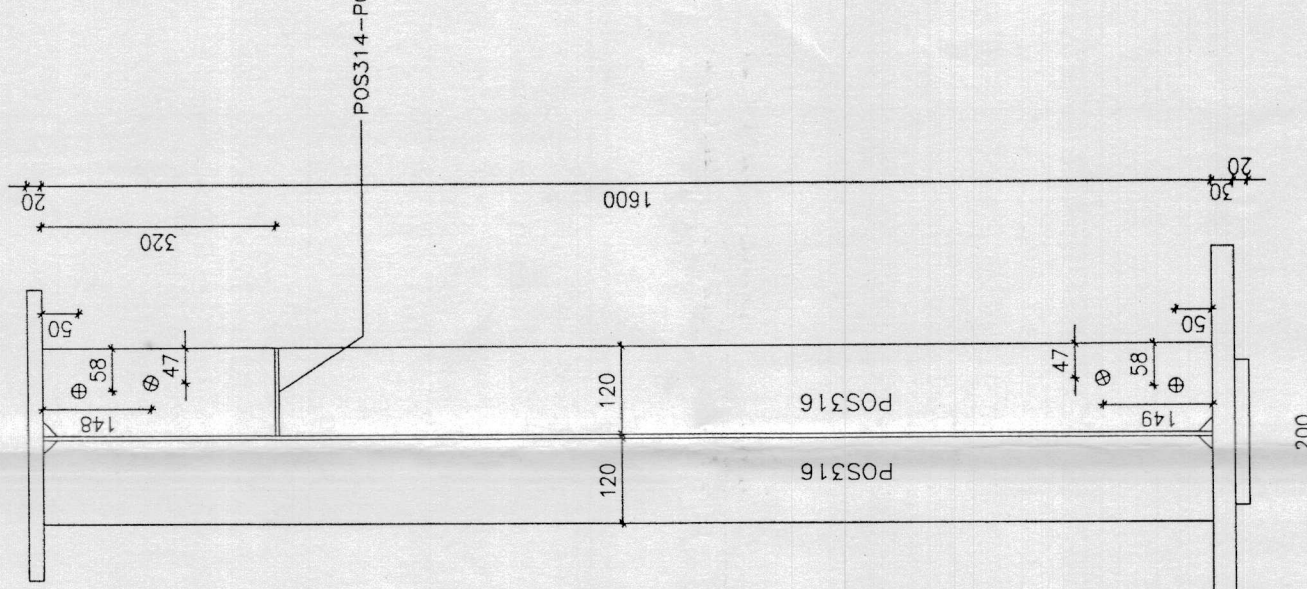
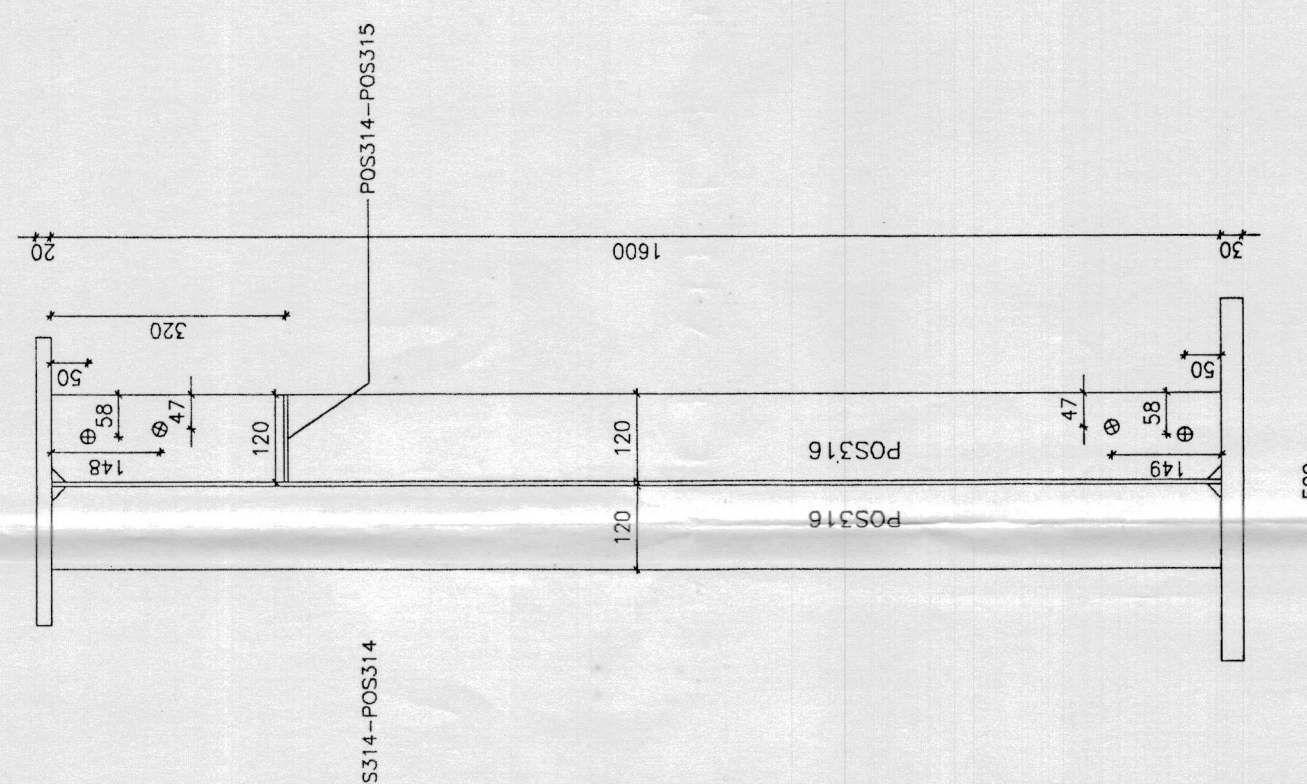
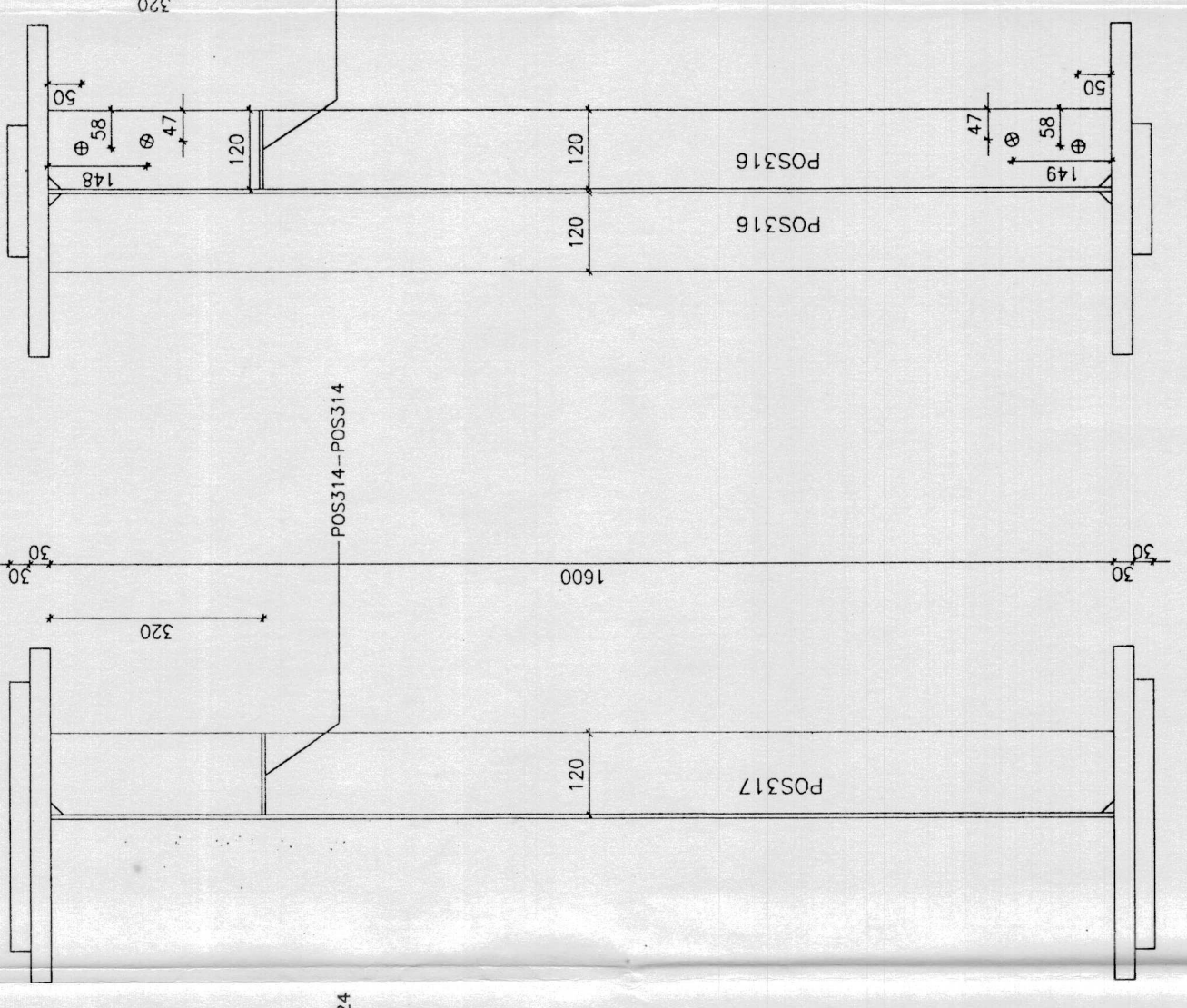
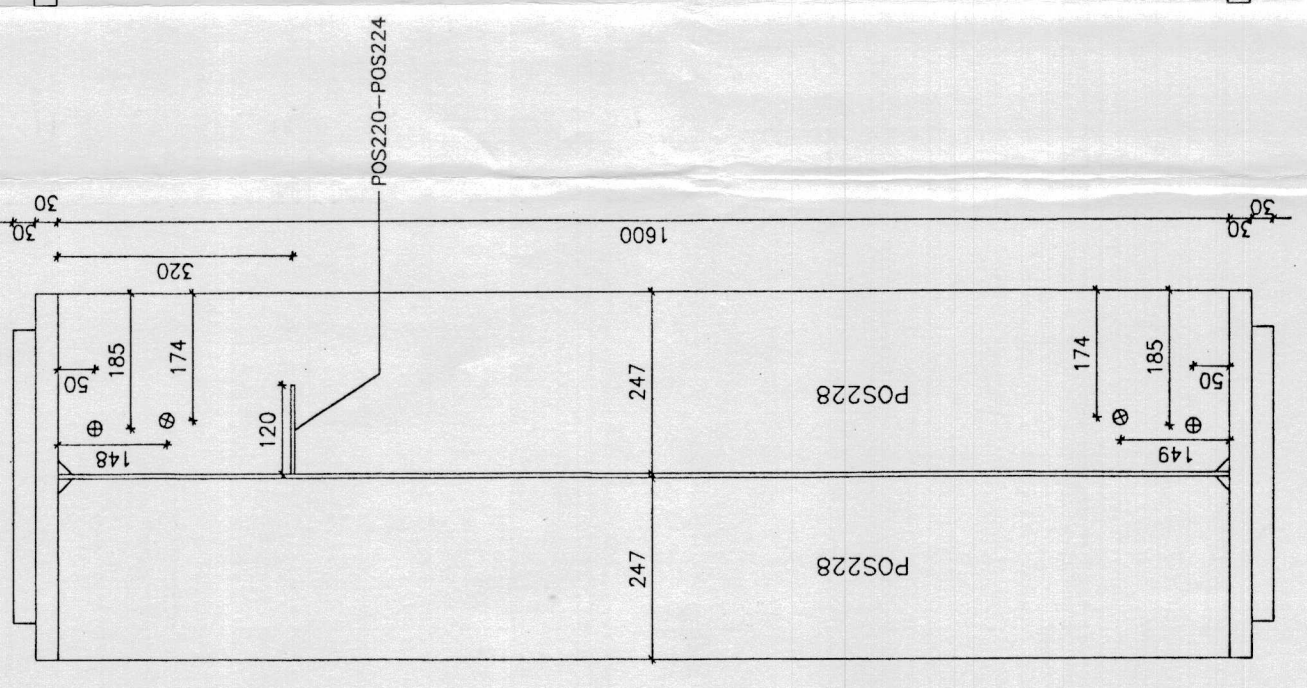
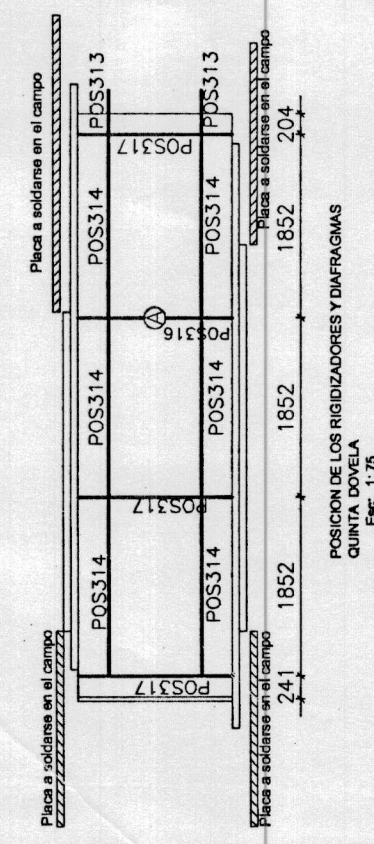
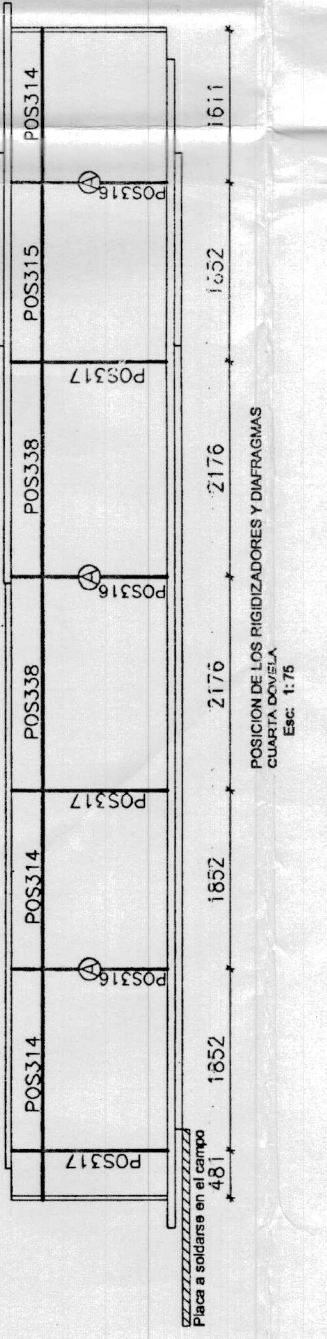
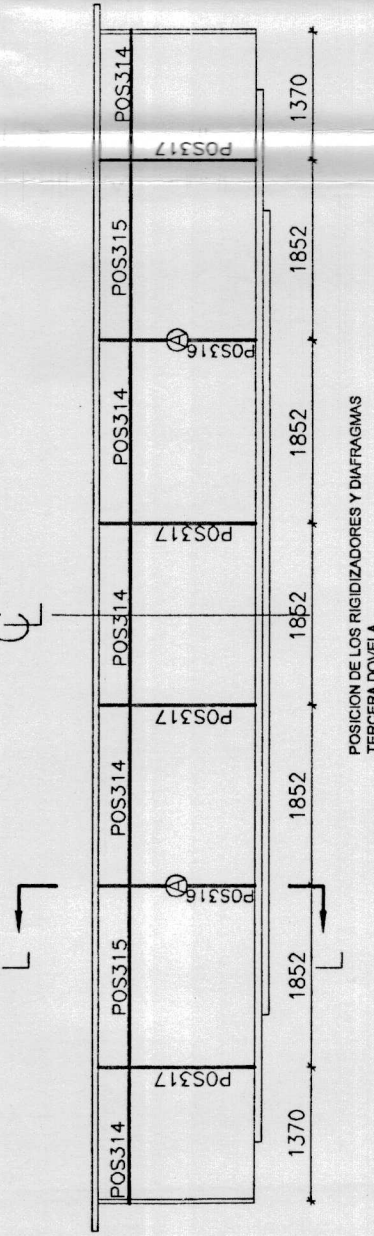
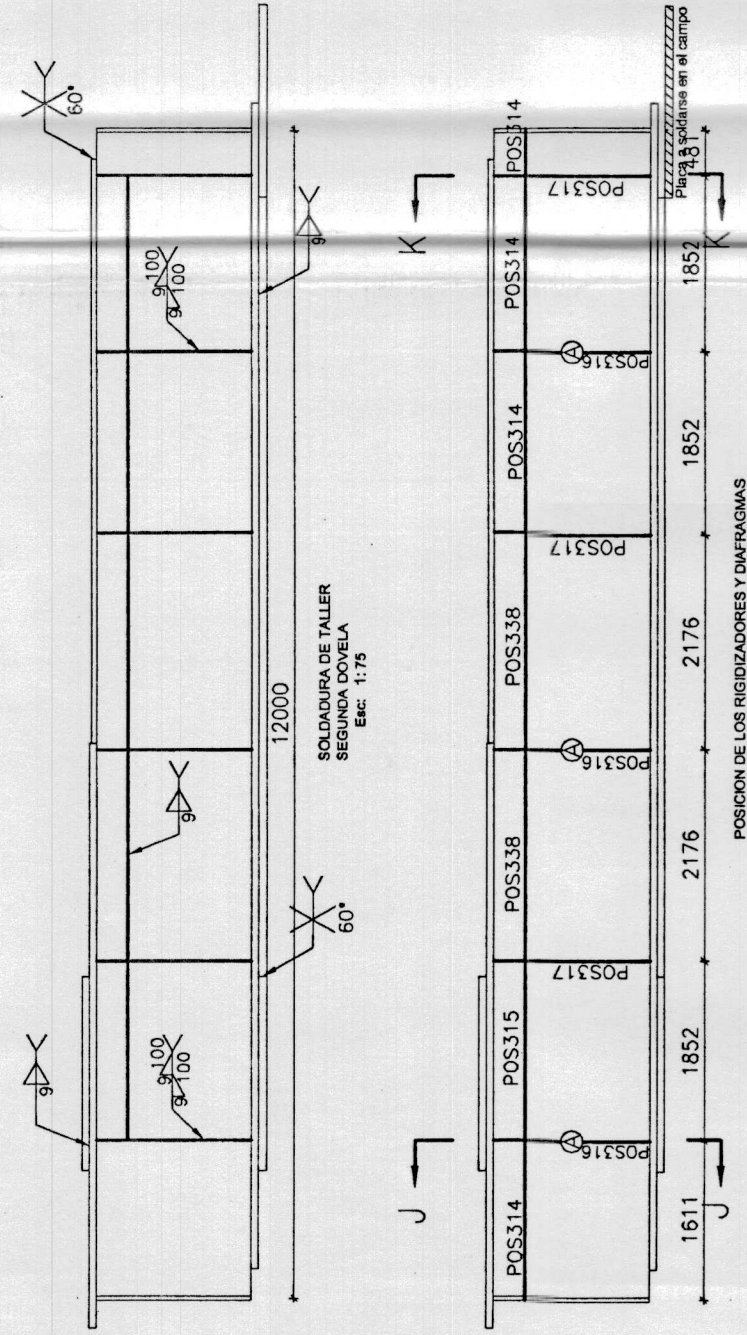
UNION DE DOVELAS  
Esc. 1:50



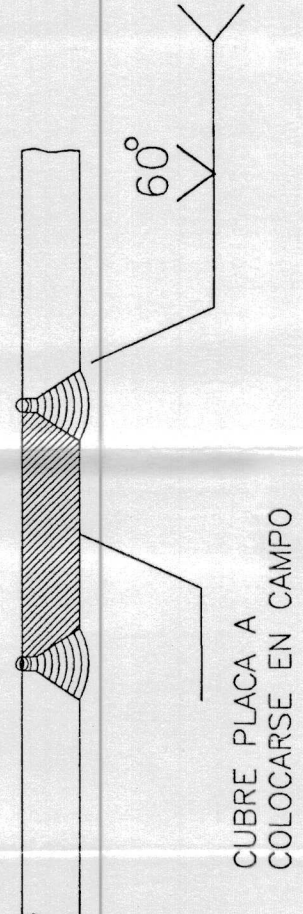
DETALLES VIGA CENTRAL  
Esc. H: 1:50

|                                |  |                 |                          |
|--------------------------------|--|-----------------|--------------------------|
| FIMCP - ESPOL                  |  | FECHA:          | NOMBRE:                  |
| PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO |  | Dibujó          | 25/08/2006 H. Campoverde |
| PROYECTO:                      |  | Revisó          | 25/08/2006 Ing. Serrano  |
| ESCALAS:                       |  | PLANO No: 7     |                          |
| CONTIENE:                      |  | PLANO DE ARMADO |                          |
| INDICADAS                      |  | VIGA CENTRAL    |                          |
| MATERIAL:                      |  | ASTM A588       |                          |
| CANTIDAD:                      |  | 8               |                          |



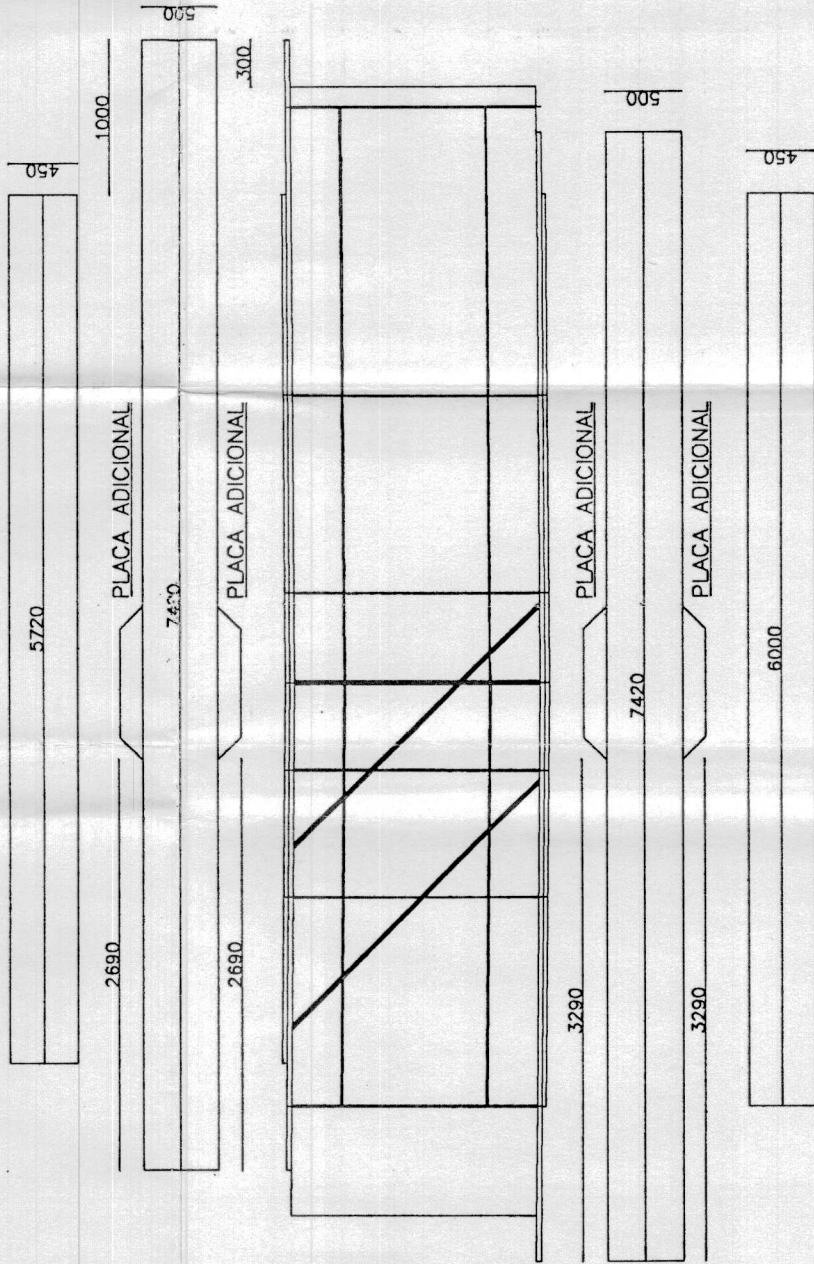
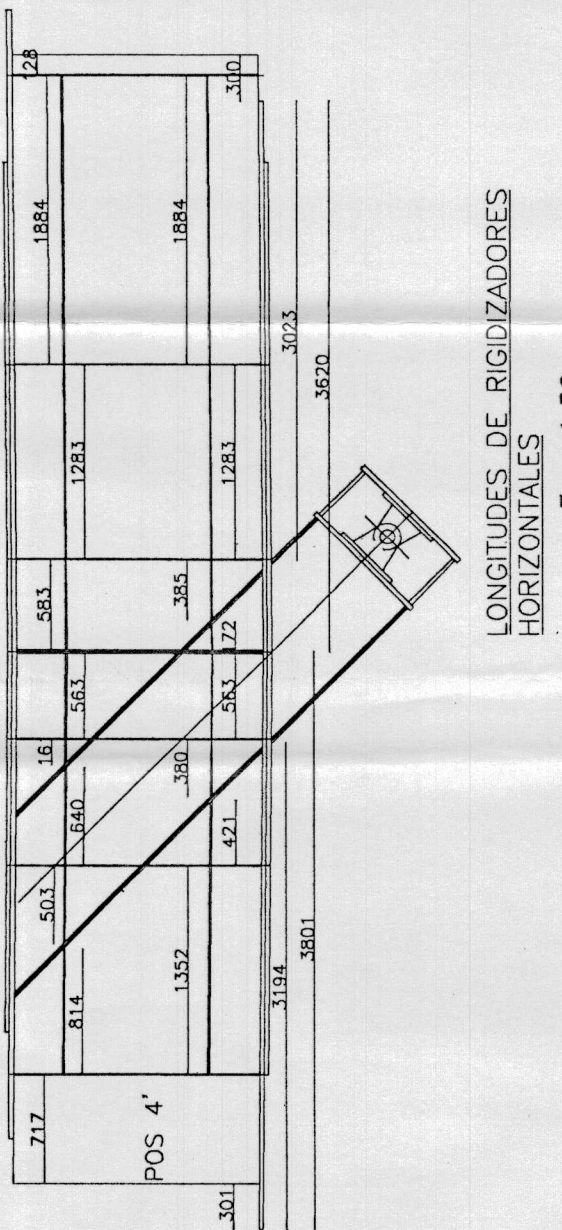
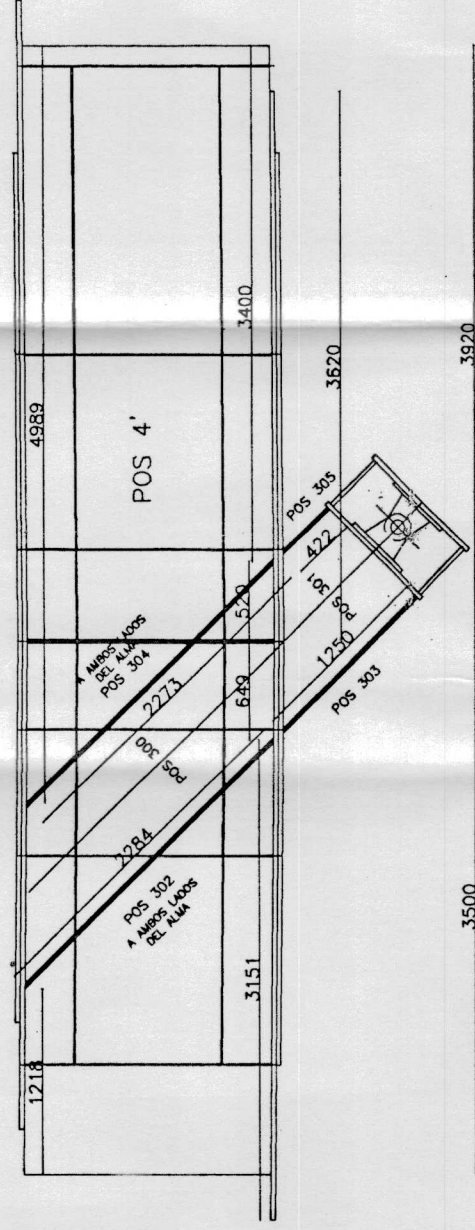
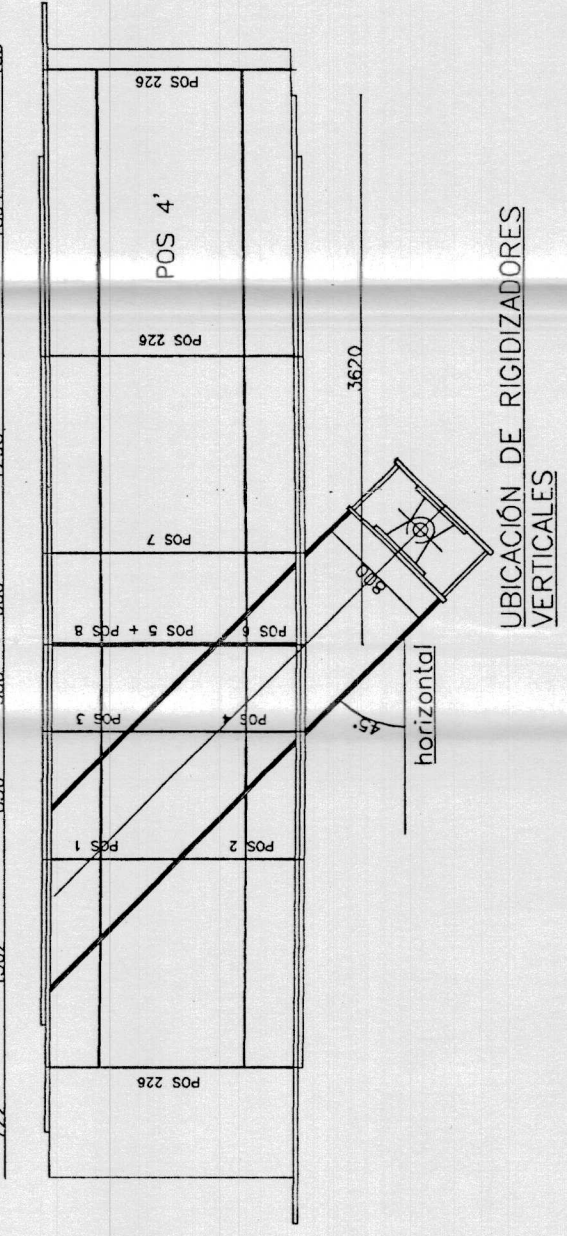
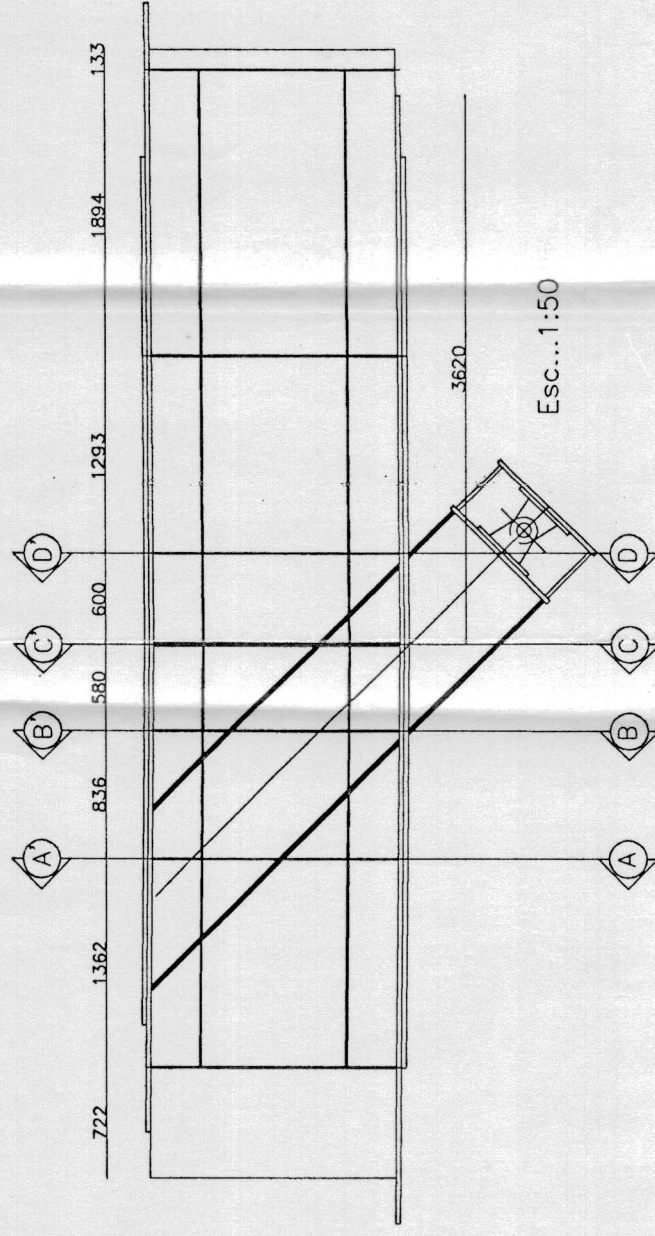
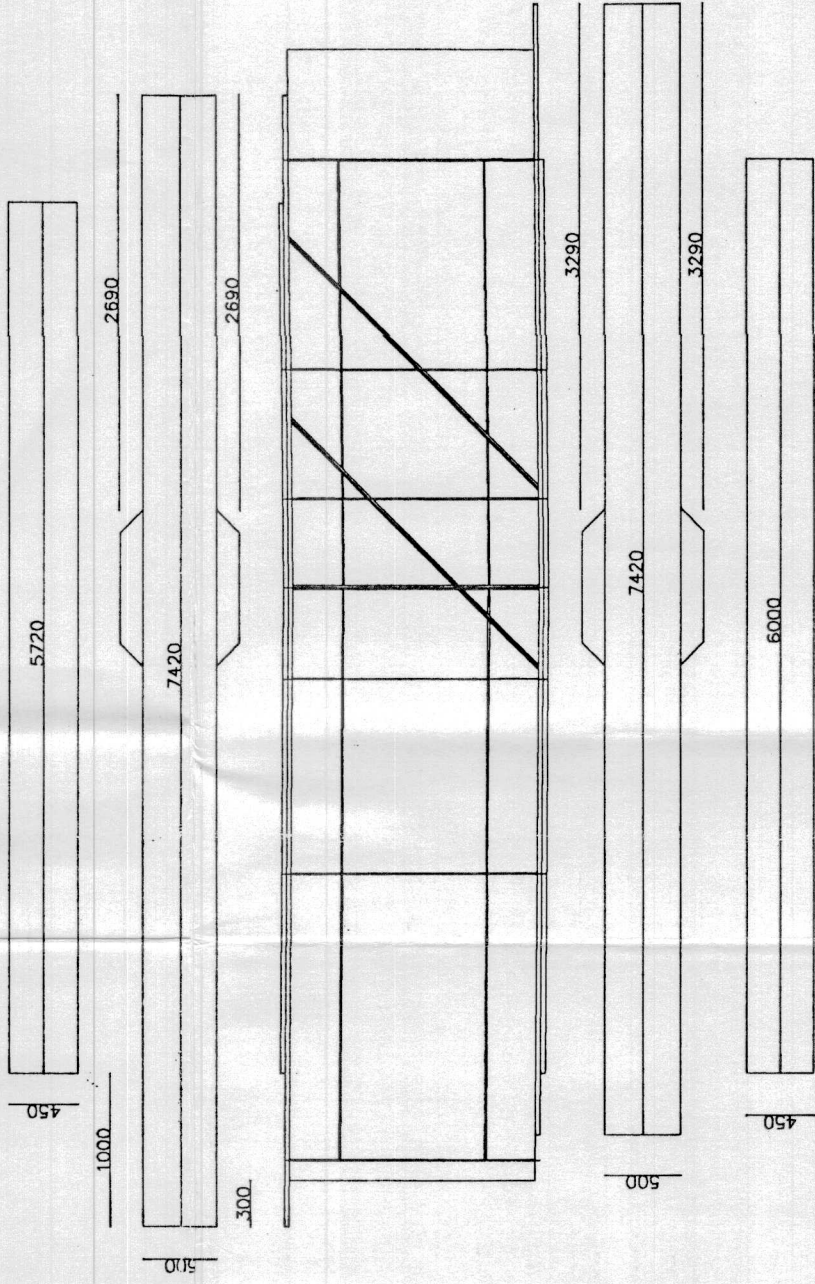
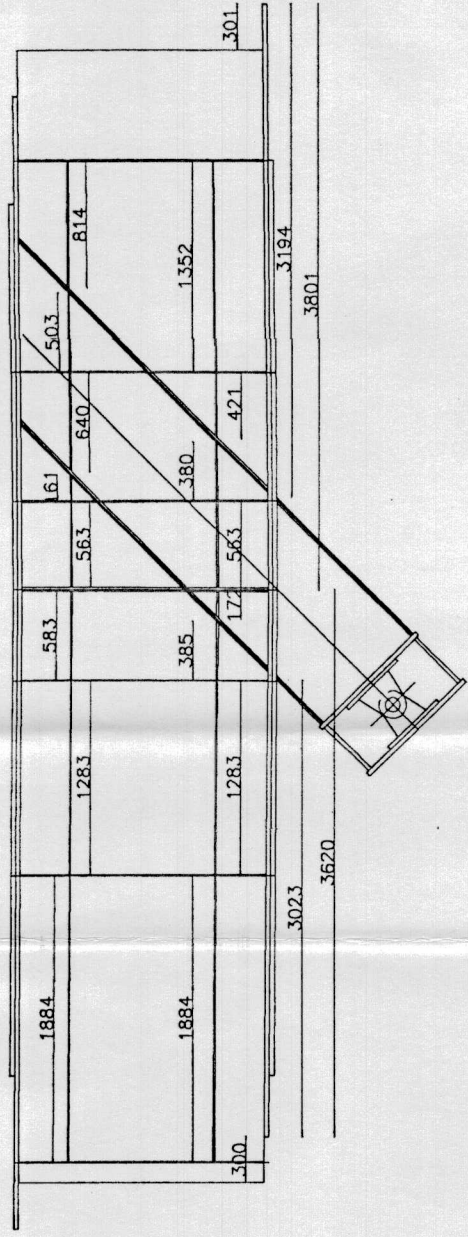
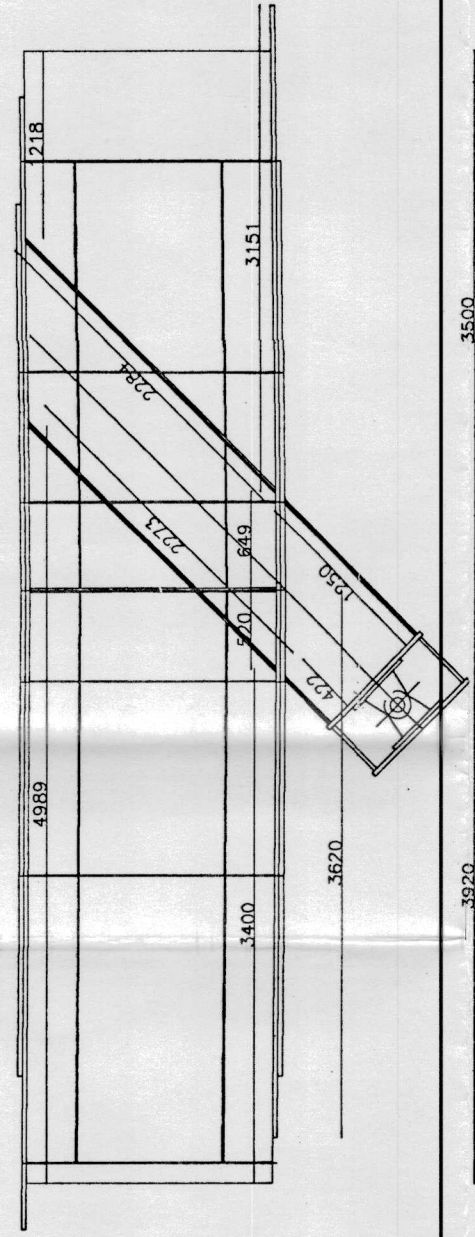
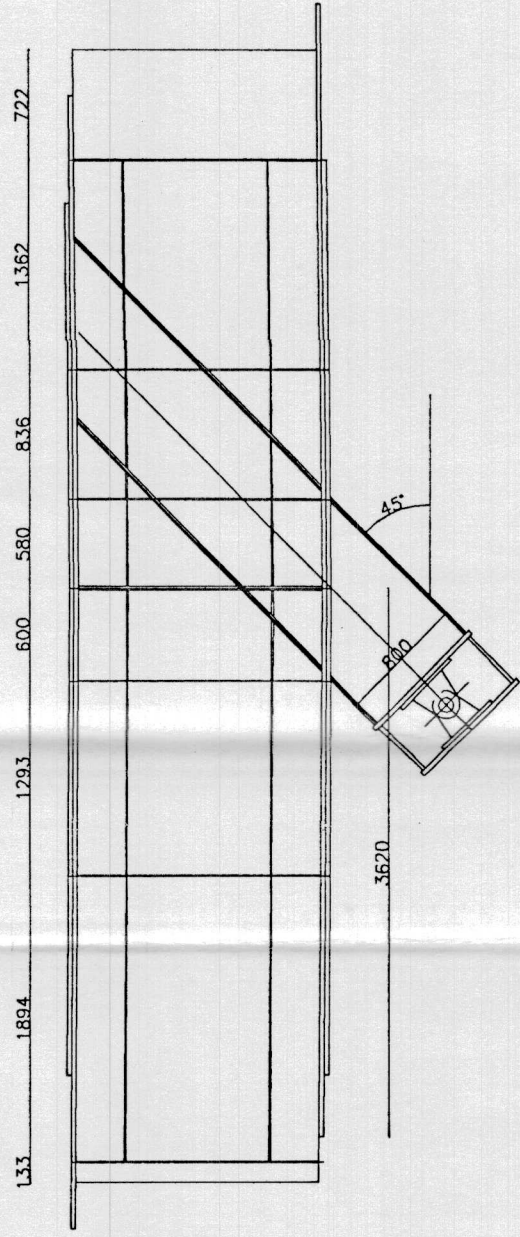
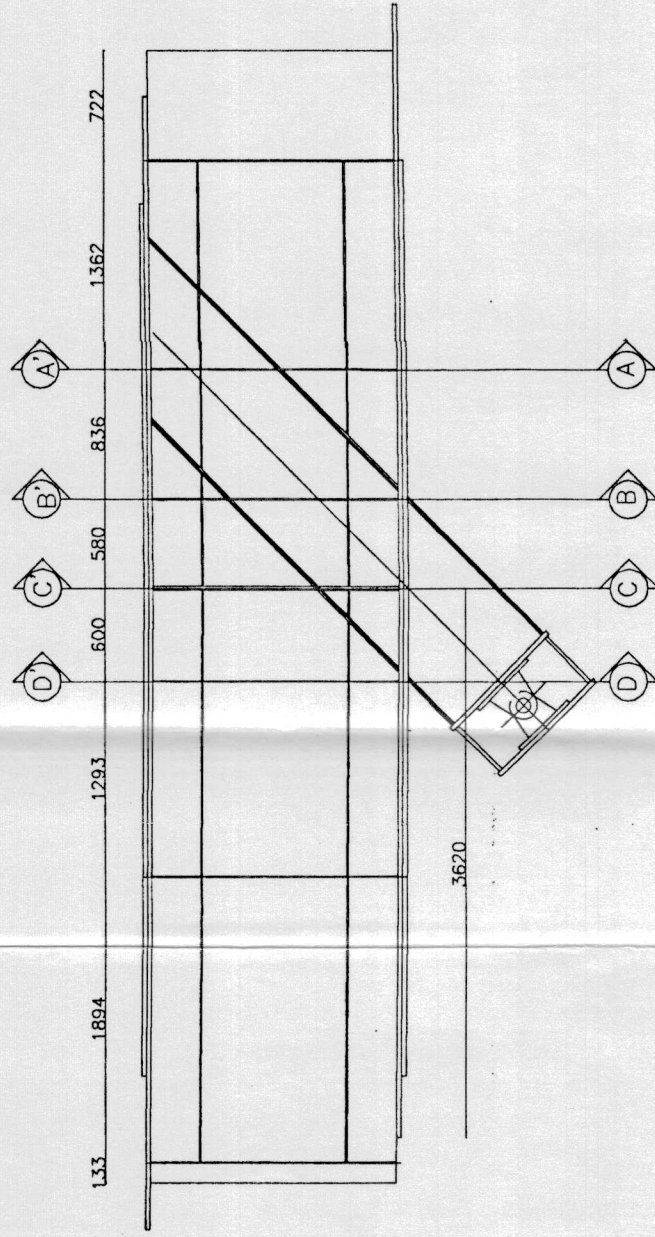


## TRANSVERSALES



| RESUMEN DE MATERIALES TRAMIO CENTRAL |       |          |             |        |        |        |            |  |
|--------------------------------------|-------|----------|-------------|--------|--------|--------|------------|--|
| Para 40 vigas (Dovela 1, 2, 3, 4, 5) |       |          |             |        |        |        |            |  |
| Pos.                                 | Cant. | Descrip. | Dimensiones |        |        | Peso   |            |  |
|                                      |       |          | a (cm)      | b (cm) | e (cm) | Unidad | Peso Total |  |
| 303                                  | 16    | PL       | 50.0        | 600.0  | 3.0    | 706.5  | 11304.0    |  |
| 304                                  | 8     | PL       | 40.0        | 1260.0 | 2.0    | 791.3  | 6330.2     |  |
| 305                                  | 16    | PL       | 40.0        | 600.0  | 2.0    | 376.8  | 6028.8     |  |
| 306                                  | 16    | PL       | 45.0        | 300.0  | 3.0    | 317.9  | 5086.8     |  |
| 307                                  | 16    | PL       | 20.0        | 330.0  | 3.0    | 155.4  | 2486.9     |  |
| 308                                  | 16    | PL       | 50.0        | 600.0  | 3.0    | 706.5  | 11304.0    |  |
| 309                                  | 16    | PL       | 20.0        | 800.0  | 3.0    | 376.8  | 6028.8     |  |
| 310                                  | 16    | PL       | 45.0        | 400.0  | 3.0    | 423.9  | 6782.4     |  |
| 311                                  | 8     | PL       | 20.0        | 940.0  | 3.0    | 442.7  | 3541.9     |  |
| 312                                  | 32    | PL       | 45.0        | 200.0  | 3.0    | 212.0  | 6782.4     |  |
| 312'                                 | 16    | PL       | 45.0        | 202.0  | 3.0    | 214.1  | 3425.1     |  |
| 314                                  | 152   | PL       | 185.2       | 12.0   | 1.0    | 17.4   | 2651.8     |  |
| 315                                  | 32    | PL       | 185.2       | 12.0   | 1.0    | 17.4   | 558.3      |  |
| 316                                  | 160   | PL       | 160.0       | 12.0   | 1.0    | 15.1   | 2411.5     |  |
| 317                                  | 129   | PL       | 180.0       | 12.0   | 1.0    | 15.1   | 1929.2     |  |
| 331                                  | 32    | PL       | 20.0        | 200.0  | 3.0    | 94.2   | 3014.4     |  |
| 332                                  | 16    | PL       | 50.0        | 600.0  | 2.0    | 471.0  | 7536.0     |  |
| 333                                  | 16    | PL       | 20.0        | 200.0  | 3.0    | 94.2   | 1507.2     |  |
| 334                                  | 16    | PL       | 50.0        | 1200.0 | 3.0    | 1413.0 | 22608.0    |  |
| 335                                  | 8     | PL       | 50.0        | 1140.0 | 3.0    | 1342.4 | 10738.8    |  |
| 338                                  | 32    | PL       | 217.6       | 12.0   | 1.0    | 20.5   | 655.9      |  |
| 1                                    | 16    | PL       | 600.0       | 163.9  | 0.6    | 463.2  | 7410.9     |  |
| 2                                    | 16    | PL       | 1200.0      | 167.8  | 0.6    | 948.4  | 15174.5    |  |
| 3                                    | 8     | PL       | 1200.0      | 161.5  | 0.6    | 912.8  | 7302.4     |  |
| Peso Total (Kg)                      |       |          |             |        |        |        | 79666.5    |  |

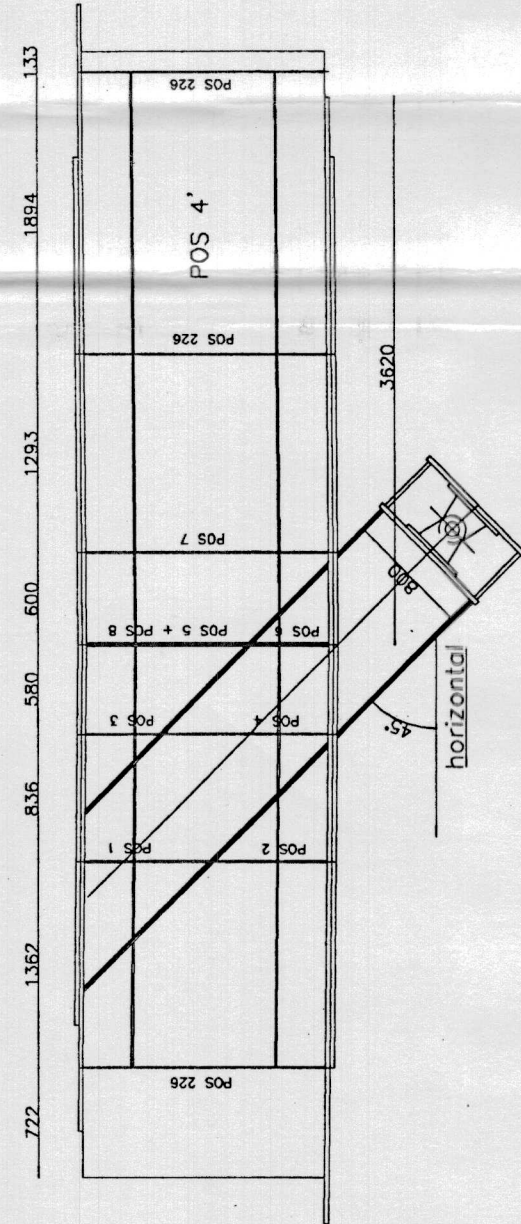
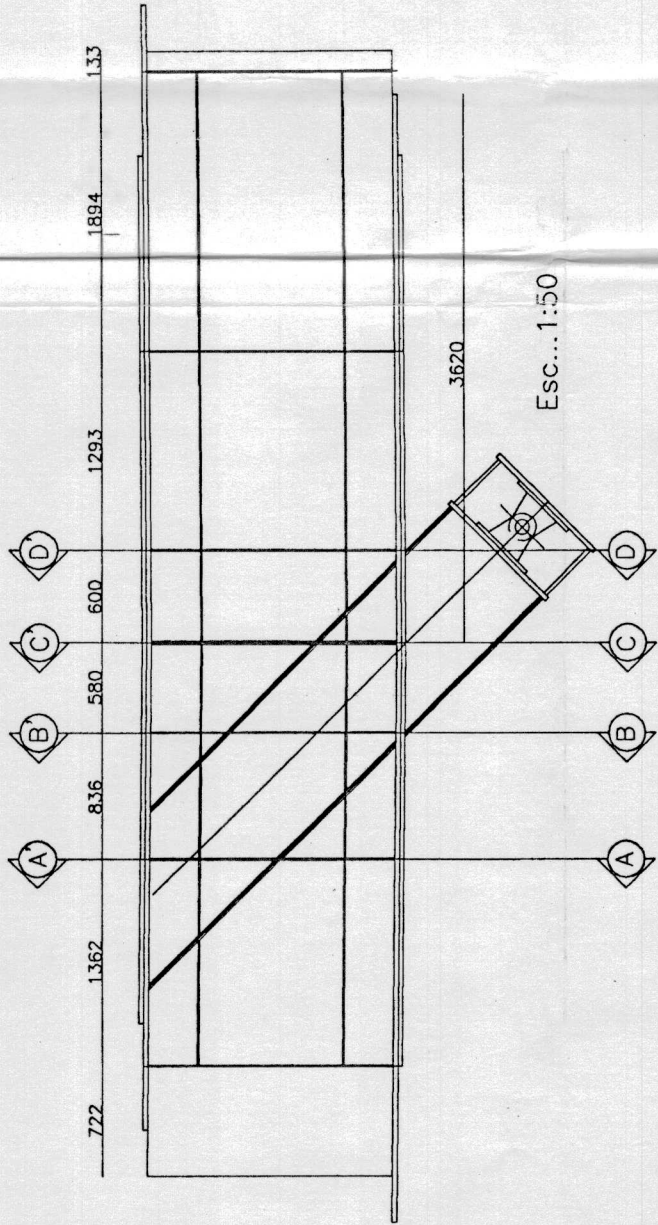




DETALLE DE PATINES  
Esc...:1:50

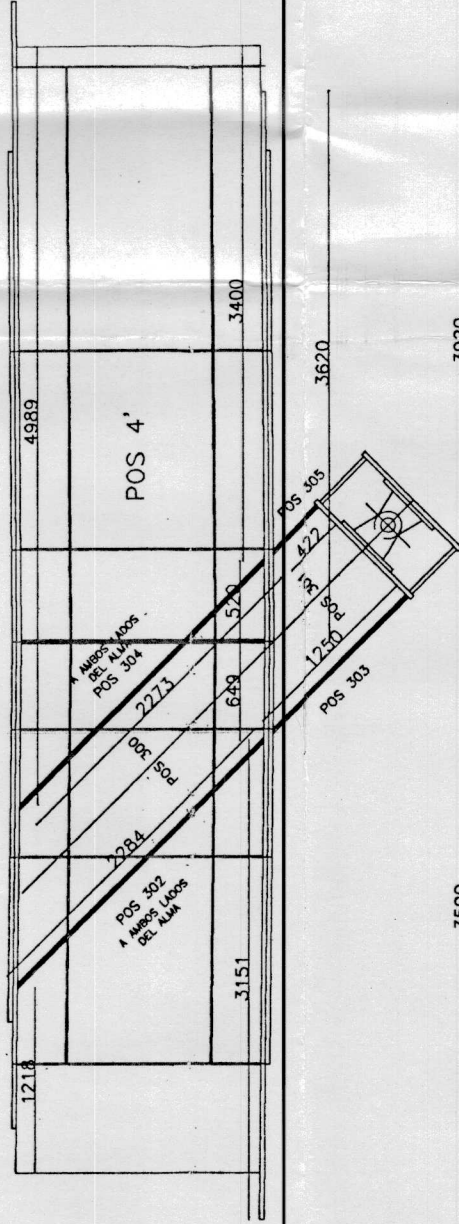
|               |  |                                |                  |
|---------------|--|--------------------------------|------------------|
| FIMCP - ESPOL |  | FECHA:                         | NOMBRE:          |
| Dibujó        |  | 25/08/2006                     | H. Campoverde    |
| Revisó        |  | 25/08/2006                     | Ing. Serrano     |
| PLANO Nº:     |  | 9                              |                  |
| PROYECTO:     |  | PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO |                  |
| ESCALAS:      |  | CONTIENE:                      | DETALLE DE UNION |
| INDICADAS:    |  | VIGA - TORNAPUNTA T1           |                  |
|               |  | MATERIAL:                      |                  |
|               |  | ASTM A588                      |                  |
|               |  | CANTIDAD:                      |                  |
|               |  | 16                             |                  |





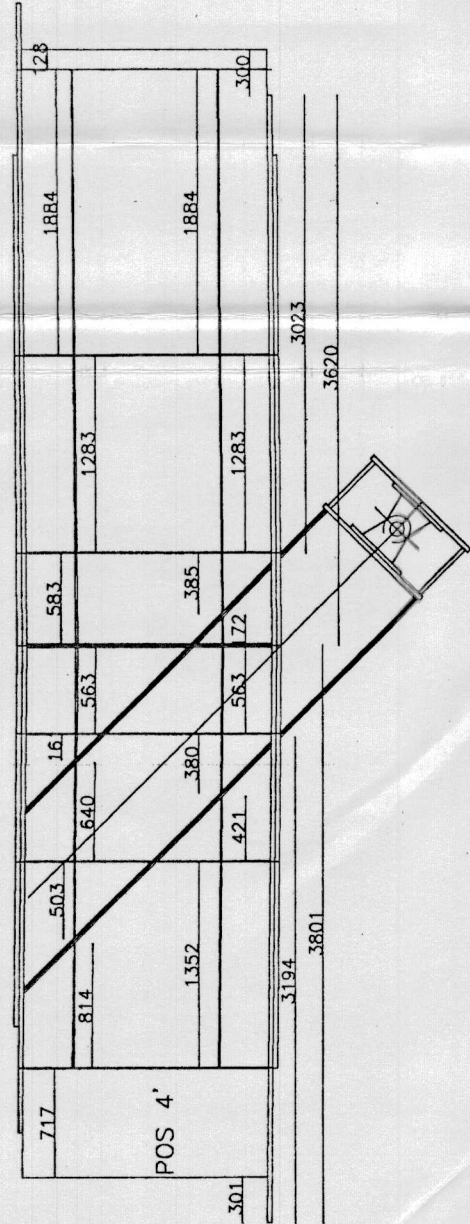
UBICACIÓN DE RIGIDIZADORES VERTICALES

Esc...1:50



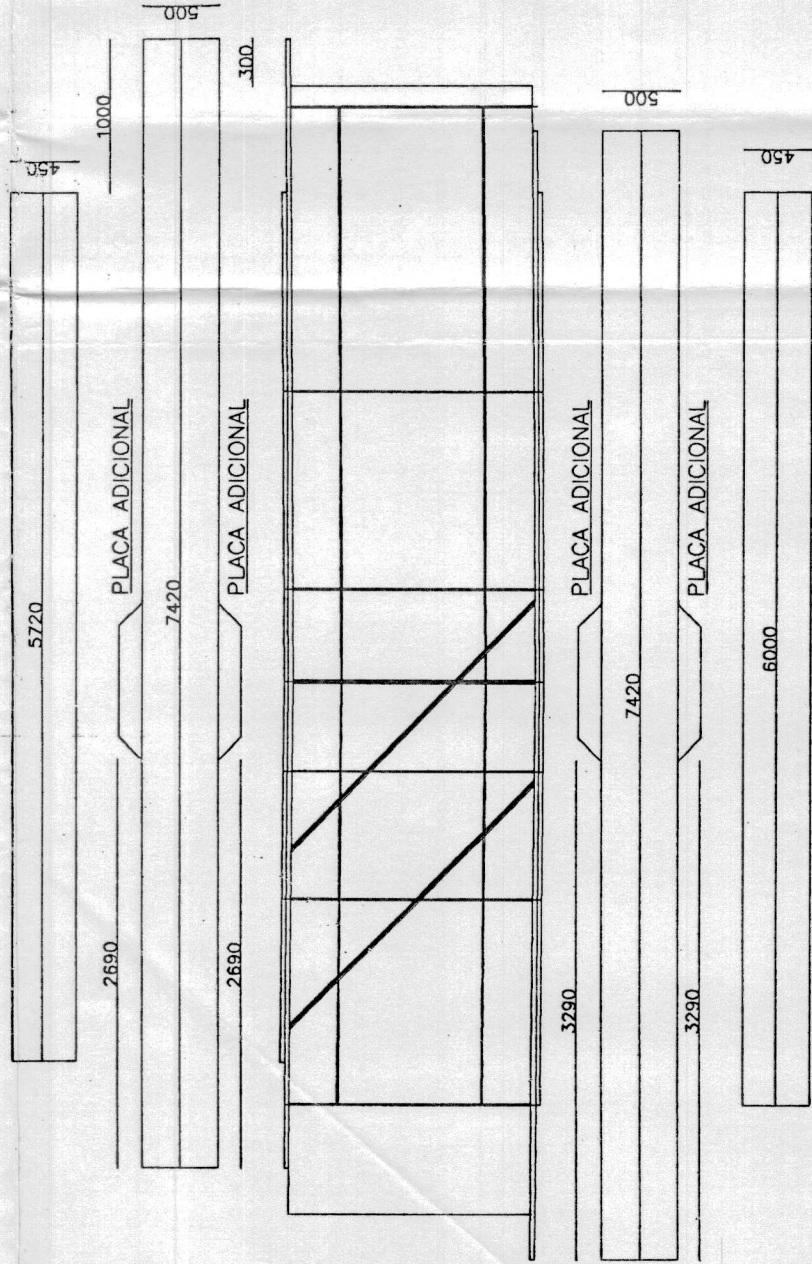
UBICACIÓN DE ELEMENTOS DIAGONALES

Esc...1:50



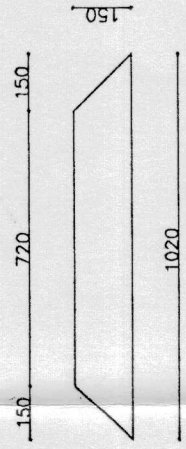
LONGITUDES DE RIGIDIZADORES HORIZONTALES

Esc...1:50



DETALLE DE PATINES

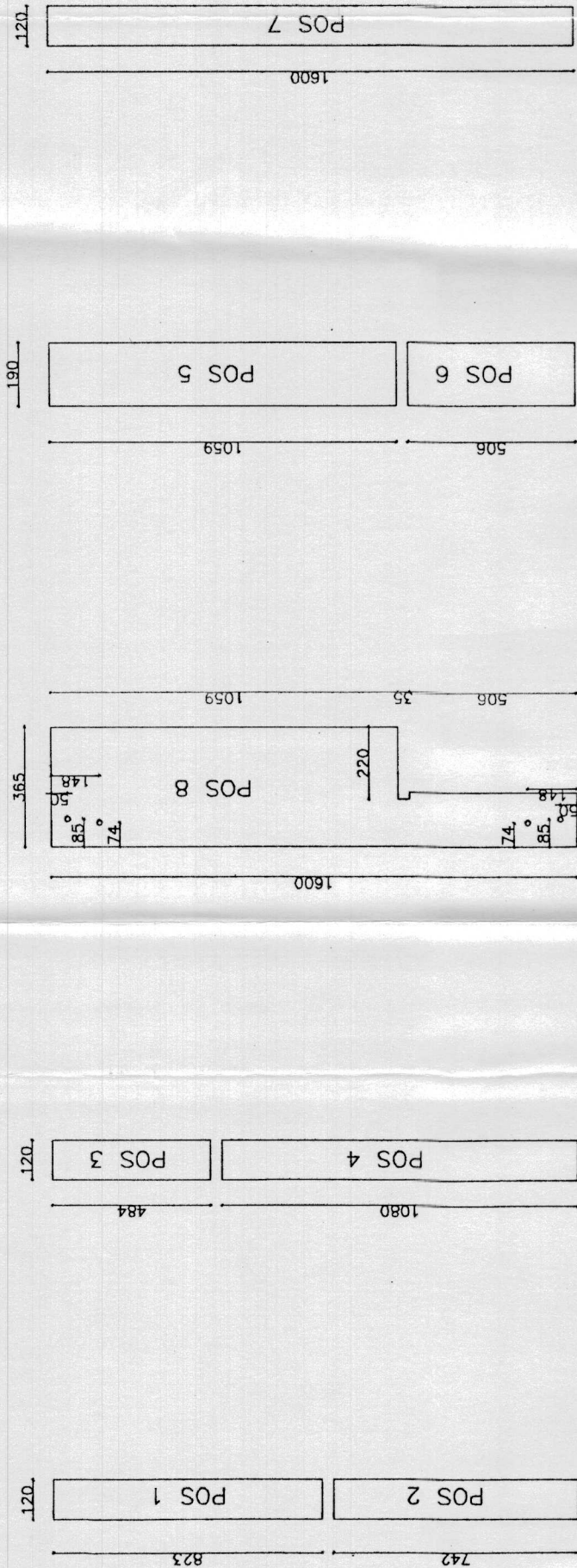
Esc...1:50



DETALLE PLACA ADICIONAL e=30mm

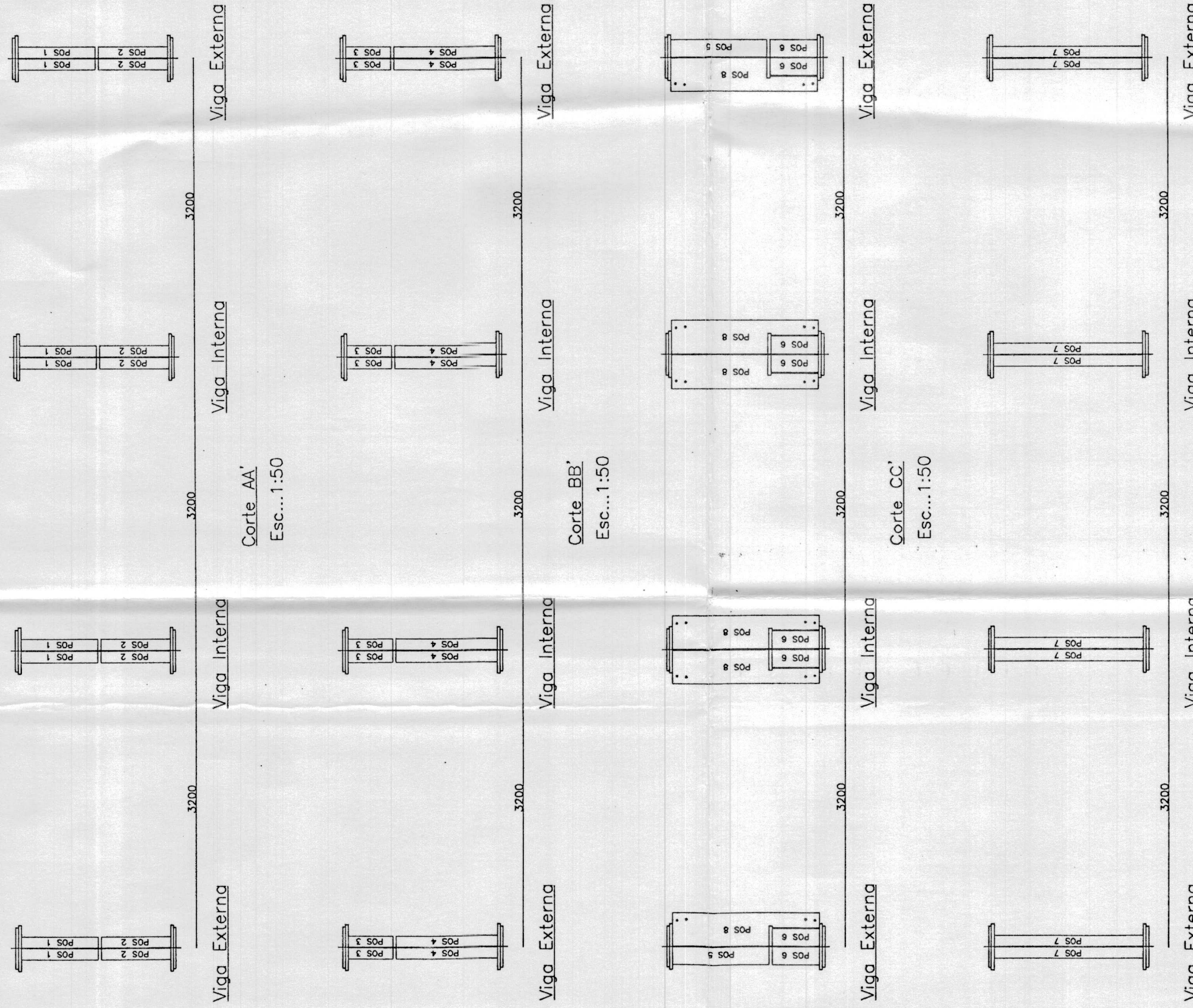
Esc...1:20

ESTA PLACA SE COLOCA UNICAMENTE EN SITIOS DONDE VAN LA POS. 6



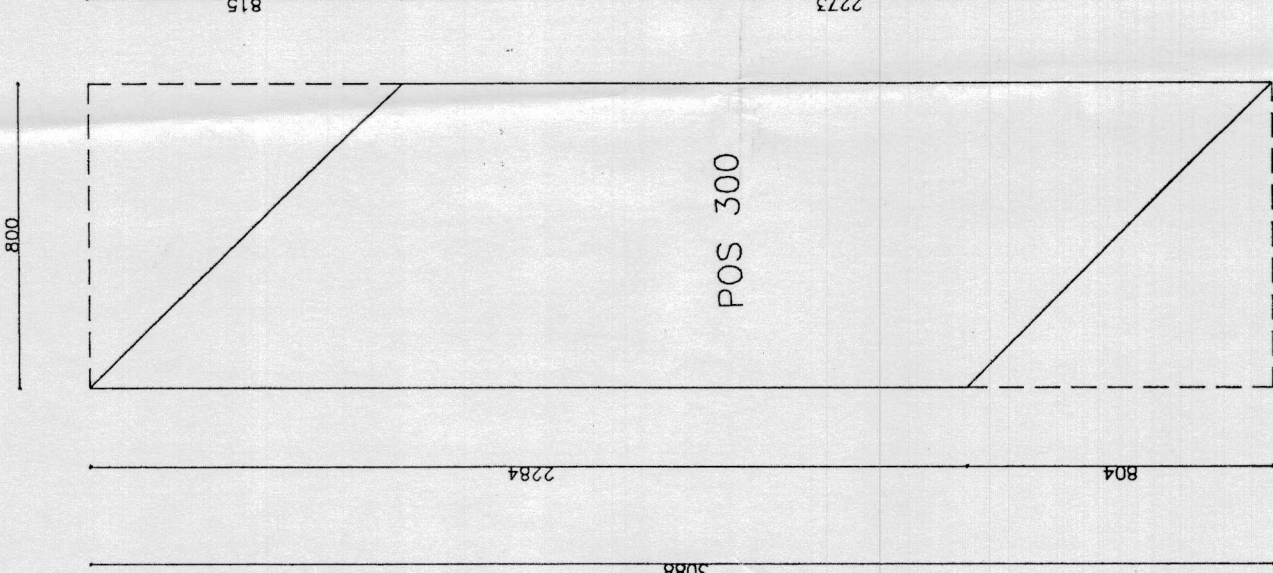
DETALLE RIGIDIZADORES VERTICALES

Esc...1:20



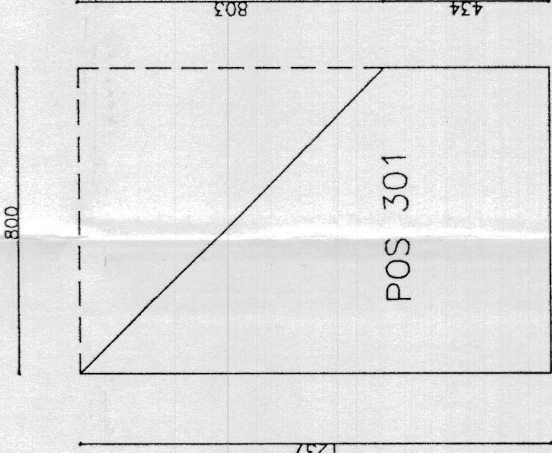
DETALLE DE PATINES

Esc...1:50



Esc...1:20

ESTA TAPA SE COLOCA UNICAMENTE EN EL LADO EXTERNO DE LAS VIGAS EXTERNAS



Esc...1:20

| RESUMEN DE MATERIALES DOVELA 4 LATERAL CACHO |       |          |             |        |        |             |            |  |  |
|----------------------------------------------|-------|----------|-------------|--------|--------|-------------|------------|--|--|
| Para 4 vigas o cachos                        |       |          |             |        |        |             |            |  |  |
| Pos.                                         | Cant. | Descrip. | Dimensiones |        |        | Peso Unidad | Peso Total |  |  |
|                                              |       |          | a (cm)      | b (cm) | e (cm) |             |            |  |  |
| 1                                            | 8     | PL       | 82.3        | 120.0  | 1.0    | 77.5        | 620.2      |  |  |
| 2                                            | 8     | PL       | 74.2        | 120.0  | 1.0    | 69.9        | 559.2      |  |  |
| 3                                            | 8     | PL       | 48.4        | 120.0  | 1.0    | 45.6        | 364.7      |  |  |
| 4                                            | 8     | PL       | 108.0       | 120.0  | 1.0    | 101.7       | 813.9      |  |  |
| 4'                                           | 4     | PL       | 161.7       | 742.0  | 0.6    | 565.1       | 2260.4     |  |  |
| 5                                            | 2     | PL       | 105.9       | 19.0   | 2.5    | 39.5        | 79.0       |  |  |
| 6                                            | 8     | PL       | 50.6        | 19.0   | 2.5    | 18.9        | 150.9      |  |  |
| 7                                            | 8     | PL       | 160.0       | 120.0  | 1.0    | 150.7       | 1205.8     |  |  |
| 8                                            | 6     | PL       | 160.0       | 36.5   | 2.5    | 114.6       | 687.7      |  |  |
| 9                                            | 4     | PL       | 81.4        | 12.0   | 1.0    | 7.7         | 30.7       |  |  |
| 10                                           | 4     | PL       | 50.3        | 12.0   | 1.0    | 4.7         | 19.0       |  |  |
| 11                                           | 4     | PL       | 135.2       | 12.0   | 1.0    | 12.7        | 50.9       |  |  |
| 12                                           | 4     | PL       | 64.0        | 12.0   | 1.0    | 6.0         | 24.1       |  |  |
| 13                                           | 4     | PL       | 16.1        | 12.0   | 1.0    | 1.5         | 6.1        |  |  |
| 14                                           | 4     | PL       | 42.1        | 12.0   | 1.0    | 4.0         | 15.9       |  |  |
| 15                                           | 4     | PL       | 38.0        | 12.0   | 1.0    | 3.6         | 14.3       |  |  |
| 16                                           | 8     | PL       | 56.3        | 12.0   | 1.0    | 5.3         | 42.4       |  |  |
| 17                                           | 4     | PL       | 58.3        | 12.0   | 1.0    | 5.5         | 22.0       |  |  |
| 18                                           | 4     | PL       | 17.2        | 12.0   | 1.0    | 1.6         | 6.5        |  |  |
| 19                                           | 4     | PL       | 38.5        | 12.0   | 1.0    | 3.6         | 14.5       |  |  |
| 20                                           | 8     | PL       | 128.3       | 12.0   | 1.0    | 12.1        | 96.7       |  |  |
| 21                                           | 8     | PL       | 188.4       | 12.0   | 1.0    | 17.7        | 142.0      |  |  |
| 207                                          | 4     | PL       | 50.0        | 742.0  | 3.0    | 873.7       | 3494.8     |  |  |
| 210                                          | 4     | PL       | 45.0        | 572.0  | 3.0    | 606.2       | 2424.7     |  |  |
| 218                                          | 4     | PL       | 45.0        | 600.0  | 3.0    | 635.9       | 2543.4     |  |  |
| 245                                          | 4     | PL       | 50.0        | 742.0  | 3.0    | 873.7       | 3494.8     |  |  |
| 226                                          | 12    | PL       | 160.0       | 120.0  | 1.0    | 150.7       | 1808.6     |  |  |
| 300                                          | 8     | PL       | 308.8       | 80.0   | 1.0    | 193.9       | 1551.4     |  |  |
| 301                                          | 8     | PL       | 123.7       | 80.0   | 1.0    | 77.7        | 621.5      |  |  |
| 302                                          | 8     | PL       | 228.4       | 22.0   | 2.5    | 98.6        | 788.9      |  |  |
| 303                                          | 4     | PL       | 125.0       | 45.0   | 2.5    | 110.4       | 441.6      |  |  |
| 304                                          | 8     | PL       | 227.3       | 22.0   | 2.5    | 98.1        | 785.1      |  |  |
| 305                                          | 4     | PL       | 42.2        | 45.0   | 2.5    | 37.3        | 149.1      |  |  |
| Peso Total (Kg)                              |       |          |             |        |        |             | 6967.1     |  |  |

| Posc. [mm] | Longitud [mm] | Ancho [mm] | Espesor [mm] |
|------------|---------------|------------|--------------|
| 302        | 2284          | 220        | 25           |
| 303        | 1250          | 450        | 25           |
| 304        | 2273          | 220        | 25           |
| 305        | 422           | 450        | 25           |

ESCALAS

INDICADAS

CONTIENE

VIGA - TORNAPUNTA T1

MATERIAL

ASTM A588

PROYECTO

PUENTE SOBRE LA QUEBRADA GUALO

FIMCP - ESPOL

FECHA: 25/08/2006

NOMBRE: H. Campoverde

REVISO: Ing. Serrano

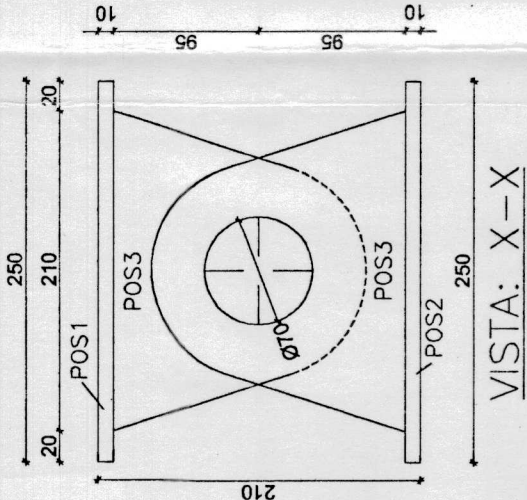
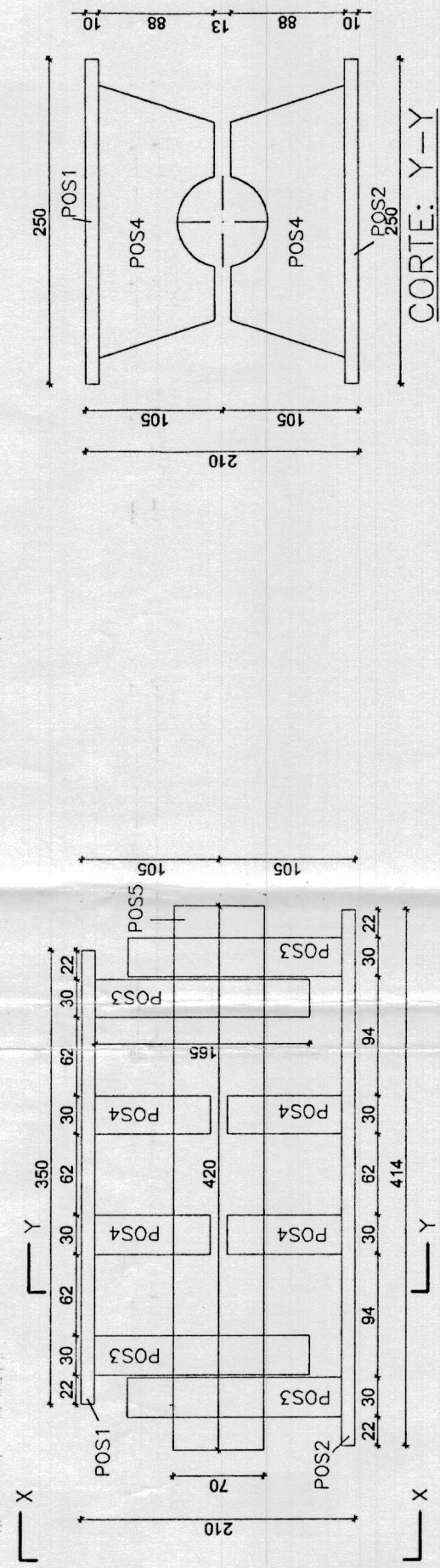
PLANO Nº

10

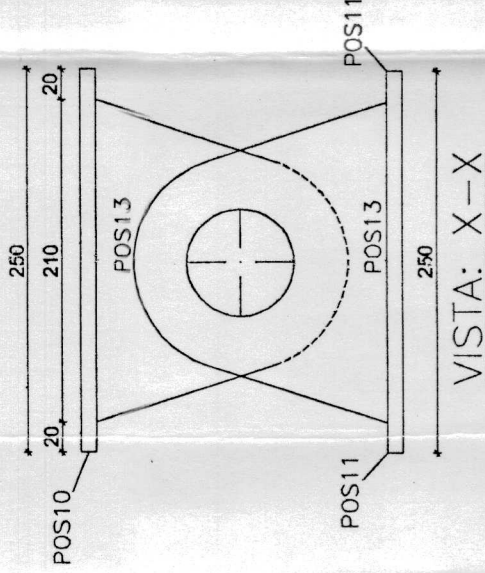
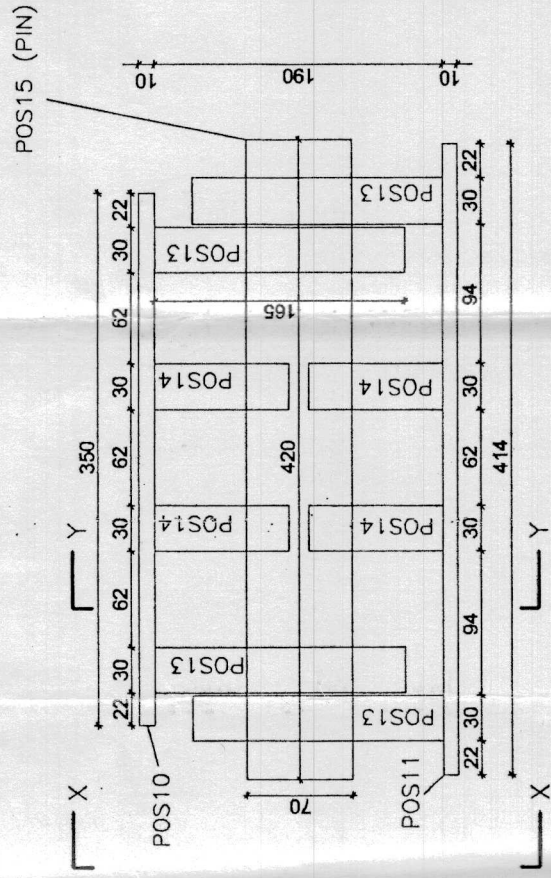
CANTIDAD:

16

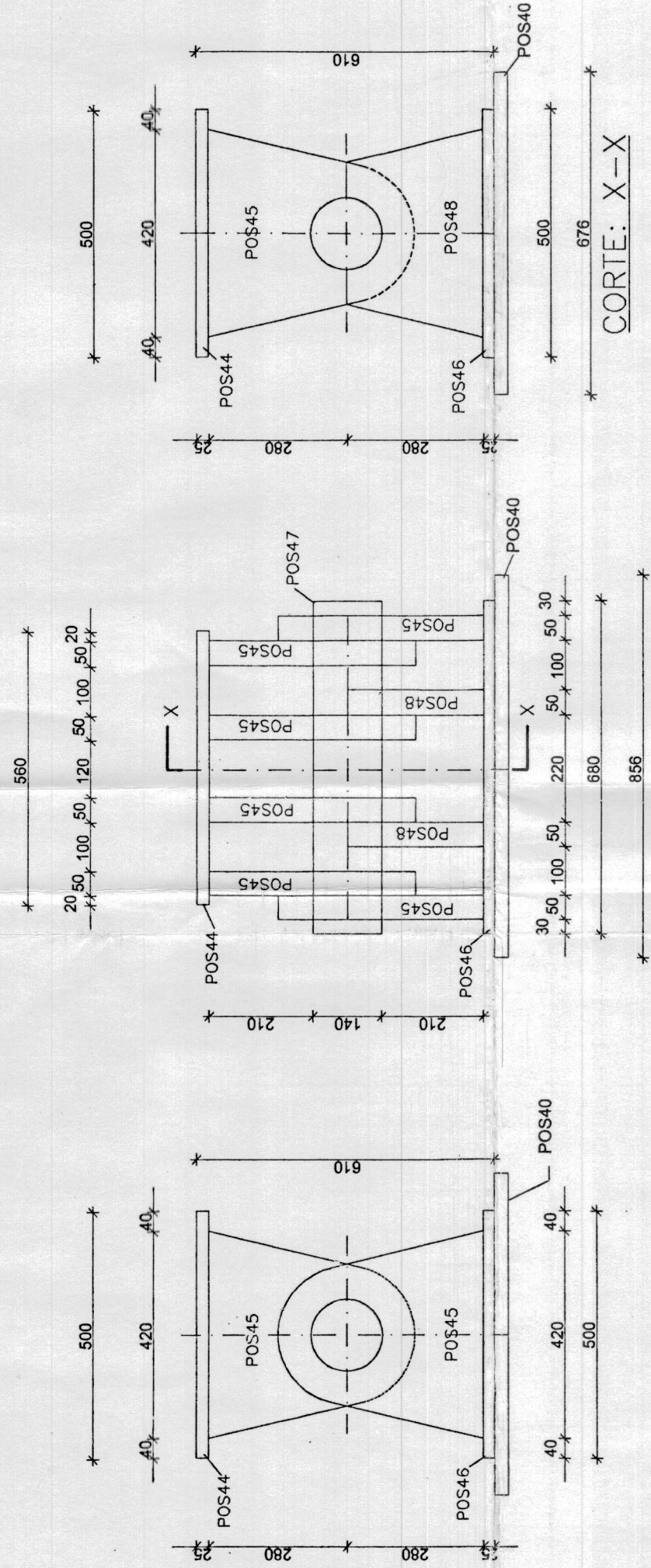




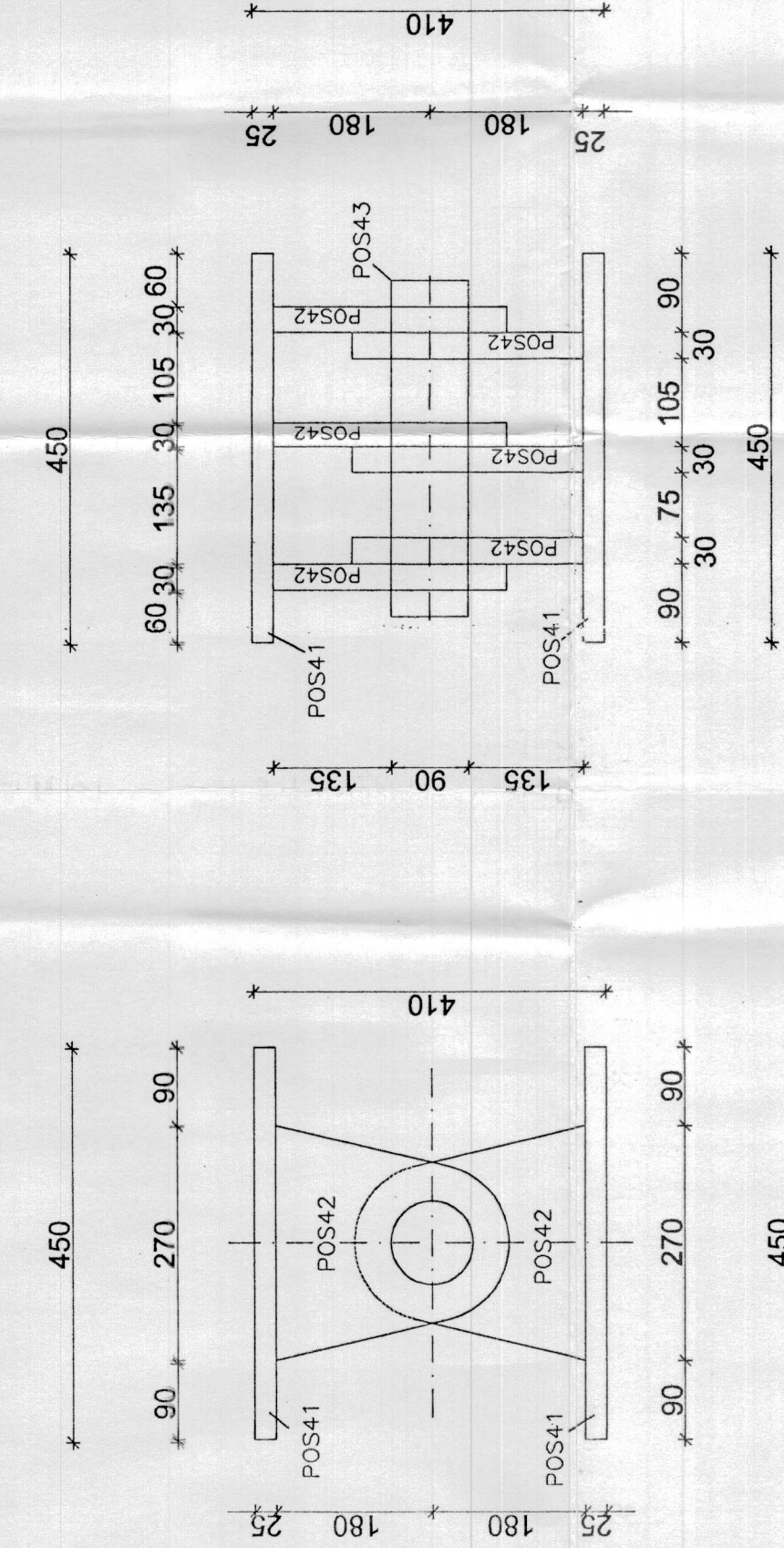
ARTICULACION FIJA DE LAS VIGAS  
ESCALA: 1:0.5  
CANT. A FABRICAR = 8



ARTICULACION MOVIL DE LAS VIGAS  
ESCALA: 1:0.5  
CANT. A FABRICAR = 8



ARTICULACION SUPERIOR TORNAPUNTAS  
ESCALA: 1:1.2  
CANT. A FABRICAR = 16



ARTICULACION INFERIOR TORNAPUNTAS  
ESCALA: 1:0.8  
CANT. A FABRICAR = 16

| RESUMEN DE MATERIALES ARTICULACIONES INFERIORES |       |          |                 |        |        |            |
|-------------------------------------------------|-------|----------|-----------------|--------|--------|------------|
| Para 16 tornapuntas                             |       |          |                 |        |        |            |
| Pos.                                            | Cant. | Descrip. | Dimensiones     |        |        | Peso Total |
|                                                 |       |          | a (cm)          | b (cm) | e (cm) | Unidad     |
| 44                                              | 16    | PL       | 56.0            | 50.0   | 2.5    | 55.0       |
| 45                                              | 96    | PL       | 42.0            | 42.0   | 5.0    | 69.2       |
| 46                                              | 16    | PL       | 68.0            | 50.0   | 2.5    | 66.7       |
| 47                                              | 16    | PIN      | Ø 14.0x68.0     |        |        | 82.2       |
| 48                                              | 32    | PL       | 42.0            | 28.0   | 5.0    | 46.2       |
|                                                 |       |          | Peso Total (Kg) |        |        | 11385.8    |
| RESUMEN DE MATERIALES ARTICULACIONES SUPERIORES |       |          |                 |        |        |            |
| Para 16 tornapuntas                             |       |          |                 |        |        |            |
| Pos.                                            | Cant. | Descrip. | Dimensiones     |        |        | Peso Total |
|                                                 |       |          | a (cm)          | b (cm) | e (cm) | Unidad     |
| 41                                              | 32    | PL       | 45.0            | 45.0   | 2.5    | 39.7       |
| 42                                              | 96    | PL       | 27.0            | 27.0   | 3.0    | 17.2       |
| 43                                              | 16    | PIN      | Ø 9.0x39.0      |        |        | 19.5       |
|                                                 |       |          | Peso Total (Kg) |        |        | 3231.8     |
| RESUMEN DE MATERIALES ARTICULACIONES FIJAS      |       |          |                 |        |        |            |
| Para 8 vigas                                    |       |          |                 |        |        |            |
| Pos.                                            | Cant. | Descrip. | Dimensiones     |        |        | Peso Total |
|                                                 |       |          | a (cm)          | b (cm) | e (cm) | Unidad     |
| 1                                               | 8     | PL       | 35.0            | 25.0   | 1.0    | 6.9        |
| 2                                               | 8     | PL       | 41.4            | 25.0   | 1.0    | 8.1        |
| 3                                               | 32    | PL       | 21.0            | 16.5   | 3.0    | 8.2        |
| 4                                               | 32    | PL       | 21.0            | 8.8    | 3.0    | 4.4        |
| 5                                               | 8     | PIN      | Ø 7.0x42        |        |        | 12.7       |
|                                                 |       |          | Peso Total (Kg) |        |        | 621.8      |
| RESUMEN DE MATERIALES ARTICULACIONES MOVILES    |       |          |                 |        |        |            |
| Para 8 vigas                                    |       |          |                 |        |        |            |
| Pos.                                            | Cant. | Descrip. | Dimensiones     |        |        | Peso Total |
|                                                 |       |          | a (cm)          | b (cm) | e (cm) | Unidad     |
| 10                                              | 8     | PL       | 35.0            | 25.0   | 1.0    | 6.9        |
| 11                                              | 8     | PL       | 41.4            | 25.0   | 1.0    | 8.1        |
| 13                                              | 32    | PL       | 21.0            | 16.5   | 3.0    | 8.2        |
| 14                                              | 32    | PL       | 21.0            | 8.8    | 3.0    | 4.4        |
| 15                                              | 8     | PIN      | Ø 7.0x42        |        |        | 12.7       |
|                                                 |       |          | Peso Total (Kg) |        |        | 621.8      |

|                               |             |                           |               |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|---------------|
| <b>FIMCP - ESPOL</b>          |             | FECHA:                    | NOMBRE:       |
| Dibujó                        |             | 25/08/2006                | H. Campoverde |
| Revisó                        |             | 25/08/2006                | Ing. Serrano  |
| PROYECTO:                     |             | PLANO No:                 |               |
| PUNTO SOBRE LA QUEBRADA GUALO |             | 11                        |               |
| ESCALAS:                      | CONTENEDOR: | ARTICULACIONES DEL PUENTE | CANTIDAD:     |
| INDICADAS                     | MATERIAL:   | ASTM A588                 |               |