

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN  
DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE  
800x300x6x8000 POR SOLDADURA MECANIZADA  
GMAW SPRAY PULSADO EN UN SOLO PASE.**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**HUGO ALBERTO ICANAQUE CESPEDES  
PROMOCIÓN 2006- I**

**LIMA-PERU  
2014**

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Mattia que me dio la fuerza  
para terminar el presente informe.

# INDICE

	PÁG.
PRÓLOGO	1
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4.1 Académica.....	6
1.4.2 Tecnológica.....	6
1.4.3 Productiva.....	6
1.5 ALCANCE.....	7
1.6 RECURSOS.....	8
<b>CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO</b>	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	9
2.1.1 Diagrama de bloques de la planta.....	9
2.1.2 Ubicación de los componentes de la planta.....	10
2.1.3 Explicación de la función de cada componente.....	11
2.1.3.1 Zona de almacén	11
2.1.3.2 Zona de corte y plegado.....	11
2.1.3.3 Zona de armado.....	11
2.1.3.4 Zona de soldadura.....	12
2.1.3.5 Zona de pintado.....	12
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	13
2.2.1 Diagrama del proceso de producción.....	14
2.2.2 Descripción de los procesos de producción en Planta.....	14
2.2.3 Explicación del diagrama del proceso de producción.....	15
2.2.3.1 Recepción de Materiales.....	15
2.2.3.2 Corte y Plegado de planchas.....	15
2.2.3.3 Armado de canales.....	16
2.2.3.4 Soldadura del pórtico.....	17
2.2.3.5 Pintado del pórtico.....	17
2.2.3.6 QA/QC del pórtico.....	18

### **CAPITULO 3: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO**

3.1	NIVEL DE PRODUCCIÓN ENCONTRADO.....	19
3.1.1	Historial de la capacidad de producción vs la demanda.....	19
3.2	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
3.3	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	21

### **CAPÍTULO 4: MARCO TEÓRICO**

4.1	SOLDADURA GMAW.....	22
4.1.1	Soldadura GMAW convencional.....	23
4.1.2	Soldadura GMAW mecanizado.....	24
4.2	TRANSFERENCIAS DE LA SOLDADURA GMAW.....	25
4.2.1	Transferencia por cortocircuito.....	26
4.2.2	Transferencia globular.....	27
4.2.3	Transferencia spray.....	28
4.2.4	Transferencia spray pulsado.....	30
4.2.4.1	Corriente pulsada.....	31
4.2.4.1.1	Corriente de base.....	31
4.2.4.1.2	Corriente de Pico.....	31
4.3	MÁQUINAS DE SOLDAR GMAW.....	33
4.3.1	Fuentes convencionales GMAW.....	33
4.3.2	Fuentes sinérgicas GMAW.....	34
4.4	EQUIPOS DE MECANIZACIÓN DE SOLDADURA GMAW.....	37
4.5	PARÁMETROS DE SOLDADURA.....	38
4.5.1	Parámetros GMAW convencionales.....	38
4.5.2	Parámetros GMAW mecanizado.....	38
4.6	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS).....	38

### **CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN**

5.1	DIAGRAMA DE MEDIOS-FINES.....	40
5.2	SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800x300x6x8000 POR SOLDADURA MECANIZADA GMAW SPRAY PULSADA EN UN SOLO PASE.....	42
5.2.1	Bosquejo del Sistema.....	42

5.2.2	Selección de fuente sinérgica.....	43
5.2.2.1	Ciclo de trabajo.....	43
5.2.2.2	Parámetros de soldadura.....	43
5.2.2.3	Autorregulación de parámetros de soldadura.....	43
5.2.2.4	Versatilidad.....	43
5.2.2.5	Autorefrigeración de componentes del equipo.....	44
5.2.2.6	Fácil programación.....	44
5.2.2.7	Unidad de alimentación compatible.....	45
5.2.3	Selección de equipo para mecanización.....	47
5.2.3.1	Carro de desplazamiento.....	47
5.2.3.2	Indexación y sentido de marcha.....	47
5.2.3.3	Configuración múltiple.....	47
5.2.3.4	Parámetros de soldadura.....	47
5.2.3.5	Ciclo de trabajo.....	48
5.2.3.6	Fácil programación.....	48
5.2.4	Selección de equipo de refrigeración y antorcha.....	49
5.2.4.1	Selección de equipo de refrigeración.....	49
5.2.4.2	Selección del refrigerante.....	49
5.2.4.3	Selección de antorcha.....	50
5.2.5	Selección de E.P.P.....	52
5.3	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800x300x6x8000 POR SOLDADURA MECANIZADA GMAW SPRAY PULSADO EN UN SOLO PASE.....	53
5.3.1	Plano de distribución del sistema mecanizado.....	53
5.3.2	Configuración de fuente sinérgica PIPEPRO 450 RFC.....	54
5.3.2.1	Configuración del proceso de soldadura.....	54
5.3.2.2	Configuración del aporte de soldadura.....	54
5.3.2.3	Configuración del tipo de gas.....	54
5.3.2.4	Configuración de parámetros de soldadura de la fuente PIPEPRO 450 RFC.....	55
5.3.2.5	PROG LOAD.....	55
5.3.2.6	Configuración de la Unidad de Alimentación SUITCASE PIPEPRO 12 RC.....	56
5.3.2.7	Controles del panel frontal PIPEPRO 450 RFC.....	57

5.3.3	Configuración del equipo mecanizado KAT GK-200-FLC-L.....	60
5.3.3.1	Instalación del carro de desplazamiento.....	60
5.3.3.2	Instalación del cabezal y brazos del bastidor.....	61
5.3.3.3	Regulación del bastidor y la antorcha.....	61
5.3.3.4	Configuración del control SGP del carrito.....	63
5.3.3.5	Configuración de parámetros de soldadura.....	64
5.3.4	Fabricación de soporte de equipos.....	65
5.3.4.1	Soporte de equipos de soldadura.....	65
5.3.4.2	Soporte de equipo mecanizado.....	67
5.3.5	Integración del sistema.....	68
5.4	PRUEBAS DE OPERACIÓN , PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800X300X6X8000 POR SOLDADURA GMAW SPRAY PULSADO EN UN SOLO PASE.....	71
5.4.1	Prueba de soldadura en cupones.....	71
5.4.2	Elaboración del WPS procedimiento de soldadura.....	72
5.4.3	Calificación del PQR.....	75
5.4.4	Calificación del WPQ.....	81
5.4.5	Fabricación del pórtico por GMAW mecanizado.....	83
5.4.5.1	Doble de planchas.....	83
5.4.5.2	Armado del pórtico.....	83
5.4.5.3	Soldadura del pórtico.....	84
5.4.5.4	Pintura del pórtico.....	84
5.4.5.5	QA/QC de fabricación del pórtico.....	85
5.4.5.6	Tiempo de soldeo del pórtico.....	88
5.4.5.7	Calculo del ratio de producción por GMAW mecanizado.....	89
5.4.5.8	Pruebas preliminares de operación y producción.....	89
5.5	ESTIMADO DEL COSTO ,RENTABILIDAD Y TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN MECANIZADO	90
5.5.1	Estimado de los costos.....	90
5.5.2	Calculo del tiempo de implementación.....	90
5.5.2	Calculo de rentabilidad	91

**CONCLUSIONES**  
**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## Listado de Ilustraciones

### Listado de Ilustraciones

Figura 1.1 Evolución de los centros comerciales.....	4
Figura 1.2 Inversión de centros comerciales.....	4
Figura 1.3 Listado de recursos.....	8
Figura 2.1 Diagrama de bloques de la planta.....	9
Figura 2.2 Ubicación de los componentes en la planta.....	10
Figura 2.3 Diagrama del proceso de producción.....	13
Figura 2.4 Descripción de los procesos de producción en taller .....	14
Figura 2.5 Plegado de planchas.....	15
Figura 2.6 Diagrama de armado de canales.....	16
Figura 2.7 Procedimiento de soldadura GMAW convencional.....	17
Figura 3.1 Nivel de producción de la empresa vs la demanda de los proyectos.....	19
Figura 4.1 Esquema de soldadura GMAW.....	23
Figura 4.2 Esquema de soldadura convencional GMAW.....	23
Figura 4.3 Esquema de soldadura mecanizada GMAW.....	24
Figura 4.4 Esquema de tipos de transferencias GMAW.....	25
Figura 4.5 Transferencia en cortocircuito.....	26
Figura 4.6 Transferencia globular.....	27
Figura 4.7 Transferencia spray.....	29
Figura 4.8 Corrientes de transición.....	29
Figura 4.9 Transferencia spray pulsado.....	32
Figura 4.10 Transferencia spray pulsado.....	32
Figura 4.11 Fuente convencional.....	33
Figura 4.12 Esquema de fuente sinérgica.....	35
Figura 4.13 Circuito base para la operación a pulsos sinérgicos.....	36
Figura 4.14 sistema GMAW mecanizado.....	37
Figura 4.15 WPS GMAW convencional.....	39

Figura 5.1 Diagrama de medios y fines.....	41
Figura 5.2 Bosquejo del sistema mecanizado.....	42
Figura 5.3 Especificaciones de la fuente PIPEPRO 450 RFC.....	46
Figura 5.4 Dimensiones fuente PIPEPRO 450 RFC.....	46
Figura 5.5 Ciclo de trabajo de la fuente sinérgica.....	46
Figura 5.6 Alimentador .....	46
Figura 5.7 Especificaciones del alimentador suitcase PIPEPRO 12 RC.....	46
Figura 5.8 Especificaciones del carrito GULLCO KAT GK-200-FLC-L.....	48
Figura 5.9 Dimensiones del carrito GULLCO KAT GK-200-FLC-L.....	48
Figura 5.10 Sistema refrigerado por agua con COOLMATE 3.....	51
Figura 5.11 Especificaciones del equipo de refrigeración COOLMATE 3.....	51
Figura 5.12 refrigerante por agua 043-809 para GMAW.....	51
Figura 5.13 Antorcha Binzel MB 501 D de 500 A.....	52
Figura 5.14 Careta de soldar fotosensible.....	52
Figura 5.15 Plano de distribución de equipos del sistema mecanizado.....	53
Figura 5.16 Controles del panel frontal PIPEPRO 12 RC.....	56
Figura.5.17 Controles del panel frontal PIPEPRO 450 RFC.....	57
Figura 5.18 instalación de carrito.....	60
Figura 5.19 Rieles flexibles magnéticos.....	60
Figura 5.20 Movimiento Lineal / pendular / Tangencial.....	61
Figura 5.21 Regulación de la antorcha.....	61
Figura 5.22 Brazos del bastidor.....	62
Figura.5.23 Control SGP del carrito oscilador .....	63
Figura 5.24 Control del oscilador .....	64
Figura 5.25 Soporte de máquinas.....	65
Figura 5.26 Vistas del soporte de máquinas.....	66
Figura 5.27 Soporte de carrito mecanizado.....	67
Figura 5.28 Integración del sistema GMAW mecanizado.....	69
Figura 5.29 Vista 3D Integración del sistema GMAW mecanizado.....	70
Figura 5.30 Cupón de soldadura para GMAW mecanizado.....	71
Figura 5.31 WPS-GP-110 GMAW mecanizado en transferencia spray Pulsado.....	74
Figura 5.32 Ensayo de dobléz, reporte N°: 1116-13.....	75
Figura 5.33 Ensayo de tracción, Reporte N°: ET-2013-502.....	76



Figura 5.34 Ensayo de tracción, Grafico N°: ET-2013-502.....	76
Figura. 5.35 Ensayo de ultrasonido: Reporte N°: 402-006-UT/13.....	77
Figura 5.36 Grafico de probeta ensaya por ultrasonido.....	78
Figura 5.37 PQR-GP-62 (1 de 2).....	79
Figura 5.38 PQR-GP-62 (2 de 2).....	80
Figura 5.39 Registro de calificación de operador.....	81
Figura 5.40 Registro de doblez .....	82
Figura 5.41. Plegado de plancha.....	83
Figura 5.42 soldadura mecanizada de pórtico.....	84
Figura 5.43 Ensayo de ultrasonido al pórtico fabricado.....	86
Figura 5.44 Ensayo de ultrasonido al pórtico fabricado.....	87
Figura 5.45 Tiempo de soldeo del pórtico.....	88

## PRÓLOGO

La especialidad de Ingeniería mecánica tiene en uno de sus campos de acción la ingeniería de soldadura, por lo cual es necesidad de las empresas tener profesionales calificados que puedan implementar y optimizar sus procesos de soldadura con el fin de brindar soluciones en la ejecución de los proyectos.

El presente informe ha sido desarrollado con la finalidad de cumplir lo antes mencionado, consta de cinco capítulos y trata de la implementación del sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de dimensión 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW en transferencia spray pulsado realizado en un solo pase.

En el primer capítulo, se presenta el tema analizando los antecedentes, objetivos, la justificación de su realización, los alcances y los recursos necesarios para la implementación.

En el segundo capítulo, se describe el producto obtenido del proceso de fabricación, el producto final terminado es el pórtico metálico de acero ASTM A36 cuyas dimensiones finales son 800x300x6x8000, a su vez se describe los procesos de producción para la fabricación del pórtico metálico (recepción de planchas, escuadrado y plegado de planchas, armado de canales, soldadura de canales, limpieza mecánica, pintado, aseguramiento y control de calidad).

En el tercer capítulo, identificamos el problema al analizar el sistema convencional de fabricación del pórtico metálico, se determina que el proceso de soldadura GMAW es el cuello de botella de la línea de producción.

La necesidad de aumentar la producción nos lleva a buscar una forma más rápida de soldar el pórtico metálico utilizando el proceso de soldadura mecanizado.

En el cuarto capítulo se menciona la teoría referente al proceso de soldadura GMAW con transferencia spray pulsado y la mecanización del proceso de soldadura GMAW, así como los puntos singulares a tomar en cuenta al momento de configurar la maquina sinérgica de soldadura y el equipo lineal carrito oscilador. Se indica el principio de funcionamiento del sistema de fabricación de pórtico metálico.

En el quinto capítulo, se desarrolla la solución del problema con la integración de 01 Maquina de soldar sinérgica (PIPEPRO 450 RFC + SUITCASE PIPEPRO 12 RC) que permite generar el proceso de soldadura productivo GMAW en transferencia por spray pulsado y 01 equipo lineal carrito oscilador KAT GK-200-FLC-L que permite generar la mecanización del proceso de soldadura , se detalla la configuración del sistema de fabricación y las modificaciones necesarias para que los equipos encajen en el sistema.

El informe constituye un aporte viable y es útil para realizar la fabricación de un pórtico metálico dado que nos da las pautas para mecanizar la soldadura GMAW en transferencia spray pulsado, define los parámetros de soldadura para realizarlo en un solo pase aplicado a planchas de 6mm, aumentando la productividad del sistema GMAW convencional de fabricación de 3.4 TM/día a 10.1 TM/día por línea de trabajo de soldadura GMAW mecanizado, reduciendo los costos de fabricación y mejorando la calidad del acabado los cordones soldados.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La construcción se consolida en el 2014 como el principal factor de crecimiento de la economía peruana, el sector privado invertirá US\$ 1000 millones en nuevas plantas industriales y centros comerciales, dichos montos serán destinados al desarrollo de más de 20 complejos en lima y provincias en los próximos tres años , sumado al visto bueno del ministerio de la producción para una inversión de US\$ 500 millones en centros comerciales a nivel nacional.

En la expansión de la construcción de plantas industriales alimenticias existe una tendencia a utilizar estructuras metálicas de menor peso y de sección tubular cerrada para disminuir el grado de albergamiento de suciedad, requisito fundamental para la construcción de una planta industrial alimenticia, la estructura que cumple estos requisitos se le llama pórtico metálico tipo tubo rectangular.

La actual demanda de la construcción de los proyectos metálicos y la solicitud de entrega en un corto plazo del producto terminado llamado **PÓRTICO METÁLICO**, genera la necesidad de fabricar dichas estructuras con mayor ratio de producción y de incrementar la velocidad de avance de soldadura sin disminuir la calidad de la unión soldada.

El pórtico metálico deberá ser de acero ASTM A36, las desviaciones longitudinales se regulan según ISO 13920, las juntas soldadas longitudinales serán de penetración completa, se realizaran ensayos de ultrasonido e inspección visual al 100%.de las juntas.

Desde el 2012 en adelante para la construcción de las nuevas plantas industriales alimenticias del cliente corporación Lindley en todo el Perú, se están utilizando estructuras de geometría tipo pórtico metálico y se están fabricando con sistemas de soldadura mecanizadas.

La oferta del mercado está en crecimiento, para la construcción de la Mega planta de Coca Cola de Trujillo-Santa Rosa se fabricó 2000 pórticos metálicos y para la Mega planta de Coca Cola en Lima-Pucusana y la planta de Arequipa en el año 2014 se está fabricando 8000 pórticos metálicos, dando como resultado la necesidad de implementar procesos de soldadura altamente productivos y de calidad.



Fig.1.1 Evolución de los centros comerciales  
Fuente ACCEP



Fig. 1.2 Inversión de centros comerciales  
Fuente ACCEP

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general es implementar el sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de dimensión 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW en transferencia spray pulsado en un solo pase, para aumentar la producción a 10.1 TM/día.

## **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos son:

- 1.3.1 Seleccionar, instalar, configurar e integrar los equipos necesarios que permitan implementar el sistema de fabricación del pórtico metálico por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.
- 1.3.2 Realizar el procedimiento de soldadura (WPS) mecanizado GMAW en transferencia spray pulsado en un solo pase.
- 1.3.3 Calificar el procedimiento de soldadura (PQR) mecanizado GMAW en transferencia spray pulsado en un solo pase.
- 1.3.4 Calificar al operador de soldadura (WPQ).
- 1.3.5 Fabricar un pórtico metálico de acero A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.
- 1.3.6 Estimar los costos, rentabilidad y tiempos de implementación del sistema de fabricación GMAW mecanizado para aumentar la producción a 10.1 TM /día.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1 Académica**

Porque permite afianzar el aspecto lógico e intelectual del proceso de soldadura, los soldadores del proceso GMAW convencional recibirán capacitación y se acreditarán como operadores de soldadura GMAW mecanizado, se realizarán capacitaciones programadas a los inspectores QAQC en mecanización y soldadura GMAW-pulsado.

### **1.4.2 Tecnológica:**

Al realizar la implementación del sistema de fabricación de un pórtico metálico por soldadura mecanizada GMAW, adquirimos nuevos conocimientos tecnológicos provenientes de los equipos y procesos, seleccionamos nuevos parámetros de soldadura, utilizamos equipos sinérgicos de avanzada, adquirimos nuevas metodologías de fabricación por soldadura utilizando operadores de soldadura.

### **1.4.3 Productiva:**

La mecanización del proceso de soldadura GMAW permite incrementar la capacidad de producción de la fabricación del pórtico metálico, El incremento se da desde 3.4 TM/día utilizando el sistema convencional a 10 TM/día utilizando el sistema mecanizado de fabricación.

## 1.5 ALCANCES

El desarrollo del tema implica los siguientes alcances:

- 1.5.1 Implementar la instalación de la fuente PIPEPRO 450 RFC y el SUITCASE PIPEPRO 12RC configurando los parámetros de soldadura de voltaje, corriente y velocidad de avance para establecer el proceso GMAW spray pulsado.
- 1.5.2 Implementar la instalación del equipo lineal carrito oscilador KAT GK-200-FLC-L configurando los parámetros de soldadura de ancho del cordón, oscilación y velocidad del carro para establecer el GMAW mecanizado.
- 1.5.3 Implementar la fabricación de un carro porta fuente del PIPEPRO 450 RFC y del soporte estructural guía para el desplazamiento del carrito oscilador KAT GK-200-FLC-L.
- 1.5.4 Integración del sistema de fabricación por soldadura mecanizada GMAW utilizando los equipos PIPEPRO 450 RFC , SUITCASE PIPEPRO 12 RC , KAT GK-200-FLC-L.
- 1.5.5 Realizar ensayos de ultrasonido a las juntas longitudinales de penetración completa del pórtico metálico y verificar la calidad de los cordones de soldadura según la Tabla 6.1 del Código AWS D1.1 2010.
- 1.5.6 Incrementar la producción de 3.4 TM/día sistema convencional a 10.1 TM/día sistema mecanizado por línea de fabricación del pórtico metálico de 800x300x6x8000 mediante la optimización del tiempo de fabricación.



## 1.6 RECURSOS

El presente trabajo ha sido desarrollado con los siguientes recursos

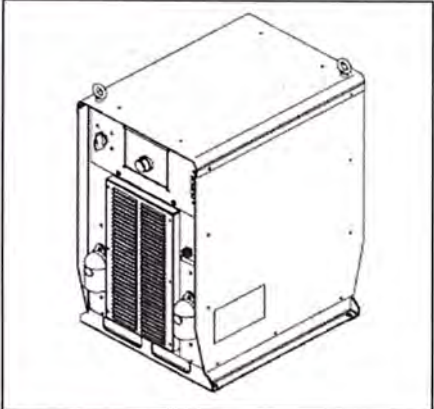
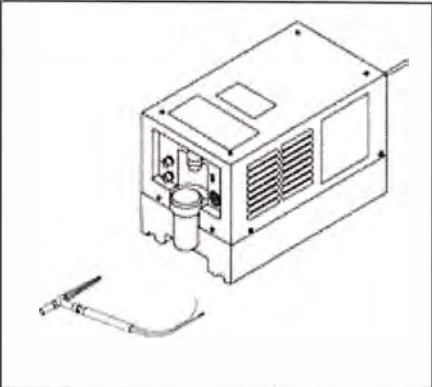
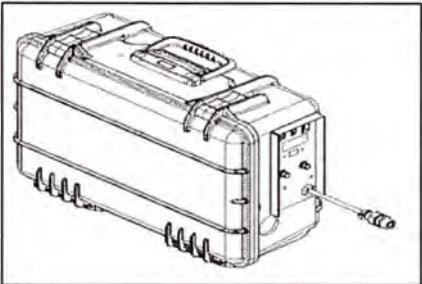
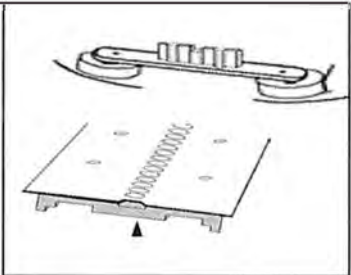
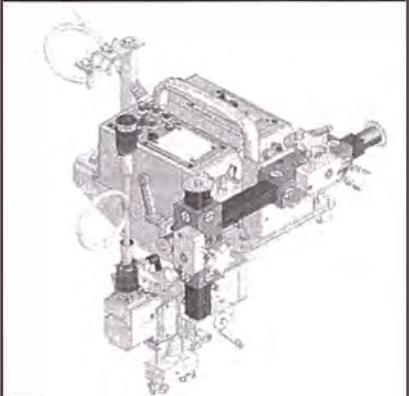

<p>1.6.1 1 Fuente de Soldar PIPEPRO 450 RFC</p> 	<p>1.6.4 1 Equipo de refrigeración Coolmate 3 con 1 Antorcha refrigerada por agua BZ MB 501 D de 500 A.</p> 
<p>1.6.2 1 Maleta de Soldar SUITCASE PIPEPRO 12 RC</p> 	<p>1.6.5 04 Rieles rígidos GK-165-215 04 Rieles Flexibles GK-192-F-57 32 Magnetos GK-165-211</p> 
<p>1.6.3 1 Equipo Mecanizado Carrito oscilador LINEAR KAT GK-200-FLC-L</p> 	<p>1.6.6 1 Careta de soldar Fotosensible SP 9100</p>  <p>1.6.7 2 canales de 800x150x6x8000</p> <p>1.6.8 1 Botella de Gas 80%AR+20%Co2</p> <p>1.6.9 1 Rollo de alambre AWS ER70S6 de 1.2 mm</p>
<p>Fuente : Manuales Pipepro 450 RFC , SUITCASE 12 RC , KAT GK-200,Coolmate 3</p>	

Fig.1.3 Listado de recursos

## CAPÍTULO 2

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO

#### PRODUCTIVO

##### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La materia prima son las planchas de acero adquiridas al proveedor en calidad ASTM A36 con su respectivo certificado de calidad, las cuales vienen en formato inicial de 2400x12000x6, las planchas de formato son despachados a la metalmecánica donde se les realiza procesos de fabricación y control de calidad para obtener el producto terminado llamado pórtico metálico de acero ASTM A36 de sección 800x300x6x8000.

##### 2.1.1. Diagrama de bloques de la planta

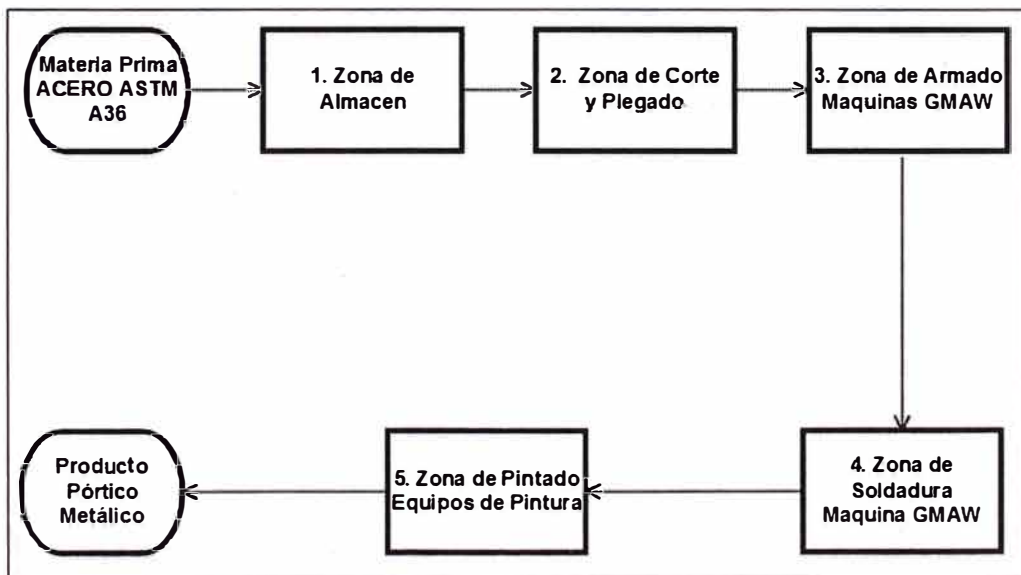


Fig. 2.1. Diagrama de bloques de la planta  
Fuente: Sistema de Gestión de GP

### 2.1.2. Ubicación de los componentes de la planta

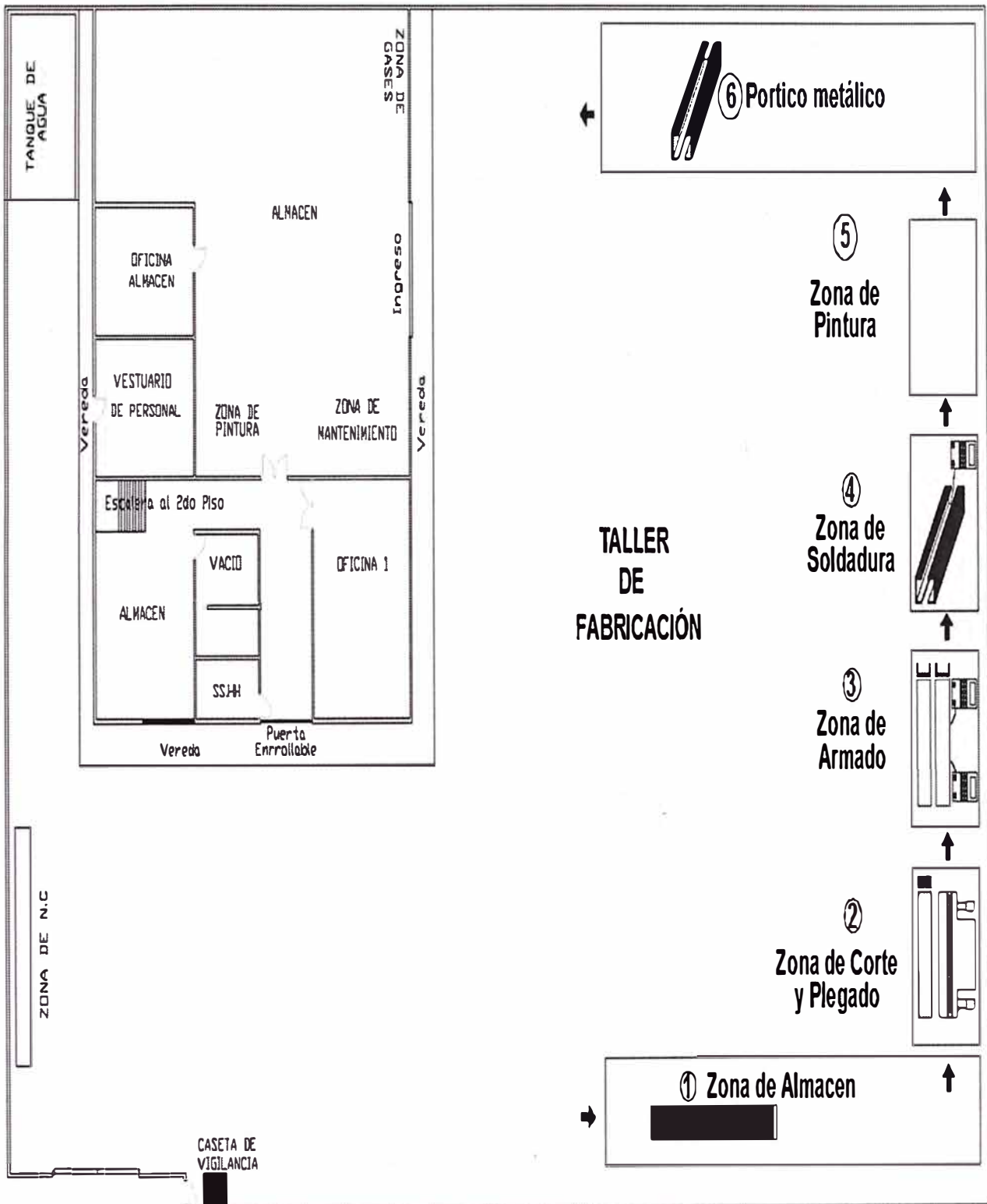


Fig. 2.2. Ubicación de los componentes en la planta  
Fuente: Plano de taller de metalmecánica GP

### **2.1.3. Explicación de la función de cada componente**

A continuación se describe la secuencia del diagrama de bloques de la planta que permiten obtener el producto terminado.

#### **2.1.3.1 Zona de Almacén:**

Las planchas de 2400x12000x6 se almacenan en una zona definida del taller, utilizando un montacargas de 4 TM y se apilan por paquetes, cada paquete tiene un peso aproximado de 3 TM.

#### **2.1.3.2 Zona de Corte y Plegado:**

Las planchas almacenadas de 2400x12000x6 son cortadas y escuadradas en dimensión de 1100x8000x6 para ser instaladas sobre la plegadora, utilizando un montacargas de 4 TM, a continuación se programa la plegadora seleccionando los parámetros de espesor de plancha 6 mm, diámetro del punzón de 18 mm, Angulo de doblez 90° y sección, permitiendo obtener canales de sección 800x150x6x8000.

#### **2.1.3.3 Zona de Armado**

A partir de los canales fabricados en la plegadora apuntalamos 2 canales de 800x150x6x8000 valiéndonos de una platina de respaldo, utilizando una máquina de soldar convencional de 230 amperios con ciclo de trabajo del 60% en proceso GMAW para realizar los apuntalamientos con material de aporte AWS ER70S-6 de 1 mm, usando un gas mezcla 80% AR+20% Co2.

#### **2.1.3.4 Zona de Soldadura**

Los canales 800x150x6x8000 apuntalados se sueldan utilizando una máquina de soldar multiproceso con fuente y alimentador suitcase de 300 amperios con ciclo de trabajo de 100 % en proceso GMAW para realizar la soldadura corrida usamos material de aporte AWS ER70S-6 de 1.0 mm, usando un gas mezcla 80% AR+20% Co2.

#### **2.1.3.5 Zona de Pintado**

A los canales armados y soldados se les aplica la respectiva limpieza mecánica utilizando esmeriles de 4 ½", turbinetas y pasan a la zona de preparación superficial en cabinas de granallado para después pasar a la zona de pintado utilizando equipos airless de alta presión.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 2.2.1 Diagrama del Proceso de Producción

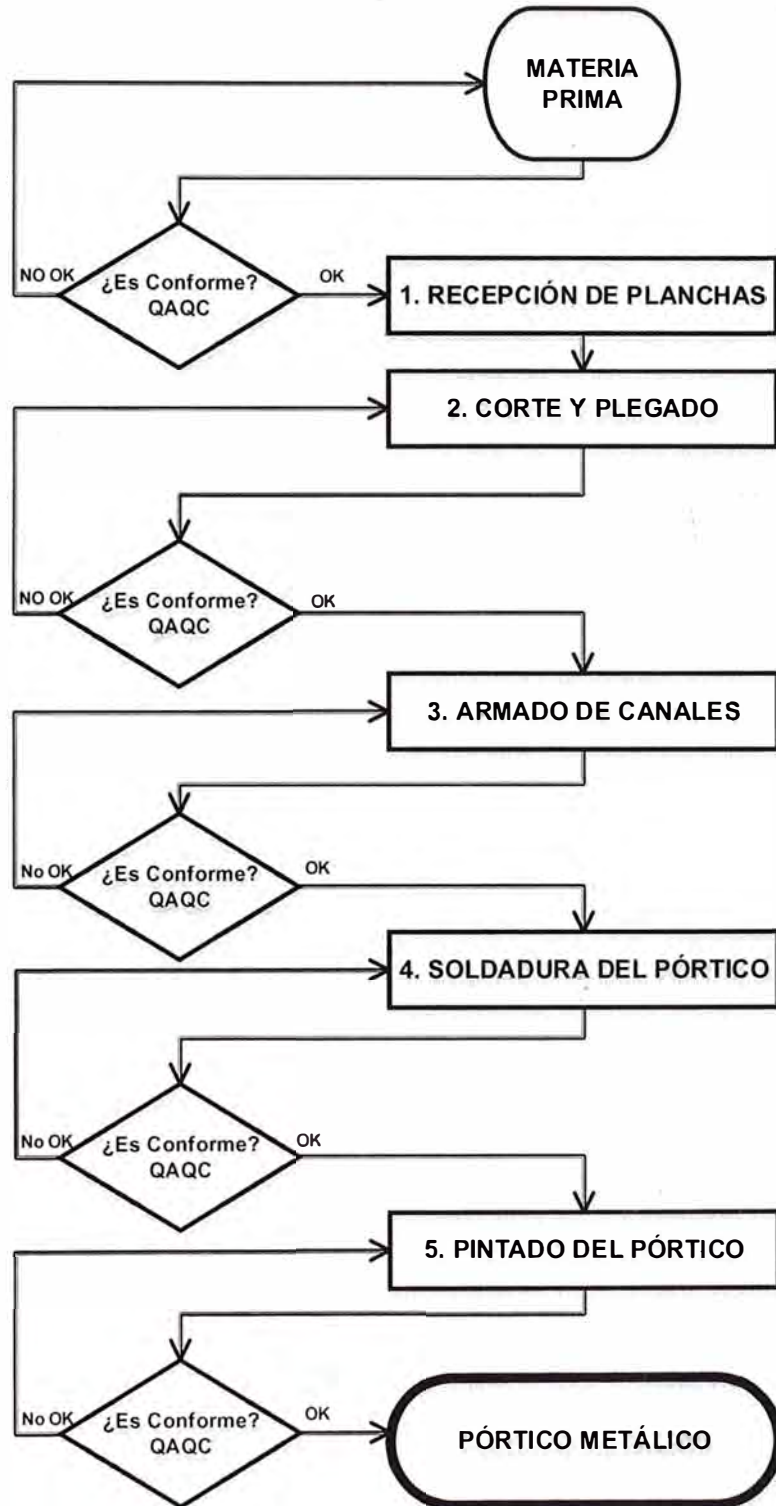


Fig. 2.3. Diagrama del proceso de producción  
Fuente: Sistema de Gestión de GP

2.2.2 Descripción de los procesos de producción en Planta

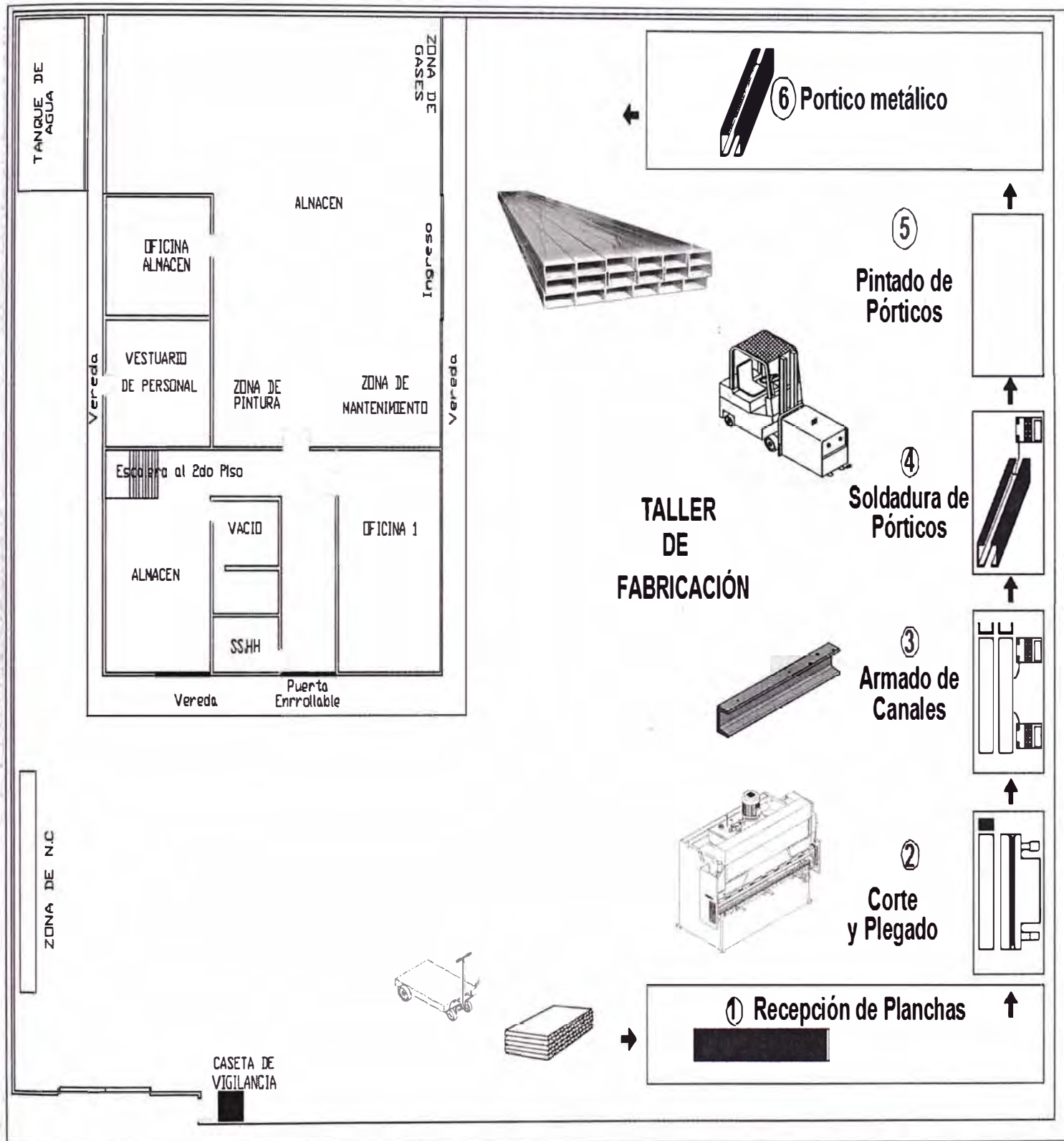


Fig. 2.4. Descripción de los procesos de producción en Taller Fuente: Plano de taller de metalmecánica GP

### **2.2.3 Explicación del Diagrama del Proceso de producción**

En la figura 2.3 se muestra el flujo del proceso de producción de fabricación convencional para pórticos de 800x300x6x8000 a partir del corte , escuadrado , plegado , armado , soldadura , control de calidad , el cual inicia en:

#### **2.2.3.1 Recepción de Planchas:**

La materia prima son planchas de acero ASTM A36 y son verificados en las instalaciones del proveedor de acero por los inspectores QA/QC de taller, dicho control consiste en la evaluación del certificado de calidad del acero y la verificación de la no presencia de ondulaciones, las planchas aprobadas son enviadas al taller metalmecánico en dimensiones 2400x12000x6.

#### **2.2.3.2 Corte, Escuadrado y Plegado de Planchas:**

Las planchas recepcionadas son cortadas y escuadradas en dimensión 1100x8000x6 para luego ser plegadas en dimensión de 800x150x6x8000, para ser enviados a la zona de armado.

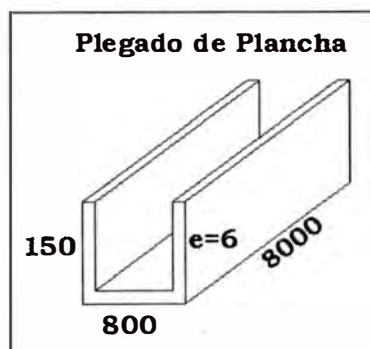


Fig. 2.5. Plegado de plancha  
Fuente: propia



### 2.2.3.3 Armado de Canales

A partir de los canales fabricados en la plegadora de 800x150x6x8000 y utilizando una platina de respaldo de acero A36 de 50x6x8000 llamada backing, unimos 2 canales apuntalando con puntos de soldadura cada 300 mm mediante una máquina de soldar GMAW convencional de 230 amperios con ciclo de trabajo del 60%, usando Aporte AWS ER70S-6 de 1 mm y gas mezcla 80% AR+20% Co2.

La junta de unión soldada de armado entre cada canal de 800x150x6x8000 se realiza según procedimiento de soldadura establecido WPS-GP-100 aplicando una junta recta de raíz de 6 mm, obteniendo el tubo pórtico metálico de 800x300x6x8000.

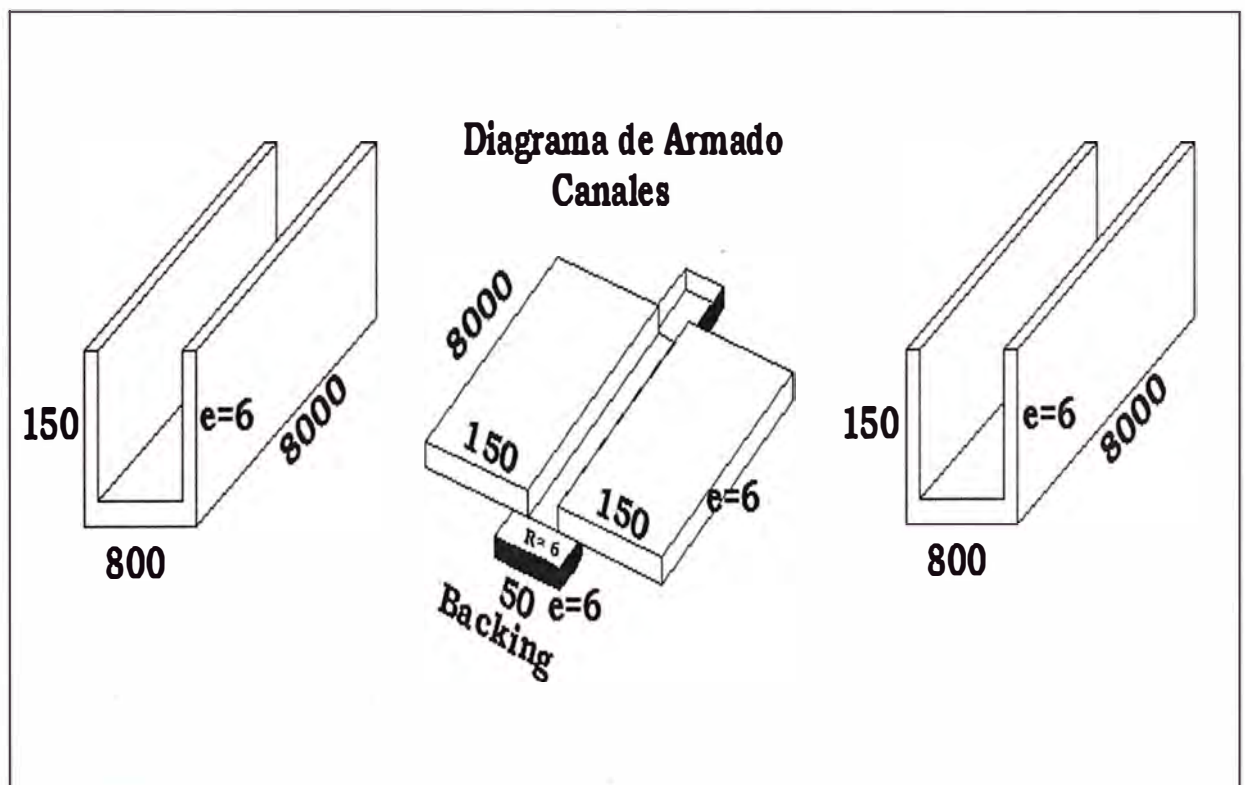


Fig. 2.6. Diagrama de armado de canales.  
Fuente: según WPS-GP-100

### 2.2.3.4 Soldadura del Pórtico

Al tener los 2 canales de 800x150x6x8000 armados y listos para ser soldados, siguiendo el diseño de junta del procedimiento de soldadura GMAW convencional WPS-GP-100 se definen las variables de raíz del canal igual a  $R = 6$  mm, el talón cero, uso del gas mezcla 80 Ar+20% CO<sub>2</sub>, los parámetros de soldadura definidos y se procede a realizar la unión soldada en 2 pases utilizando una fuente que tenga un ciclo de trabajo de 100% con parámetros de soldadura que tienen un rango máximo de operación de voltaje de taller (28 voltios) y corriente (225 amperios), utilizando el material de aporte ER70S-6 con un diámetro de 1.0 mm

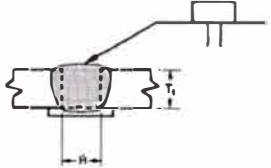
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1-n	GMAW	ER70 S-6	1.0	CCEP	200-220	25-28	19-22	

Fig. 2.7. Procedimiento de soldadura GMAW convencional  
Fuente: Procedimiento de soldadura convencional WPS-GP-100

### 2.2.3.5 Pintado del Pórtico

Se realiza la limpieza mecánica con equipos manuales esmeriles de 4 1/2" y turbinetas, luego se pasa a la preparación superficial según SSPC-SP10 y la aplicación de pintura epoxica con base y acabado en sistemas de pintura de 10 mils de espesor.

### **2.2.3.6 QA/QC del Pórtico**

El proceso de aseguramiento y control de calidad se aplica a cada etapa del proceso de fabricación de estructuras metálicas, a continuación se describe los principales puntos críticos de QA/QC:

- a) QA/QC en la recepción de materiales, se verifica que las planchas sean de formato y sin ondulaciones , se verifica las propiedades mecánicas del acero en el certificado de calidad
- b) QA/QC del plegado de planchas, se verifica el ángulo de plegado de 90° con una tolerancia de 1° en las alas.
- c) QA/QC del armado de canales, se verifica el ancho de la platina de respaldo y el uso del diseño de la junta soldada WPS-GP-100, se realiza control dimensional del canal armado según las tolerancias lineales del ISO 13920.
- d) QA/QC de la soldadura de pórticos, se verifica que la máquina de soldar esta calibrada, se verifica el uso de los parámetros de soldadura según WPS-GP-100, se realiza la inspección visual de los cordones de soldadura según AWS D1.1 2010 y los ensayos de tintes penetrantes (P.T) y ultrasonido (U.T) a las juntas soldadas .
- e) QAQC de la pintura de pórticos inicia con la prueba de conductividad al tipo de abrasivo a usar arena, granalla y a su vez se realiza el control de los espesores de película seca con equipos de medición de pintura.

## CAPÍTULO 3

### IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

#### 3.1 NIVEL DE PRODUCCIÓN ENCONTRADO

##### 3.1.1 Historial de la capacidad de producción vs la demanda

En la Fig. 3.1 se muestra la capacidad instalada de la planta utilizando el sistema convencional de soldadura por GMAW igual a 1200 TM/Año (equivalente a 3.4 TM/día) y el crecimiento de la demanda desde el año 2009 hasta el año 2014 para los proyectos actuales es igual a 3000 TM/Año (equivalente a 10.1 TM/día) para la fabricación de pórticos metálicos de 800x300x6x8000.

Se aprecia que desde el año 2012 la demanda ya supera la capacidad de producción de la planta para este tipo de estructuras, por lo cual es necesario aumentar la producción a 10.1 TM/día y buscar formas más rápidas de soldar el pórtico metálico e implementar procesos.

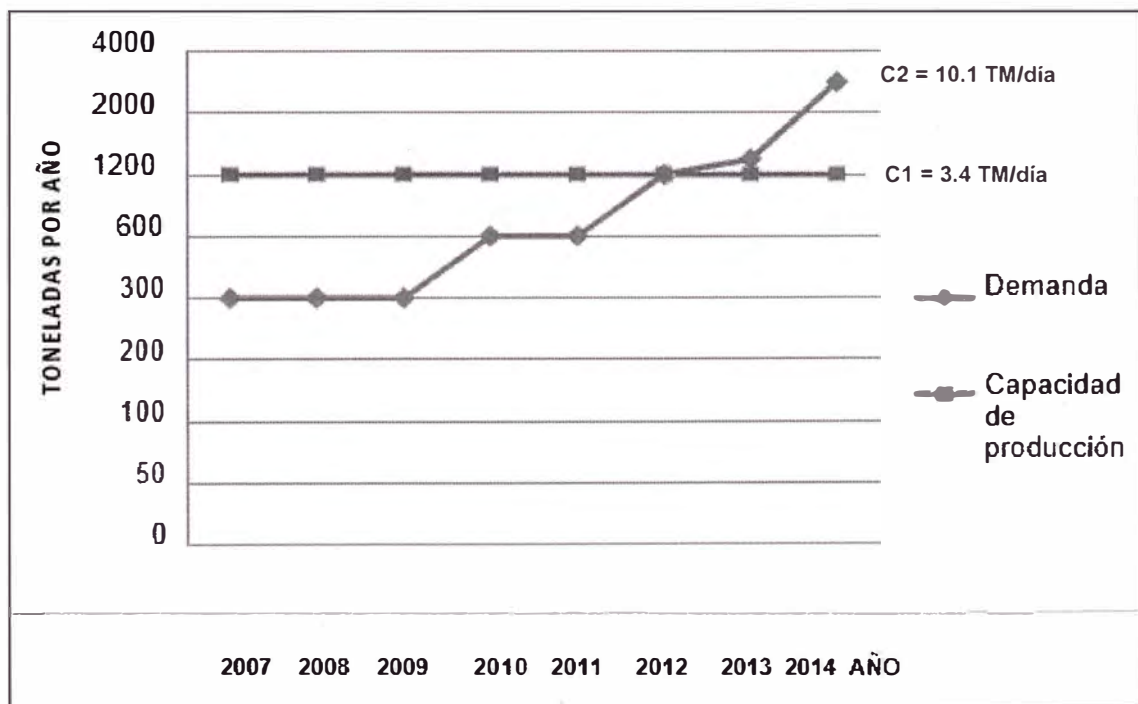


Fig. 3.1 Nivel de producción de la empresa vs la demanda de los proyectos  
Fuente: Personal, cálculo de la capacidad existente y solicitada.

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Considerando:

- a. Que la demanda actual de los proyectos es de 3000 TM/año (10.1 TM/día) y la capacidad actual de producción de la planta es de 1200 TM/año (3.4 TM/día) utilizando el proceso de soldadura GMAW convencional para la fabricación de pórticos metálicos.
- b. Que se requiere cumplir el plazo de entrega de 2 proyectos del cliente CJRL en el 2014 para fabricar 8000 pórticos metálicos para la construcción de Mega plantas industriales.
- c. Que se requiere implementar nuevos sistemas de fabricación por soldadura para aumentar la producción de pórticos metálicos.
- d. Que se requiere calificar nuevos procedimientos de soldadura GMAW para optimizar el proceso de fabricación actual.

Se plantea el problema mediante la siguiente interrogante:

¿Es factible implementar un sistema fabricación de un pórtico metálico ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase , para aumentar la producción a 10.1 TM/día?

### 3.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Considerando:

- a. Que la planta tiene un área de 3000 m<sup>2</sup> para la fabricación y se deben optimizar los espacios de trabajo.
- b. Que se tiene un respaldo de proyectos ganados cuya fabricación primaria serán los pórticos metálicos y se tiene un mercado ganado en la construcción de plantas industriales.
- c. Que si utilizamos un sistema de fabricación por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado, se incrementara la producción debido a su mayor velocidad de avance y la realización de la unión soldada en un solo pase , a su vez mejorara la calidad del producto terminado debido a la mayor estabilidad del arco de soldadura y fusión de la unión.
- d. Que las pruebas de control de calidad por ensayos ultrasonido a la junta de penetración completa serán conformes para obtener la calificación del procedimiento de soldadura.

Se puede plantear la siguiente hipótesis que constituyó el punto de partida para resolver el problema ordenada y sistemáticamente, expresada de la siguiente manera:

Es factible implementar un sistema fabricación de un pórtico metálico ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase , para aumentar la producción a 10.1 TM/día.

# CAPÍTULO 4

## MARCO TEÓRICO

### 4.1 SOLDADURA GMAW

Este proceso, conocido también como soldadura MIG/MAG, es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo de alambre sólido y el charco de soldadura, el proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente, dicho gas puede ser activo o inerte y sin aplicación de presión , generalmente usado a voltaje constante.

El GMAW puede operar en modalidades semiautomáticas, automáticas y mecanizadas, es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones.

A su vez casi no requiere limpieza después de la soldadura porque no se produce mucha escoria.

Todos los metales de importancia comercial, como el acero al carbono, aceros de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, aluminio, cobre, titanio y aleaciones de níquel , se pueden soldar en todas las posiciones con este proceso , escogiendo el gas protector , electrodo y variables de soldadura apropiados , es muy utilizado en espesores delgados y medios.

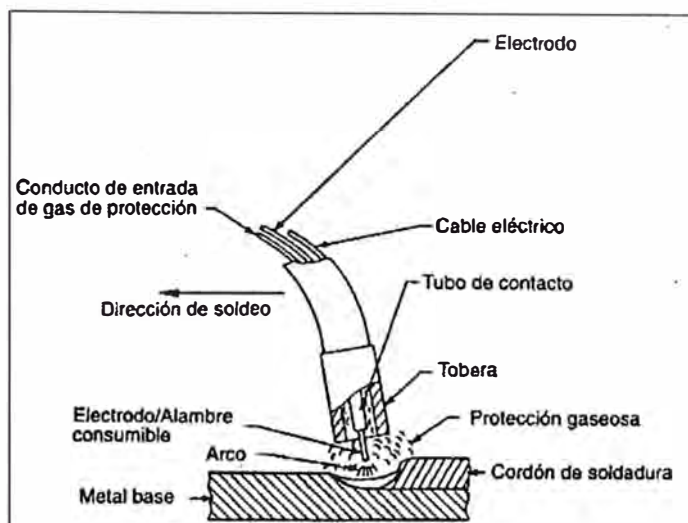


Fig. 4.1 Esquema de soldadura GMAW  
 Fuente: Manual del soldador (Handbook)

#### 4.1.1 Soldadura GMAW Convencional

Se llama GMAW convencional al proceso típico utilizado en las metalmecánicas, los únicos controles manuales que el soldador requiere para la operación semiautomática son los de velocidad y dirección del desplazamiento y el posicionamiento de la pistola.

La soldadura GMAW convencional utiliza fuentes de soldar convencionales con ciclo de trabajo de 60% y requiere uso de un gas de protección 100% CO<sub>2</sub> o Mezcla 80Ar+20% CO<sub>2</sub>.

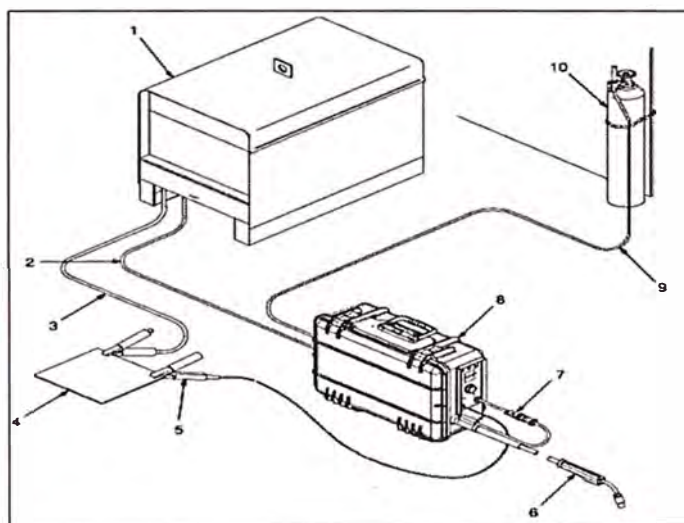


Fig. 4.2 Esquema de soldadura Convencional GMAW.  
 Fuente: Manual XMT 350 CC/CV



#### 4.1.2 Soldadura GMAW mecanizado

En el proceso de soldadura mecanizado se emplean equipos que realizan toda la operación de soldadura, pero bajo la vigilancia de un operador de soldadura que coloca el trabajo en su posición inicial y detiene la soldadura, ajusta los controles y fija la velocidad de avance.

El proceso de soldadura GMAW se logra mecanizar utilizando fuentes sinérgicas y equipo de mecanización lineal o angular según el tipo de estructura a fabricar.

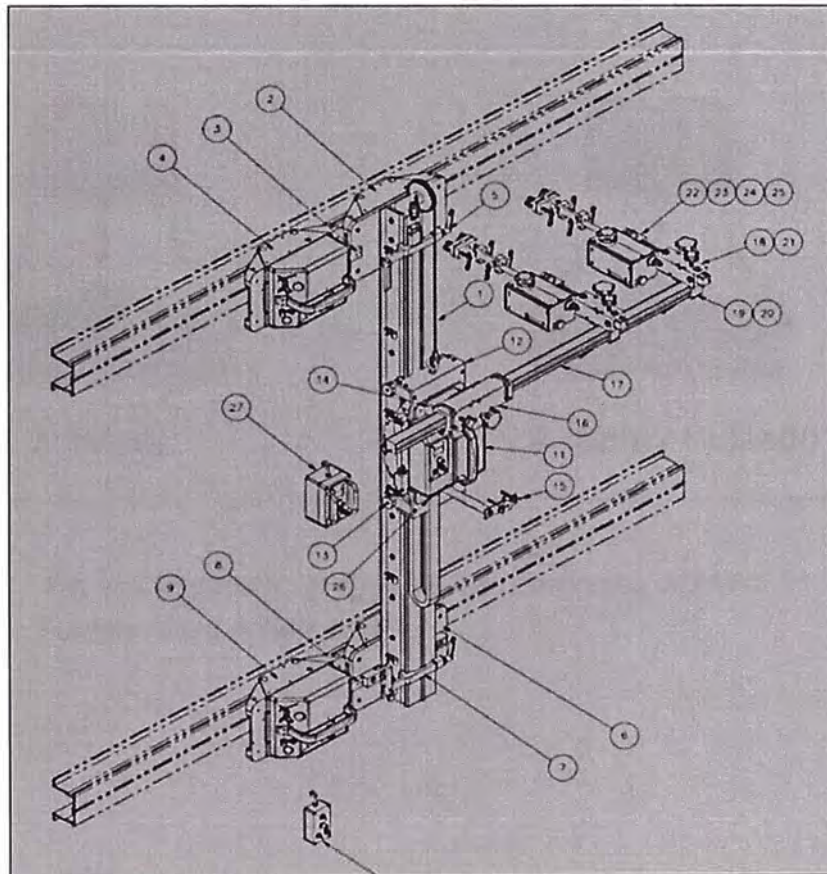


Fig. 4.3 Esquema de soldadura mecanizada GMAW.  
Fuente: Manual KAT Gullco

## 4.2 TRANSFERENCIAS DE LA SOLDADURA GMAW

Existen 4 tipos de transferencias principales en el proceso GMAW

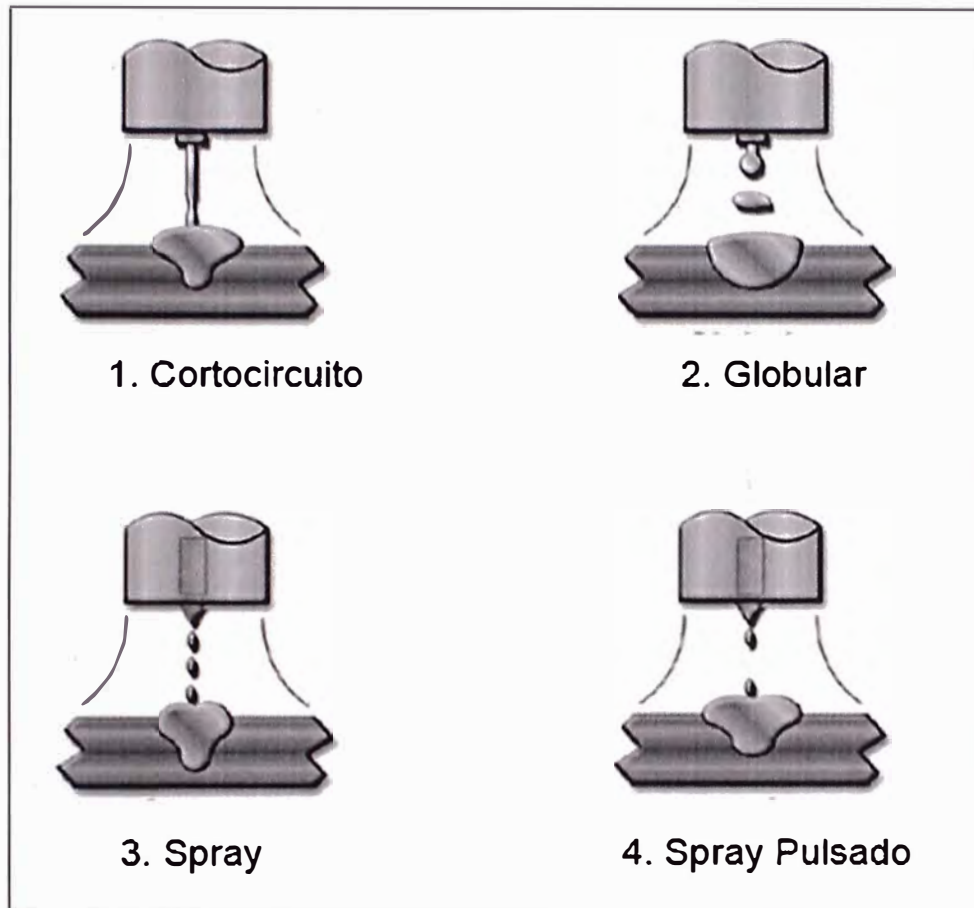


Fig. 4.4 Esquema de tipos de transferencias GMAW  
Fuente: Manual del soldador

#### 4.2.1 Transferencia por Cortocircuito

Es la transferencia más utilizada para la aplicación GMAW, abarca el intervalo más bajo de corrientes de soldadura y diámetros de electrodo asociados al proceso GMAW. La transferencia en cortocircuito produce un charco de soldadura pequeño, de rápida solidificación, que generalmente es apropiado para unir secciones delgadas, soldar fuera de posición y tapar aberturas de raíz anchas.

Los parámetros Típicos: Voltaje de 16 a 22 V, Intensidad de 50 a 150 A, Gas dióxido de carbono, se reconoce porque el arco es corto y hay un zumbido característico.

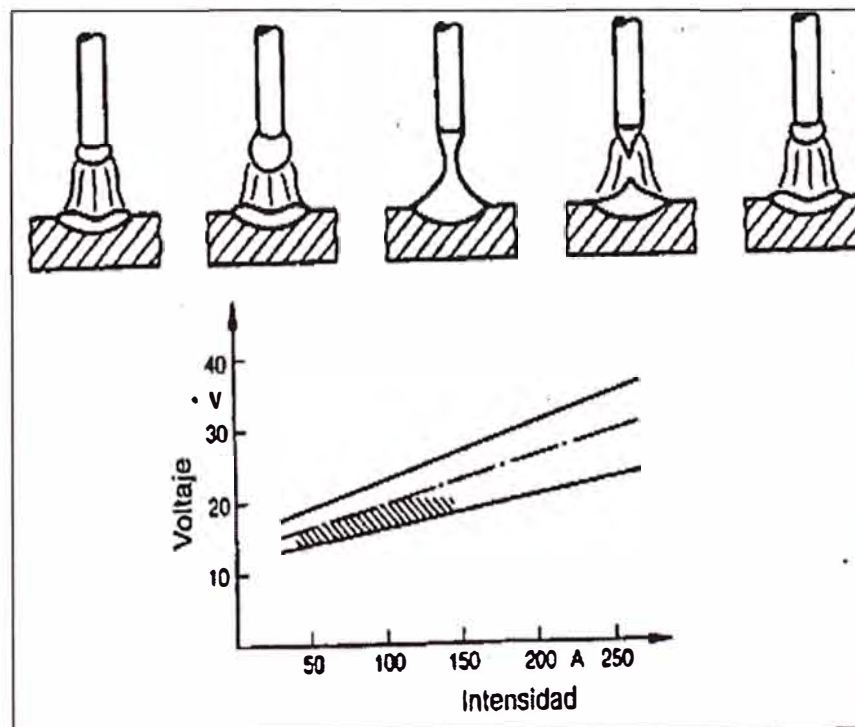


Fig. 4.5 Transferencia en cortocircuito.  
Fuente: Manual del soldador (Cesol)

#### 4.2.2 Transferencia Globular

Se usa frecuentemente en la aplicación MAG, cuando se trabaja con esta transferencia, el hilo se funde en gotas gruesas que pueden llegar a todos los huecos. El metal se transfiere en gotas de gran tamaño y ocurre por gravedad cuando el peso de éstas excede la tensión superficial.

Este tipo de transferencia no suele tener aplicaciones tecnológicas por la dificultad de controlar adecuadamente el metal de aportación provocando salpicaduras y porque suele provocar faltas de penetración y sobre espesores elevados.

Los parámetros típicos son: Voltaje de 20 a 35 V, Intensidad 70 a 225 A.

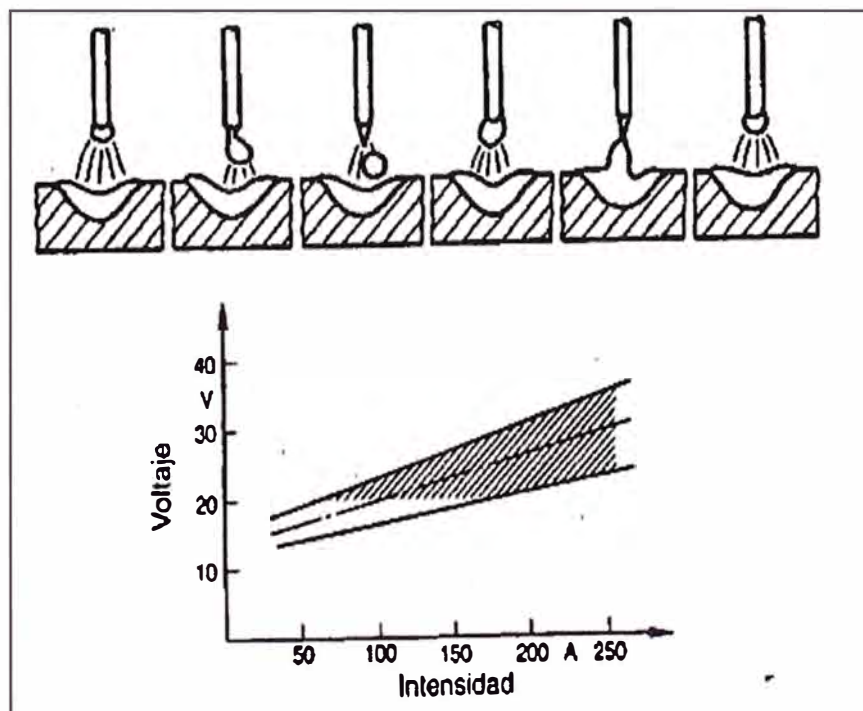


Fig. 4.6 Transferencia globular  
Fuente: Manual del soldador (Cesol)

### **4.2.3 Transferencia Spray**

Es el método más utilizado en la aplicación GMAW, Utiliza un gas de protección rico en Argón para establecer una transferencia de “rocío axial” muy estable y libre de salpicaduras además se debe establecer una corriente continua con electrodo al positivo (CCEP) y un nivel de corriente por encima de un valor crítico llamado corriente de transición, por debajo de este valor la transferencia se realiza en modalidad globular, por encima de la corriente de transición la transferencia se efectúa en forma de gotas muy finas que son iguales o menores que el diámetro del alambre que se forman y sueltan a razón de centenares por segundo, ver figura 4.7.

La transferencia se realiza desde el extremo del alambre al baño fundido en forma de una corriente axial de gotas finas, Se obtiene este tipo de transferencia con altas densidades y altos voltajes consiguiendo grandes tasas de deposición, rentabilidad y se aplica a espesores de plancha gruesos, en posición plana y generando altos aportes térmicos.

Los parámetros típicos son: Intensidades de 150 A a 500 A y Voltajes de 24 a 40 V. Los gases inertes favorecen este tipo de transferencia.

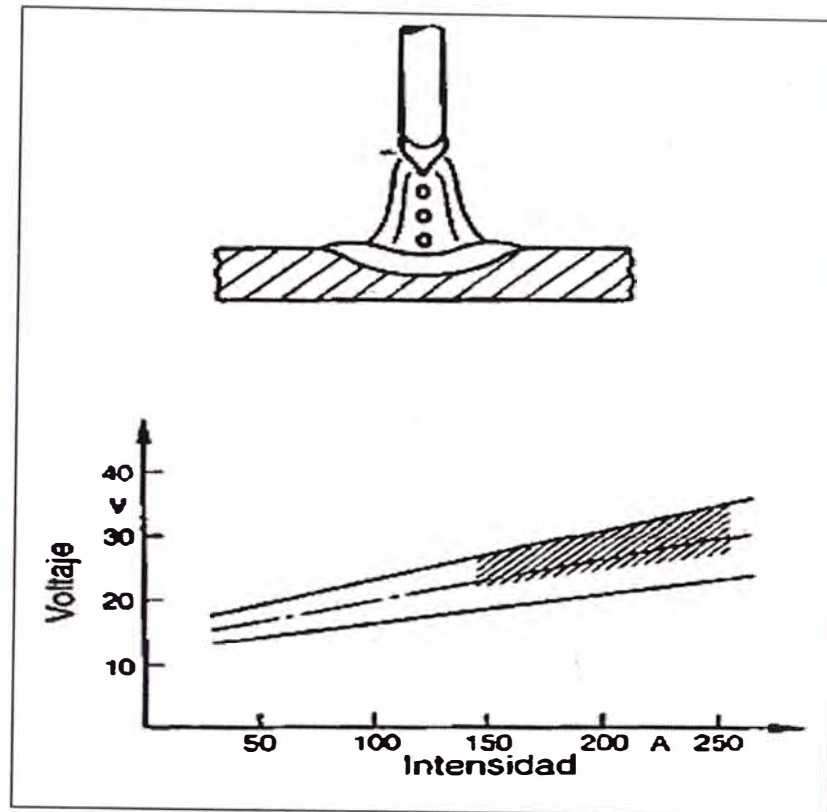


Fig.4.7 Transferencia Spray  
Fuente: Manual del soldador (Cesol)

Corrientes de transición de globular a aspersion para diversos electrodos

Tipo de electrodo de alambre	Diámetro del electrodo de alambre		Gas protector	Corriente de arco de rocío mínima, A
	pulg	mm		
Acero dulce	0.030	0.8	98% de argón, 2% de oxígeno	150
Acero dulce	0.035	0.9	98% de argón, 2% de oxígeno	165
Acero dulce	0.045	1.1	98% de argón, 2% de oxígeno	220
Acero dulce	0.062	1.6	98% de argón, 2% de oxígeno	275
Acero inoxidable	0.035	0.9	98% de argón, 2% de oxígeno	170
Acero inoxidable	0.045	1.1	98% de argón, 2% de oxígeno	225
Acero inoxidable	0.062	1.6	98% de argón, 2% de oxígeno	285
Aluminio	0.030	0.8	Argón	95
Aluminio	0.045	1.1	Argón	135
Aluminio	0.062	1.6	Argón	180
Cobre desoxidado	0.035	0.9	Argón	180
Cobre desoxidado	0.045	1.1	Argón	210
Cobre desoxidado	0.062	1.6	Argón	310
Bronce al silicio	0.035	0.9	Argón	155
Bronce al silicio	0.045	1.1	Argón	205
Bronce al silicio	0.062	1.6	Argón	270

Fig.4.8 Corrientes de transición  
Fuente: Manual de Soldadura (Handbook)

#### **4.2.4 Transferencia Spray Pulsado**

Desarrollado para combinar la posibilidad de soldar espesores delgados y soldadura en toda posición con altos ratios de deposición con bajos calores de aporte, es una modalidad de transferencia del tipo spray, que se produce por pulsos a intervalos regularmente espaciados, en lugar de suceder al azar como ocurre en el arco spray.

Las limitaciones de la transferencia por arco de roció en cuanto al espesor del trabajo y la posición de soldadura se han superado en gran medida mediante el empleo de fuente de poder de diseño especial llamadas sinérgicas, que producen formas de onda y frecuencias cuidadosamente controladas que “pulsan” la corriente de soldadura.

La ventaja fundamental de este método es la importante reducción de calor aplicado que se produce con respecto al método arco-spray, lo cual se traduce en la posibilidad de soldar en spray en espesores de plancha delgados, obtener menores deformaciones y soldar en todas las posiciones, además se pueden utilizar diámetros de alambre mayores y se reducen las proyecciones variando su corriente pulsada.

#### **4.2.4.1 Corriente Pulsada**

Está compuesta por la Corriente de base y la corriente de Pico.

##### **4.2.4.1.1 Corriente de Base**

Es una corriente de baja intensidad, que existe en todo momento y es constante, la cual se denomina corriente de fondo o de base que mantiene el arco sin proporcionar energía suficiente para hacer que se formen gotas en la punta del alambre, a su vez sirve para precalentar y acondicionar el alambre que va avanzando continuamente

##### **4.2.4.1.2 Corriente de Pico**

Es una corriente de pulsos superpuesta de intensidad elevada denominada corriente de pico cuya amplitud es mayor que la corriente de transición necesaria para establecer la transferencia spray. Durante este pulso se forman y se transfieren uno o más gotas, la frecuencia y amplitud de los pulsos controlan el nivel de energía del arco y por lo tanto la rapidez con que se funde el alambre.

La gota saltará cuando se aplique una corriente de pico, con este tipo se produce una ganancia en penetración gracias a la elevada intensidad que se produce durante la pulsación y al mismo tiempo una reducción del consumo de energía.



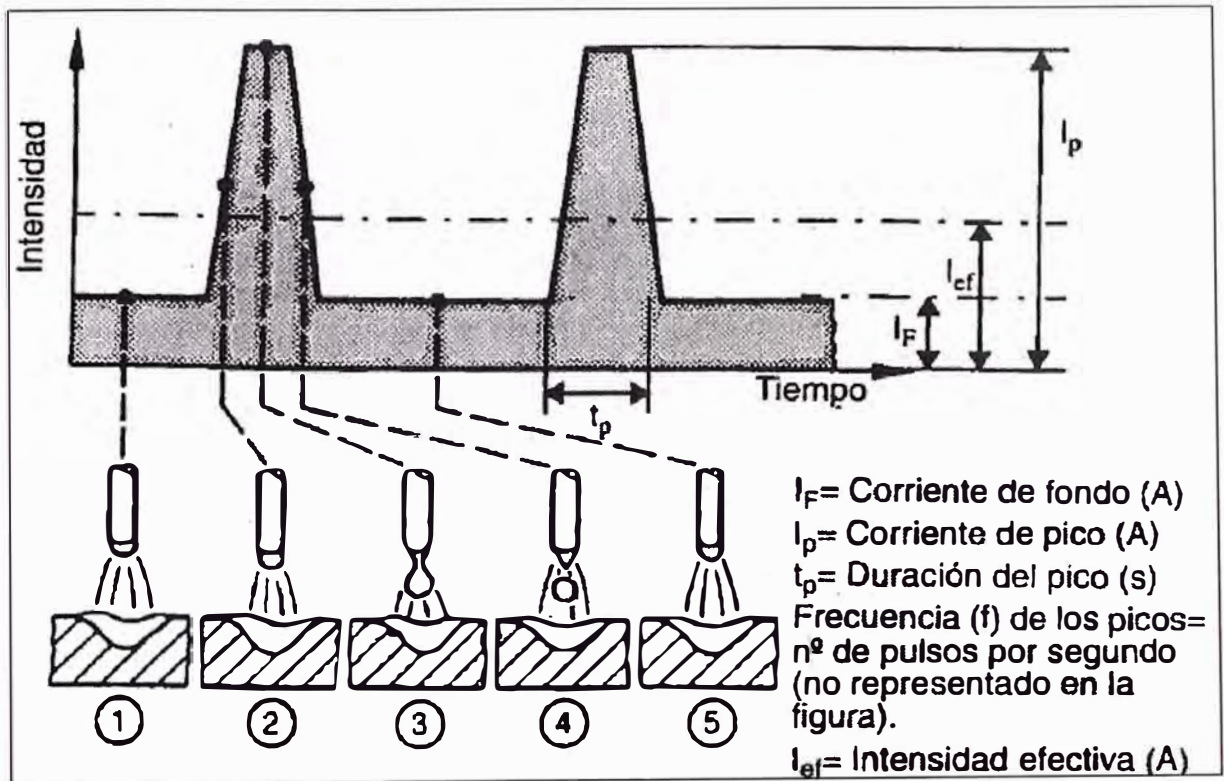


Fig.4.9 Transferencia Spray Pulsado  
Fuente: Manual del Soldador (Cesol)

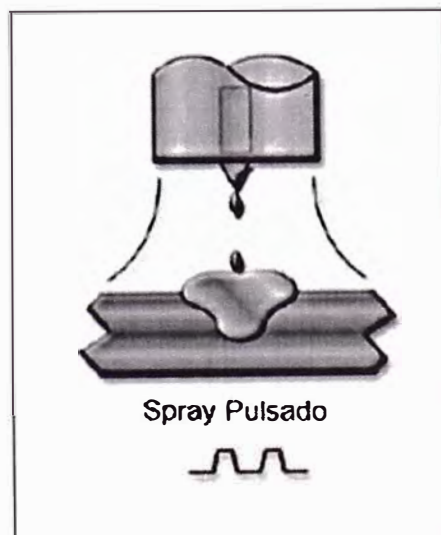


Fig.4.10 Transferencia spray Pulsado  
Fuente: Manual del soldador

## 4.3 MÁQUINAS DE SOLDAR GMAW

### 4.3.1 Fuentes Convencionales GMAW

La norma NEMA define una fuente de potencia de voltaje constante como sigue "Una fuente de potencia de voltaje constante para soldadura por arco es una que cuenta con un mecanismo para ajustar el voltaje de carga y que tiene una curva Voltaje-Amperaje estática que tiende a producir un voltaje de carga relativamente constante. La corriente de carga, a un voltaje de carga dado, varía con la rapidez con que el alambre solido se alimenta del arco.

Las fuentes convencionales son máquinas de soldar que trabajan a voltaje constante y tienen ciclo de trabajo definidos en 60% trabajando con parámetros de soldadura al límite de Voltaje promedio de 30 voltios y 300 amperios de corriente de salida.

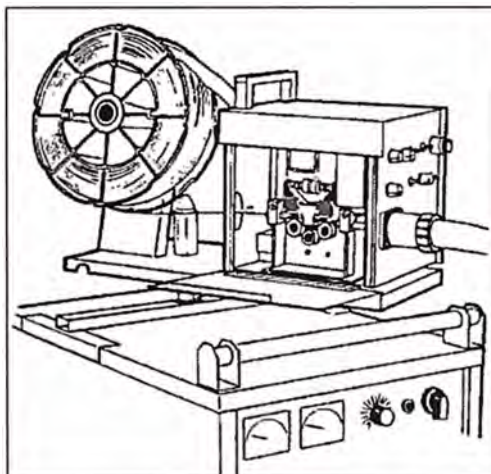


Fig.4.11 Fuente convencional  
Fuente: Manual del Soldador (Cesol)

### **4.3.2 Fuentes Sinérgicas GMAW**

Son máquinas de alta tecnología electrónica que producen formas de onda y frecuencias cuidadosamente controladas que “pulsan” la corriente de soldadura según la velocidad de alimentación del alambre escogido y que poseen un ciclo de trabajo de 100%, autorregulando los parámetros de soldadura programados, disminuyen el consumo de la energía de operación y pueden trabajar con parámetros de soldadura de corriente y voltaje elevados, Amperaje 500 A.

Cuando el operario ajusta la velocidad de alimentación del alambre, la operación sinérgica ajusta la forma de onda y la frecuencia automáticamente, La operación sinérgica de la máquina facilita el uso, incluso por un soldador principiante, con un simple botón que controla todas las operaciones. Además, sus sofisticados circuitos electrónicos internos son también “adaptables” para ajustar las variaciones en el stickout, separación o ángulo de la pistola.

Debido a que el proceso MIG Pulsado puede ir a rangos más altos y tiene pulsos de corriente altos, debe funcionar “más caliente” que los procesos MIG usados anteriormente. Por esta razón, un operario debe escoger una pistola de soldadura más grande, posiblemente refrigerada por agua, que esté dimensionada para la corriente adecuada.

Las longitudes de los cables se deben mantenerse por debajo a 15 m como regla general, el arrollamiento del sobrante crea inductancia, estos factores resultarán en una mejor característica específicamente en MIG Pulsado.

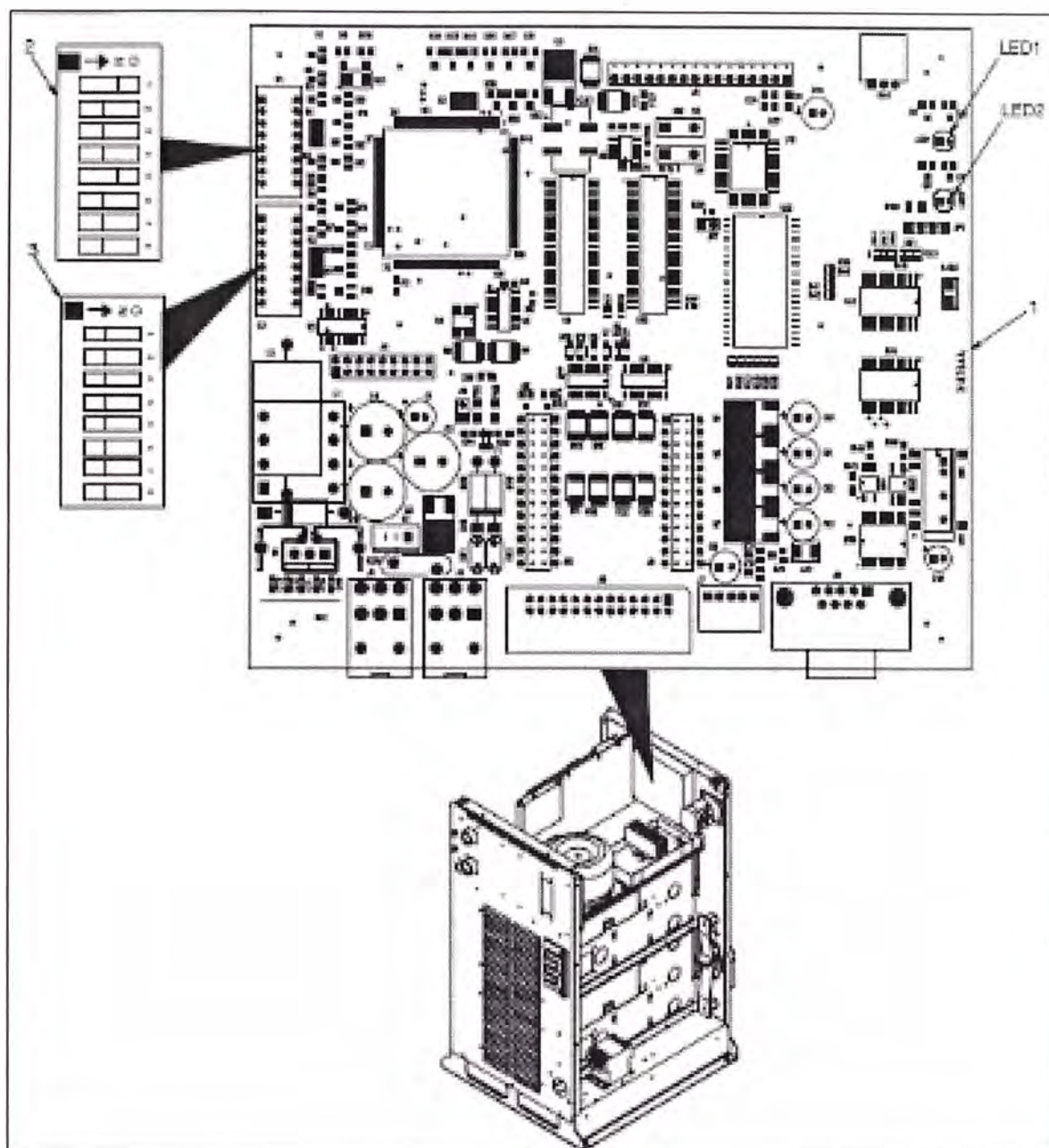


Fig. 4.12 Esquema de Fuente sinérgica.  
Fuente: Manual PIPEPRO 450 RFC

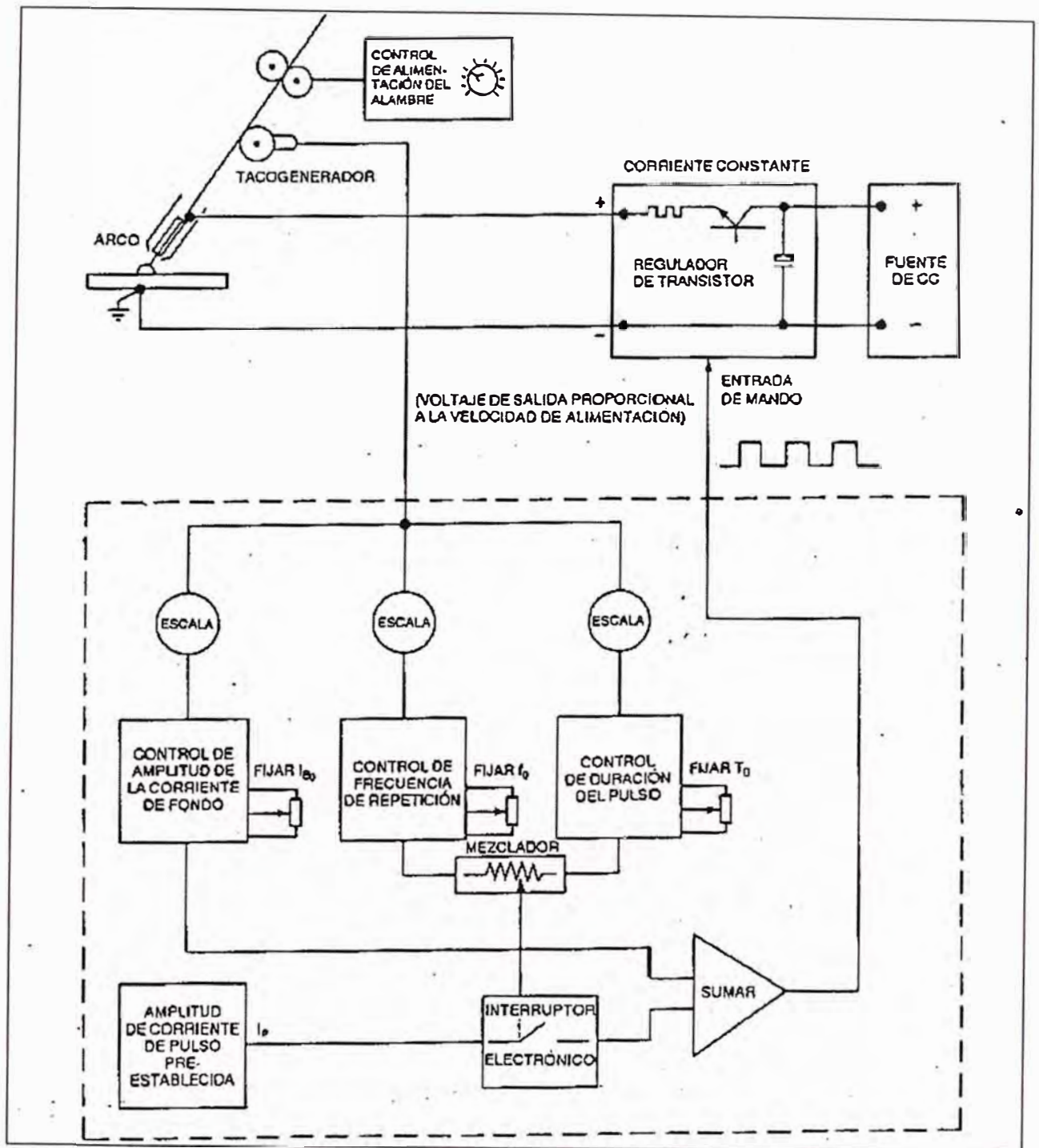


Fig. 4.13 Circuito base para la operación a pulsos sinérgicos.  
Fuente: Manual de soldadura (Handbook)

#### 4.4 EQUIPOS DE MECANIZACIÓN DE SOLDADURA GMAW

Son equipos acoplados a la fuente sinérgica del proceso GMAW, consiste en instalar una antorcha refrigerada por agua proveniente de la maleta de la fuente sinérgica a un carro de desplazamiento horizontal con parámetros de soldadura programados, dicho carro se desplaza sobre una riel de características flexibles o rígidas, a su vez el carro está instalado sobre una base fija (Viga lateral).

Los parámetros de soldadura principales para la mecanización son velocidad de avance, ancho del cordón, oscilación, fuerza de arco.

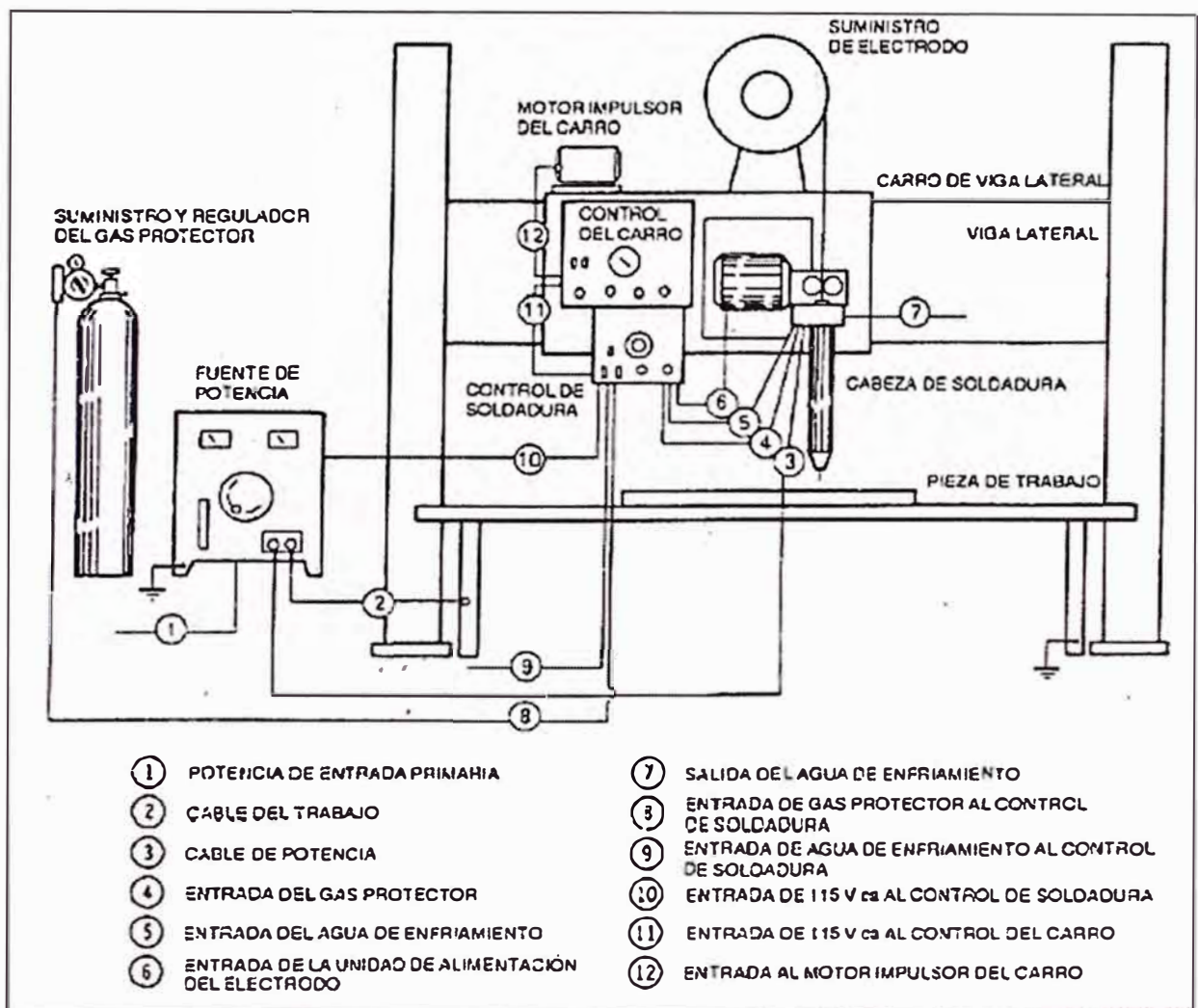


Fig. 4.14 sistema GMAW mecanizado.  
Fuente: Manual de soldadura (Handbook)

#### **4.5 PARÁMETROS DE SOLDADURA:**

Los parámetros de soldadura son las variables que pueden ser ajustados para controlar una soldadura y obtener los mejores resultados del proceso, las que siguen son algunas de las variables que afectan la penetración de la soldadura, geometría de la franja y la calidad global de la soldadura:

- a) Corriente de soldadura (velocidad de alimentación del alambre)
- b) Polaridad
- c) Voltaje del arco (Longitud del arco)
- d) Velocidad de avance
- e) Extensión del electrodo (Stickout)
- f) Orientación del electrodo (Angulo respecto la dirección de desplazamiento)
- g) Posición de soldadura
- h) Diámetro del electrodo
- i) Composición del gas protector
- j) Tasa de Flujo del gas protector.

##### **4.5.1 Parámetros GMAW convencionales**

Son valores que dependen principalmente de las variables convencionales de voltaje, amperaje, velocidad del alambre, diámetro del alambre.

##### **4.5.2 Parámetros GMAW mecanizado**

Son valores que dependen de las variables convencionales sumadas a las variables de fuerza de arco, oscilación, ancho del cordón, altura de tobera, velocidad del carrito.

#### **4.6 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Es el documento que provee las directrices para realizar la correcta soldadura ejecutada por el soldador u operador mediante el uso de los parámetros de soldadura.


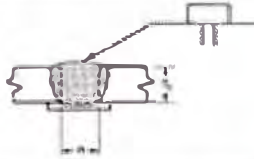
		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		Código	GP-PRC-02-01			
		REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)		Revisión	1			
				Fecha	07-01-2013			
				Página	1 de 1			
<b>DE ACUERDO A AWS D1.1- 2010</b>								
Nombre de la Compañía: GERENCIA DE PROYECTOS SAC			Registro N°: WPS-GP-100					
Proceso(s) de soldadura: GMAW			Revisión: 1		Fecha: 01-09-2013			
Soporte PQR N°(s): Procedimiento Precalificado			Elaborado por: Hugo Icazaque					
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-L1a-GF)</b>			Tipo: Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo: Junta a tope sin biselado			Maquina : <input type="checkbox"/> Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>		Doble: <input type="checkbox"/>		<b>POSICIÓN</b>				
Respaldo: Sí: <input checked="" type="checkbox"/>		No : <input type="checkbox"/>		Posición : PLANA				
Material de respaldo: ASTM A38			Progresión : ---					
Abertura de raíz (C) : 6 mm		Dimensión cara raíz (f) : ---		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>				
Tolerancia: +1,-0 mm		Tolerancia: ---		Modo de transferencia (GMAW)				
Ángulo de bisel(α) : 0°		Tolerancia: ---						
Soldadura de respaldo		Sí: <input type="checkbox"/> No : <input checked="" type="checkbox"/>		Globular: <input type="checkbox"/> Spray : <input checked="" type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>				
Método de ranurado de raíz: Disco Abrasivo			Corriente: CA : <input type="checkbox"/> CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>					
<b>METAL BASE</b>			Otro: ---					
Especificación del material: ASTM A536			Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---					
Tipo o Grado : ---			Tamaño: ---					
Espesor (T1) : 6 mm		Filete : ---		Tipo: ---				
Diámetro (tubo) : ---			<b>TÉCNICA</b>					
<b>METAL DE APORTE</b>			Arrastre u oscilación: 1° pase arrastre, resto con oscilación.					
Especificación AWS: A 5.18			Pasada simple o múltiple: Múltiple					
Clasificación AWS : ER70S-6			Número de electrodos: 1					
Nombre Comercial : CARBOFIL PS-6 GC			Espaciado de electrodos: ---					
<b>PROTECCIÓN</b>			Longitudinal: ---					
Fundente: ---		Gas: Mezcla		Ángulo: ---				
Composición del Gas : 80%AR+20% CO2			Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: 12-16 mm					
Fundente-electrodo (clase) : ---			Forjado : ---					
Ratio de alimentación : 30-35CFH			Limpieza entre pasadas: 1° pase esmerilado, resto escobillado.					
Tamaño de la copa : 16 mm								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>			<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>					
Temperatura de precalentamiento, mínima: T. Amb(Anexo I)			Temperatura : ---					
Temperatura entre pases, mínima : T. Amb(Anexo I)			Tiempo : ---					
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1-1	GMAW	ER70 S-6	1.0	CCEP	200-220	25-28	19-22	

Fig. 4.15 WPS GMAW Convencional.

Fuente: WPS-GP-100.



# CAPÍTULO 5

## DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### 5.1. DIAGRAMA DE MEDIOS-FINES

Se determinó la necesidad siguiente:

- 1°. Seleccionar equipos del sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.
- 2°. Instalar el sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.
- 3°. Realizar pruebas de operación, producción y control de calidad del sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.
- 4°. Estimar los costos, tiempos de implementación y rentabilidad del sistema de fabricación GMAW mecanizado.

A efectos de ordenar los procedimientos y lograr el objetivo principal se ha delineado el correlato entre los medios y los fines, cuya síntesis se presenta en la figura 5.1.

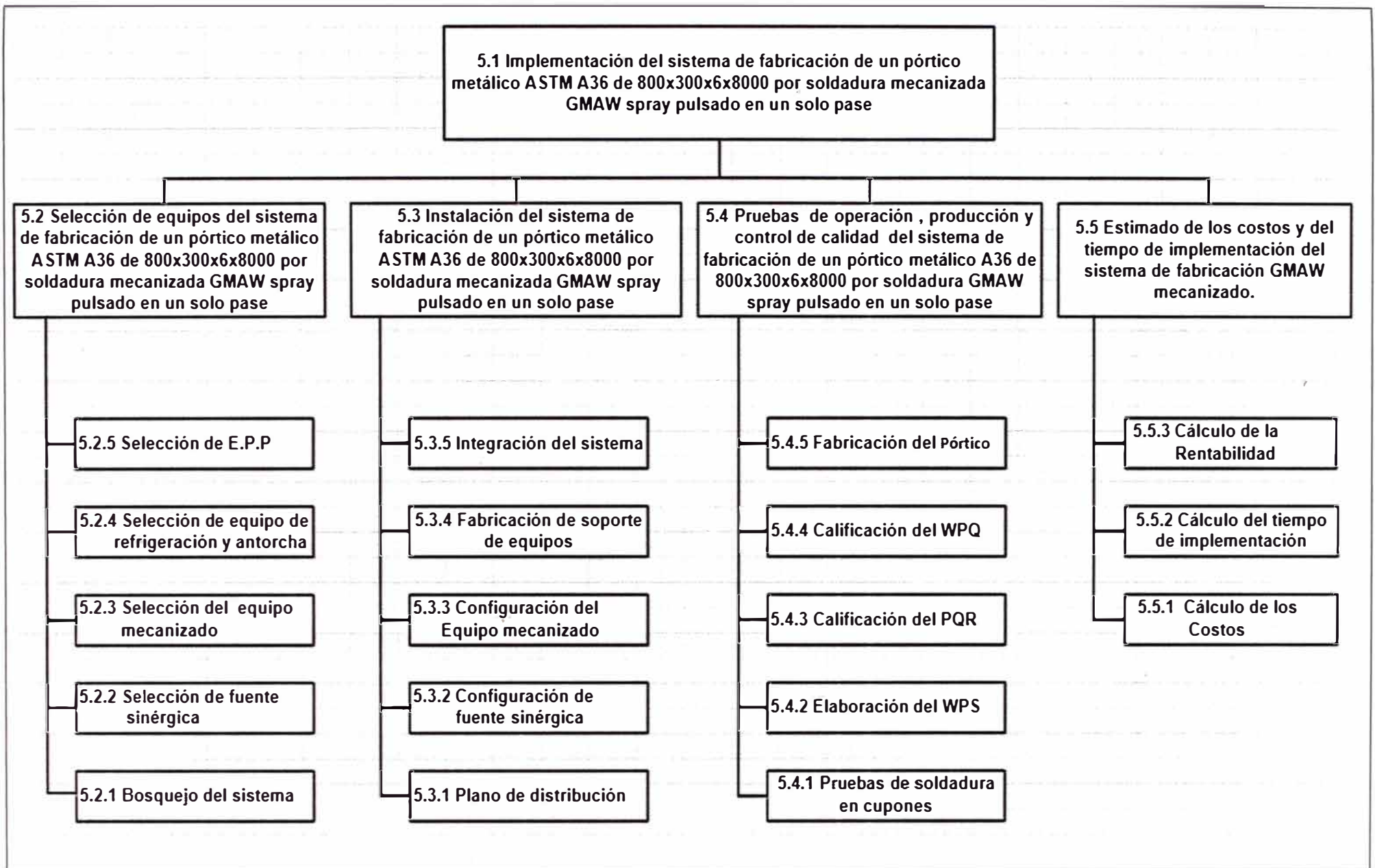


Fig. 5.1 Diagrama de medios y fines.

**5.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800X300X6X8000 POR SOLDADURA MECANIZADA GMAW SPRAY PULSADA EN UN SOLO PASE.**

**5.2.1 Bosquejo del Sistema**

El sistema se presenta en la Fig. 5.2

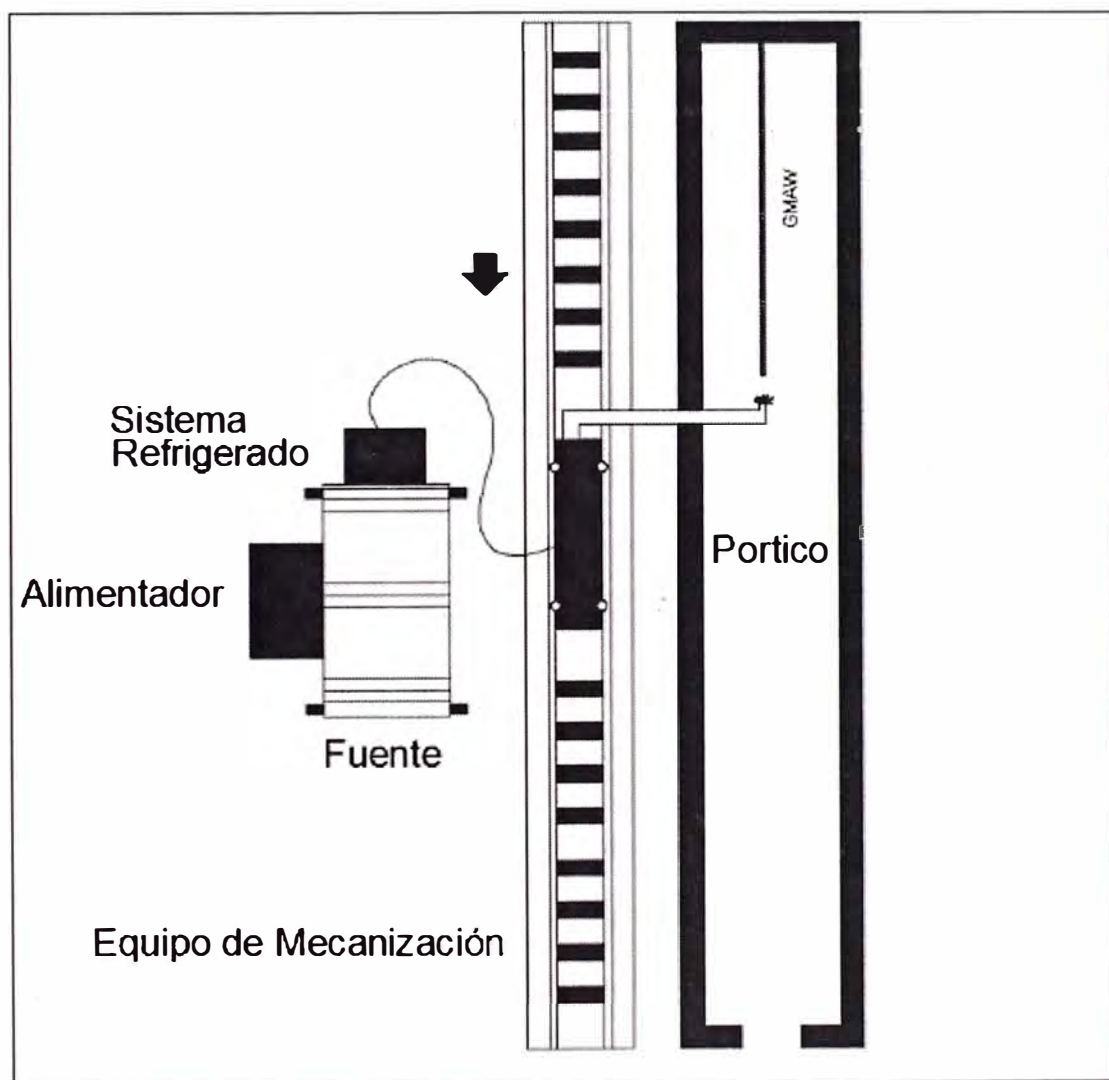


Fig. 5.2 Bosquejo del sistema mecanizado  
Fuente: Propia

## **5.2.2 Selección de fuente sinérgica**

Se tomó las siguientes consideraciones:

### **5.2.2.1 Ciclo de trabajo**

Al implementar un sistema de trabajo mecanizado a plena carga, se requiere seleccionar una fuente sinérgica de ciclo de trabajo 100%.

### **5.2.2.2 Parámetros de soldadura**

Para realizar el proceso de soldadura GMAW en transferencia en spray pulsado se requiere que los parámetros de salida de la fuente de energía entreguen Intensidades de corriente en un rango de 150-500 Amperios y rangos de Voltajes de 24-40 Voltios.

### **5.2.2.3 Autorregulación de parámetros de soldadura**

Se requiere un ajuste rápido de parámetros de soldadura por el microprocesador de la tarjeta lógica de la fuente, esto es requerido debido a las discontinuidades de abertura de junta y posición de soldadura.

### **5.2.2.4 Versatilidad**

La fuente de energía debe ser versátil para producir las soldaduras de estructuras utilizando procesos convencionales y avanzados con aplicaciones de taller y de campo, es vital seleccionar fuentes multiproceso en SMAW, GTAW, GMAW, GMAW PRO-PULSE, GMAW-RMD Pro, FCAW y Air Carbon Arc.

### **GMAW PRO-PULSE**

En la opción de proceso GMAW pulsado la fuente utiliza rampas de corriente constante con control de tensión constante de picos y fondos, La respuesta adaptativa es controlado por los actuales niveles máximos y mínimos. Los beneficios son longitudes de arco más cortas, mejor control del charco, más tolerante de la variación del stickout, menos ruido audible, disminución de arco errático, este tipo de transferencia soldadura permite aumentar cada vez la velocidad de desplazamiento y la deposición, permitiendo trabajar con juntas de preparación cerrada.

#### **5.2.2.5 Autorefrigeración de componentes del equipo**

Debido a los altos parámetros de corriente de pico, voltaje de salida y ciclo de trabajo 100%, se requiere que la fuente tenga refrigeración, este tipo de tecnología se le llama túnel de viento que hace circular el aire a través de componentes que requieren refrigeración, no sobre los circuitos electrónicos, lo que reduce los contaminantes y mejora su desempeño en el ciclo de trabajo.

El sistema de refrigeración funciona sólo cuando sea necesario. Reduce la cantidad de contaminantes en el aire arrastrado a través de la máquina.

#### **5.2.2.6 Fácil Programación**

Se requiere que la programación de los parámetros de soldadura sea en una interfaz manual presentada en el panel frontal de la fuente y/o programación con software usando un puerto de conexión de PC-Fuente.

### **5.2.2.7 Unidad de Alimentación compatible**

Se requiere que el alimentador de alambre disponga de un sistema que le permita variar la velocidad de avance del alambre, así como la válvula magnética para el paso del gas, trabajando con Intensidades de corriente en un rango de 150-500 Amperios y rangos de Voltajes de 24-40 Voltios y compatible con la fuente sinérgica.

#### **Diseño de carcasa robusto:**

Se requiere que el alimentador del alambre sea resistente al impacto para que se pueda utilizar en taller y obra, protegiendo el cable y la unidad mecanismo de la humedad, el polvo y contaminación.

#### **Panel de control:**

Se requiere que la unidad de alimentación provea de un panel de parámetros de soldadura, mostrando la velocidad de salida de alambre, voltaje.

#### **Portabilidad:**

Se requiere que el alimentador sea ligero, portátil, que se puede utilizar con 15 m. de cables de la fuente de alimentación.

Según las consideraciones descritas, se seleccionó:

- Fuente sinérgica

**PIPEPRO 450 RFC**

- Unidad de alimentación

**PIPEPRO 12 RC SUITCASE**

Parámetros de salida	Rango de Voltaje	Fases	Salida KVA	Salida KW	Salida IP	Peso (Kg)	Procesos de soldadura
I = 450 A Corriente máxima  VDC = 37 v Voltaje  n = 100% ciclo de trabajo	10 a 44 V	Trifásica	19.9	19.2	23	P = 74	SMAW GMAW GMAW-RMD GMAW-Pulsado FCAW GTAW Air carbon Arc

Fig. 5.3 Especificaciones de la Fuente PIPEPRO 450 RFC

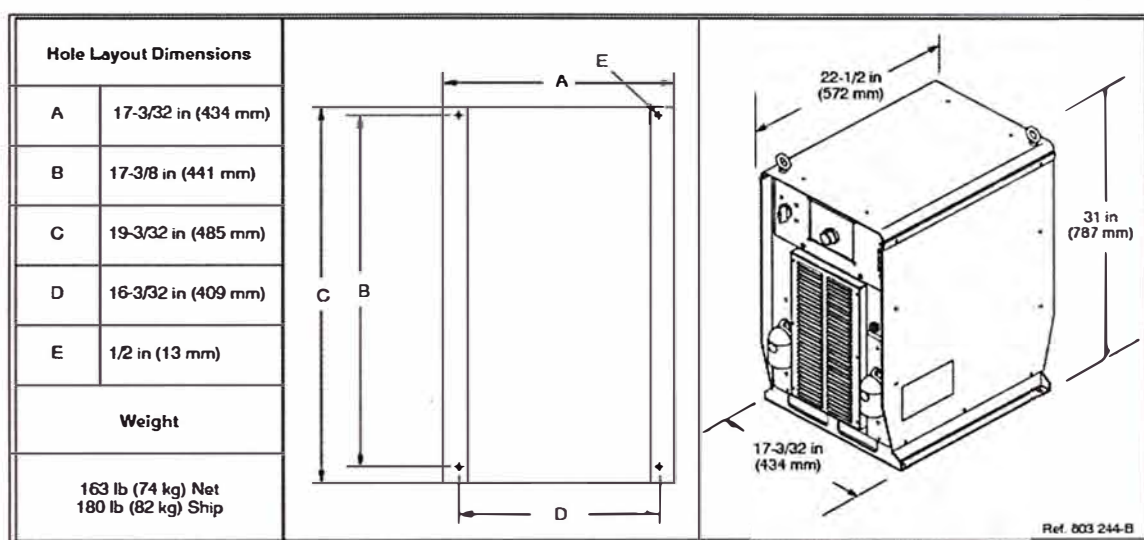
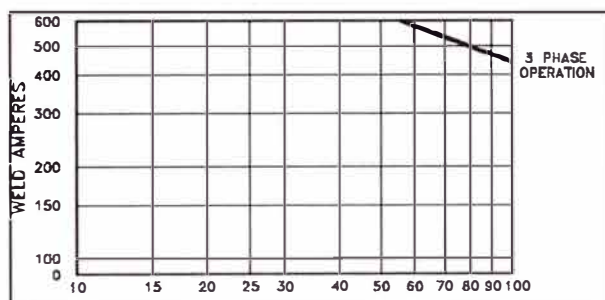
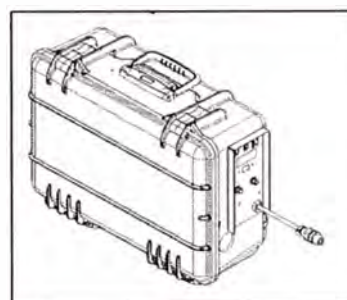


Fig. 5.4 Dimensiones Fuente PIPEPRO 450 RFC



Ciclo de Trabajo  
Fig.5.5 Ciclo de trabajo de la fuente sinérgica



Suitcase PIPEPRO 12 RC  
Fig. 5.6 Alimentador

Tipo de Fuente para soldar	Entrada nominal del circuito de soldadura	Velocidad de alimentación de alambre	Diámetro del alambre (mm)	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
PIPEPRO 450 RFC con 14 pines y control de contactor	I = 500A VDC = 40 voltios n = 100% ciclo de trabajo	50-70 ppm	0.6 -2.0	P = 11.6	Largo : 508 Ancho : 203 Alto : 394

Fig. 5.7 Especificaciones del alimentador suitcase PIPEPRO 12 RC

### **5.2.3 Selección de equipo para mecanización**

Se tomó las siguientes consideraciones:

#### **5.2.3.1 Carro de desplazamiento**

Se requiere seleccionar junto a la fuente sinérgica de soldadura un carro de desplazamiento de precisión robusto fiable para el uso sobre una pista flexible que le permita operar en superficies rectas o curvas en combinación con controles, soportes de montaje, brazos de bastidor de ajuste horizontal y vertical que permita la oscilación automática a velocidades controladas de la antorcha de soldadura mecanizada a lo largo de la trayectoria deseada.

#### **5.2.3.2 Indexación y sentido de marcha**

El carro de desplazamiento debe controlar el sentido de marcha, la velocidad y la longitud del camino recorrido y sincronizar con el inicio y parada de soldadura. La opción de indexación que combina el control del movimiento del carro y de arranque permite precisión en el uso de los parámetros de soldadura, esto automatiza totalmente y aumenta la eficiencia de las operaciones de soldadura de superposición.

#### **5.2.3.3 Configuración Múltiple**

Se requiere que el carro oscilador compacto mecanizado de combinación tenga la opción de trabajo en posición lineal y radial operando la fabricación por soldadura sobre rieles rígidos o flexibles, equipado con un micro control programable con una realimentación en bucle cerrado.

#### **5.2.3.4 Parámetros de soldadura**

Para realizar el proceso de soldadura GMAW en transferencia en spray pulsado se requiere un equipo mecanizado que permita controlar los parámetros de salida del carrito oscilador mecanizado tanto en el ancho del cordón de soldadura , fuerza de Arco, velocidad del carrito , altura de tobera.



### 5.2.3.5 Ciclo de trabajo

Al implementar un sistema de trabajo mecanizado a plena carga, se requiere seleccionar un equipo de ciclo de trabajo 100%, para aumentar la producción y mejorar la calidad de la soldadura mecanizada.

### 5.2.3.6 Fácil Programación

Se requiere que la programación de los parámetros de soldadura sea en una interfaz manual presentada en el panel frontal de la fuente, usualmente se usan hasta 10 programas de soldadura de producción y almacenaje.

Según las consideraciones descritas, se seleccionó:

El equipo mecanizado **GULLCO KAT GK-200-FLC-L**.

Modelo de equipo Mecanizado	Rango de velocidad (Cm/min)	Voltaje Motor (VDC)	Generales	Carga vertical (kg)	Peso (Kg)
<b>GK-200-FLC-L</b> F = Tipo de pista Flexible L = Rango de Velocidad baja C= Voltaje de suministro 230 VAC L = Tipo de cabezal oscilación lineal	2 a 65.4	24	Fase : Monofásica Voltaje 230 VAC Potencia : 200 watts Frecuencia 50-60 Hertz	45	P = 13

Fig. 5.8 Especificaciones del carrito GULLCO KAT GK-200-FLC-L

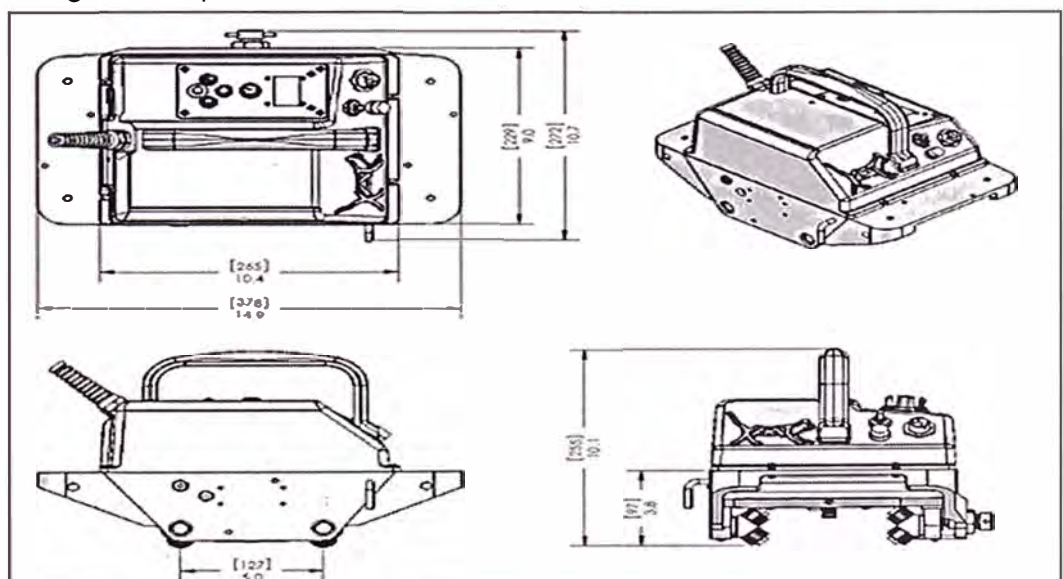


Fig. 5.9 Dimensiones del Carrito GULLCO KAT GK-200-FLC-L

## **5.2.4 Selección de equipo de refrigeración y antorcha**

Se tomó las siguientes consideraciones:

### **5.2.4.1 Selección de equipo de refrigeración**

El equipo de refrigeración debe ser seleccionado para trabajar con antorchas enfriadas por agua con corrientes nominales de 500 amperios y capacidad de líquido refrigerante de 3 galones en proceso GMAW, su diseño debe ser horizontal compacto y de bajo peso que permita montarlo con la fuente sinérgica, con indicador de flujo de refrigerante en panel frontal con protección térmica contra sobrecalentamiento.

Se debe seleccionar el equipo con diseño de circuito cerrado con el radiador el cual reduce la temperatura de refrigerante e impide que el sistema se sobrecaliente. El diseño de circuito cerrado recircula el líquido refrigerante a través de un intercambiador de calor enfriado por ventilador.

### **5.2.4.2 Selección del refrigerante**

El refrigerante se seleccionara en botellas de plástico reciclables en múltiplos de cuatro en 1 galón, el refrigerante contiene una base de glicol de etileno y agua desionizada, tendrá como característica un alto rango de temperatura de operación para proteger contra la congelación a  $-38^{\circ}$  Centígrados o hirviendo a  $108^{\circ}$  Centígrados, el refrigerante deberá Inhibir afloraciones de óxido y sarro en tuberías, recirculadores y antorchas

### 5.2.4.3 Selección de Antorcha

La Antorchas debe ser seleccionada según:

Refrigeración de la antorcha: Por Agua

Ciclo de trabajo: 100%

Capacidad de Refrigeración: 800 w

Diámetro del Alambre: Ø 1.0 - 1.6 mm

Rango de Amperaje: 500 A utilizando Gas CO2

450 A utilizando Gas mezcla

Ergonomía: empuñadura corta para una mejor accesibilidad.

GRIP: componentes blandos en el área de la empuñadura, agarre perfecto.

Rótula completa: que mejora la manejabilidad.

Según las consideraciones descritas, se seleccionó:

- Equipo de refrigeración **COOLMATE 3**
- Refrigerante para soldadura GMAW Antifreeze colant 043-809.
- Antorcha Binzel MB 501 D de 500 A.

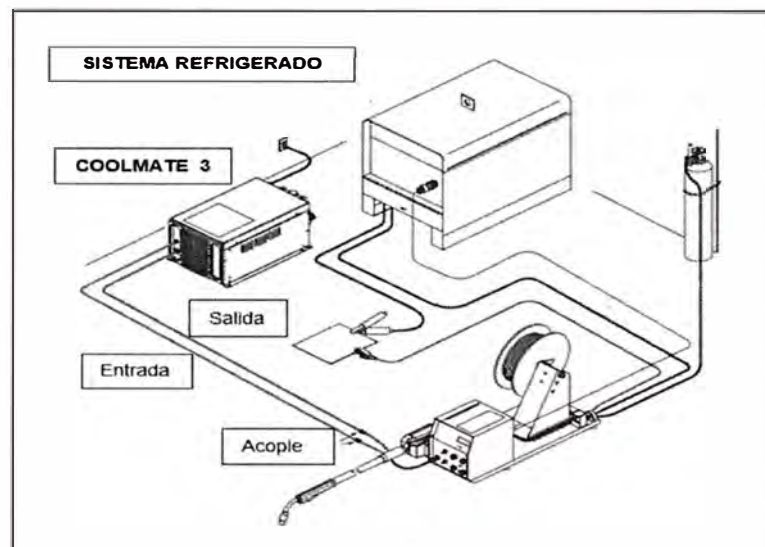


Fig. 5.10 Sistema refrigerado por agua con COOLMATE 3

Equipo de refrigeración	Corriente máxima de trabajo	Parámetros del equipo de refrigeración	Capacidad de refrigeración	Capacidad del tanque (Gal)	Peso (Kg)
<b>COOLMATE 3</b> Dimensiones : 584x305x337	500 A	Voltaje =230 v Amperaje = 3 A F = 50/60 Hertz Fase =monofásica Capacidad IP = 23	Máximo = 4.7 L/Min	3	P=18

Fig. 5.11 Especificaciones del equipo de refrigeración COOLMATE 3

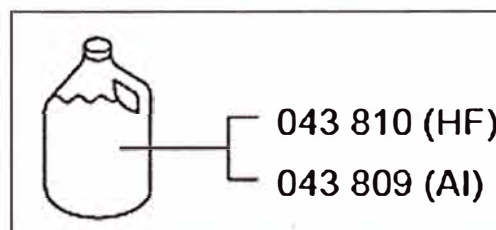


Fig. 5.12 refrigerante por agua 043-809 para GMAW

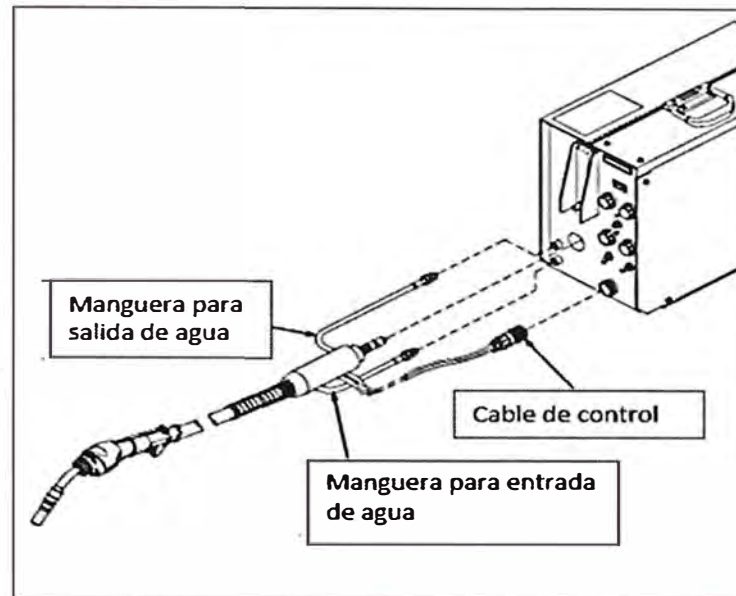


Fig.5.13 Antorcha Binzel MB 501 D de 500 A

### 5.2.5 Selección de E.P.P

La selección del casco de soldar debe ser en función de garantizar la atenuación automática, alto blindaje contra calor y radiación, protección continua contra la radiación ultravioleta e infrarroja y óptimo confort de uso.

Para proteger la visión del operador de soldadura, producto de la luminosidad del proceso GMAW pulsado se debe seleccionar un casco de operador especial con regulación automática sensible.

Según las consideraciones descritas, se seleccionó:

- Casco de soldar SPEEDGLAS 9100

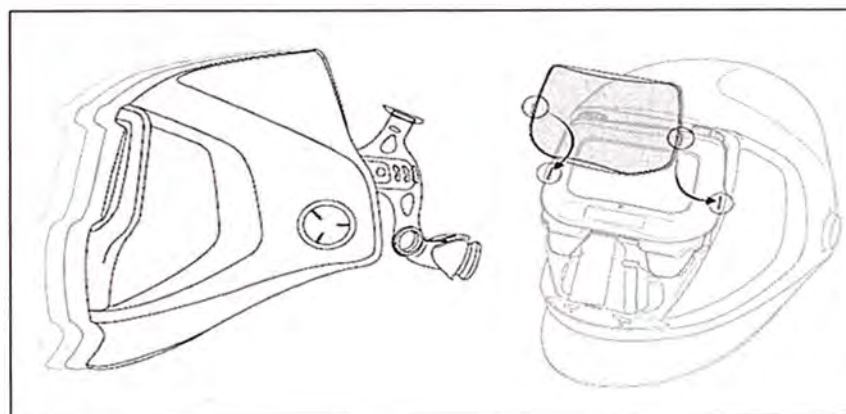


Fig. 5.14 Careta de soldar fotosensible

**5.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800X300X6X8000 POR SOLDADURA MECANIZADA GMAW SPRAY PULSADO EN UN SOLO PASE.**

**5.3.1 Plano de distribución del sistema mecanizado**

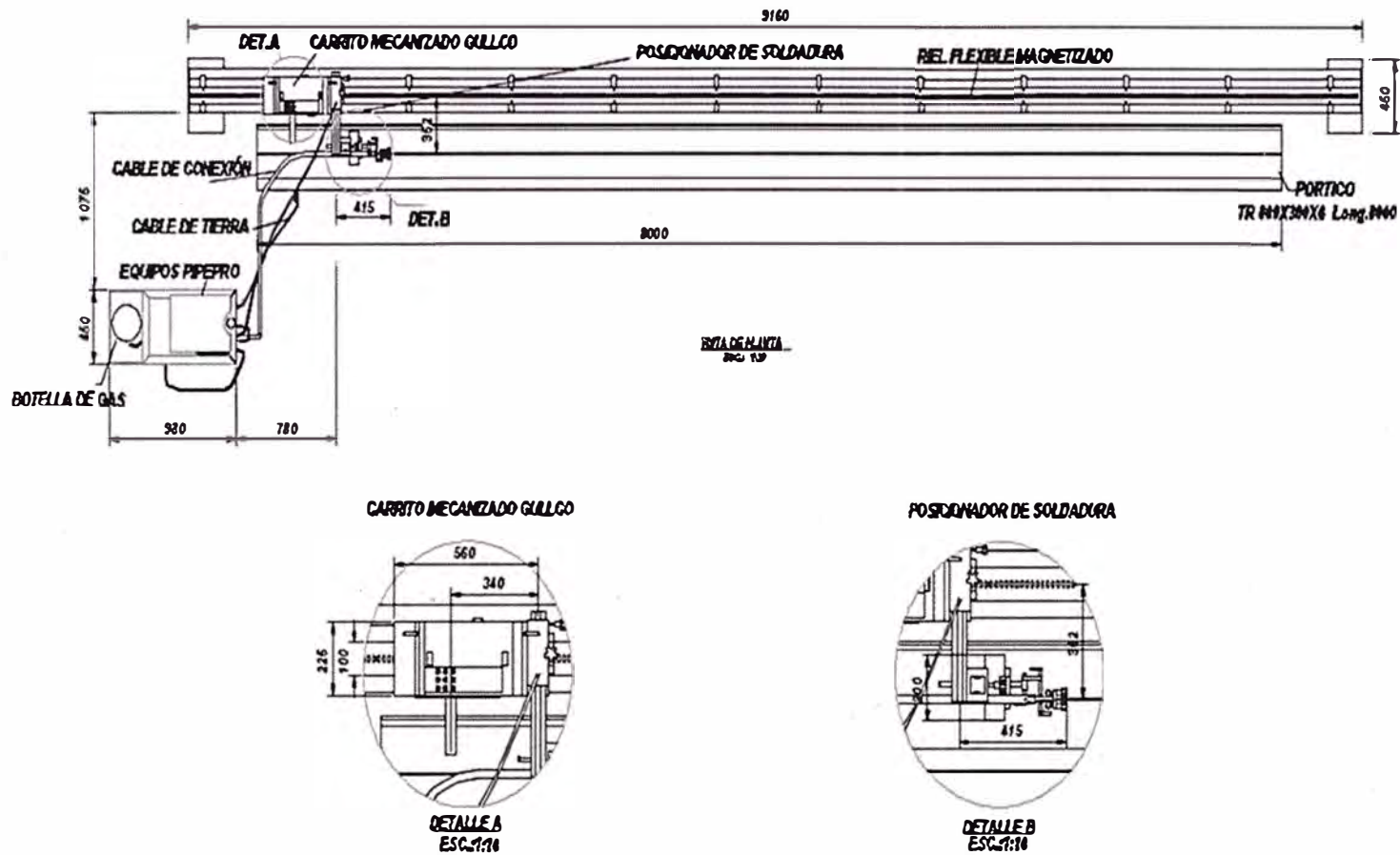


Fig. 5.15 Plano de distribución de equipos del sistema mecanizado  
Fuente: Propia

### **5.3.2 Configuración de Fuente sinérgica PIPEPRO 450 RFC**

Se tomó las siguientes consideraciones:

#### **5.3.2.1 Configuración del proceso de Soldadura**

Se enciende la fuente de poder con el interruptor de encendido (aproximadamente 30 segundos para la operación completa), se utiliza el mando de ajuste para seleccionar un número de programa que desee de la 1 a la 8. Para realizar el proceso de soldadura GMAW en transferencia en spray pulsado configuramos la Fuente PIPEPRO 450 RFC, utilizando el selector del panel frontal presione el botón de configuración en la opción GMAW PRO-PULSE utilizando la perilla.

#### **5.3.2.2 Configuración del Aporte de Soldadura**

Se presiona el botón de instalación de nuevo y se utiliza el mando de ajuste para seleccionar tipo de alambre (STL Acero).

Se presiona el botón de instalación de nuevo y se utiliza el mando de ajuste para elegir tipo de aleación (clasificación del metal de aportación).

Se presiona el botón de instalación de nuevo y se utiliza el mando de ajuste para elegir el diámetro de alambre.

Material del Alambre = Acero (STL)

Diámetro del Alambre = 1.2 mm

Clasificación del Aporte = AWS A 5.18

#### **5.3.2.3 Configuración del tipo de Gas**

Presione el botón de instalación de nuevo. Utilice el mando de ajuste para elegir la mezcla de gas.

Tipo de gas = Mezcla (80% AR+20% CO<sub>2</sub>)

#### **5.3.2.4 Configuración de Parámetros de soldadura de la Fuente**

##### **PIPEPRO 450 RFC**

Para la programación de los parámetros de soldadura en la fuente sinérgica, se configura utilizando la interfaz manual presentada en su panel frontal, asignando valores numéricos de:

Fuerza de arco = 10, Polaridad = CCEP.

#### **5.3.2.5 PROG LOAD**

Presione el botón de instalación de nuevo, en la pantalla se lee PROG LOAD y la fuente de poder está ahora listo para la operación de soldadura.

##### **Almacenamiento en Memoria**

A fin de que las selecciones se conserven en la memoria, el pulsador de configuración debe ser presionado hasta seis veces antes de cualquier otro se pulsa el botón. Las pantallas se muestran temporalmente "CARGA PROG" para indicar que los datos se almacenan en memoria.



### 5.3.2.6 Configuración de la Unidad de Alimentación SUITCASE PIPEPRO 12 RC

Para la configuración de la unidad de alimentación se configura los parámetros de soldadura del alimentador, utilizando la interfaz manual presentada en su panel frontal, asignando valores numéricos de:

Trim = 69, variable de longitud de arco que define el Voltaje del proceso (V = 30 Voltios).

Velocidad del alambre = 434 IPM que define el amperaje (I = 235 Amperios).

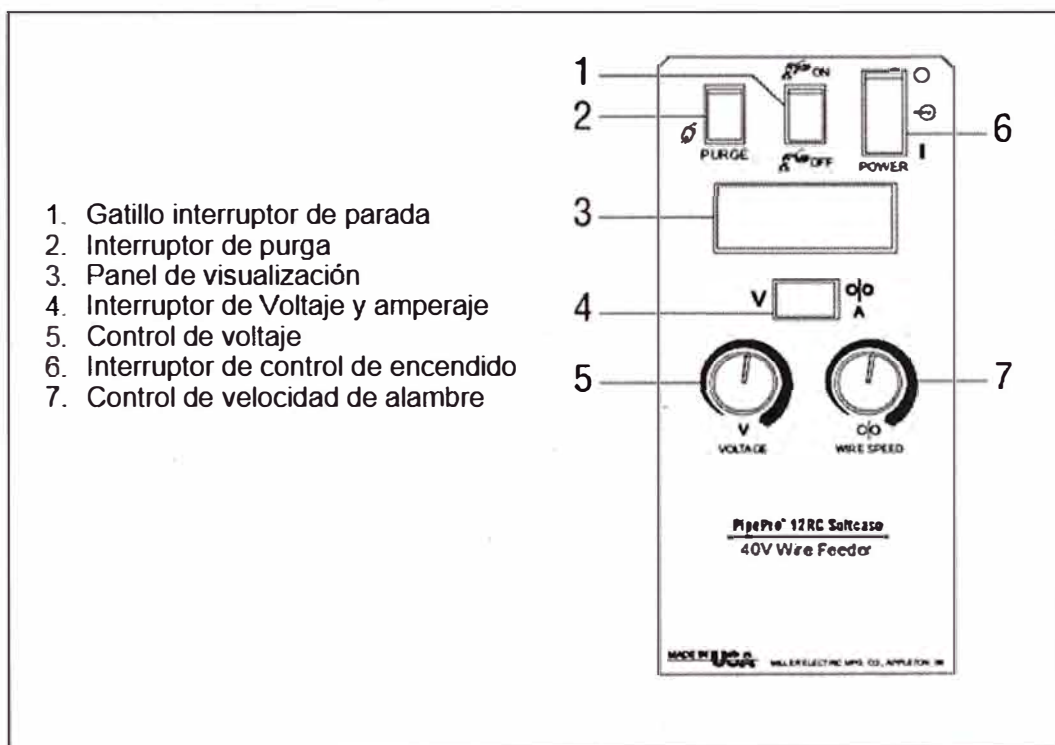


Fig.5.16 Controles del Panel frontal PIPEPRO 12 RC  
Fuente: Manual Suitcase PIPEPRO 12 RC

### 5.3.2.7 Controles del panel frontal PIPEPRO 450 RFC

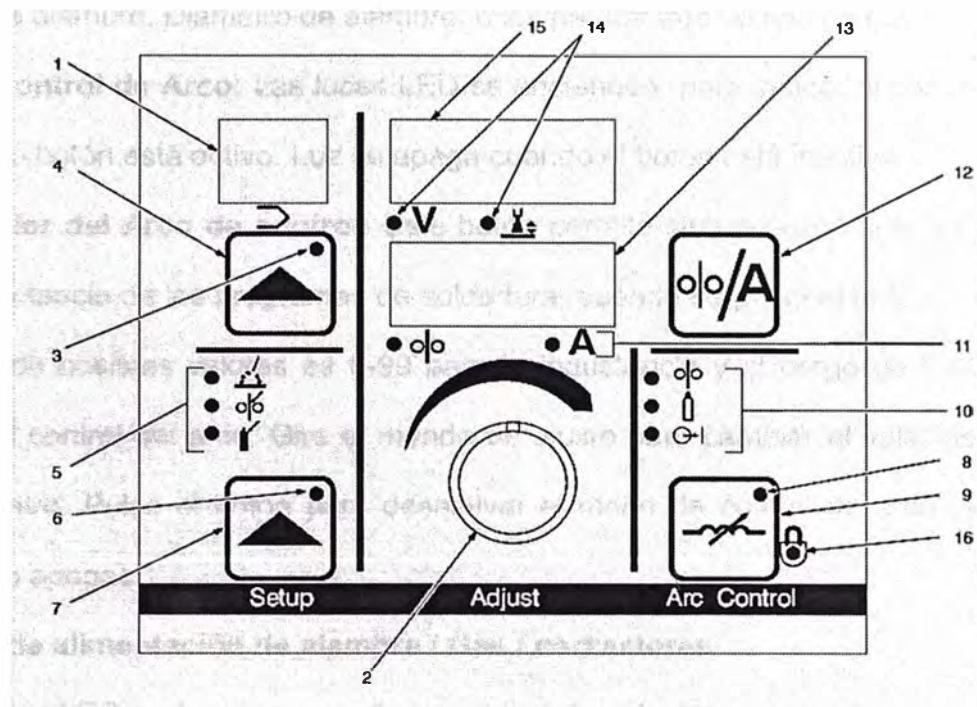


Fig.5.17 Controles del Panel frontal PIPEPRO 450 RFC  
Fuente: Manual PIPEPRO 450 RFC

1. **Programa de Pantalla:** muestra el número del programa activo.
2. **Ajuste la perilla :** Gire el programa Ajuste la perilla para cambiar Número, Configuración, Control de Arco y soldadura, parámetros.
3. **LED del Pulsador para Programar:** Las luces LED brillan cuando el pulsador program está activo.
4. **Pulsador de Programa:** Pulse el botón (LED) y gire la perilla para seleccionar el programa activo, El programa no se puede cambiar a través del panel frontal mientras se suelda.
5. **Indicadores del modo de configuración:** El LED se enciende para indicar que el modo de configuración está activa, los parámetros del modo de configuración se muestran en la pantalla.
6. **LED del botón pulsador para Configuración:** Las luces LED indican el modo activo de configuración.

- 7. Pulsador para configuración:** Pulse el botón para seleccionar Procesos, Tipo de alambre, Diámetro de alambre, o los parámetros de tipo de gas.
- 8. LED Control de Arco:** Las luces LED se encienden para indicar el control de Arco botón está activo. Luz se apaga cuando el botón está inactiva.
- 9. Pulsador del Arco de control:** Este botón permite sintonización fina para la inductancia de los programas de soldadura, cuando se pulsa el botón, La gama de posibles valores es 0-99 para la inductancia y el rango de 0-50 para el control del arco. Gire el mando de ajuste para cambiar el valor del parámetro. Pulse el botón para desactivar el modo de control de arco (el LED se apaga).
- 10. LEDs de alimentación de alambre / Gas / contactores**

Las luces LED se iluminan cuando la salida del contactor se conecta,
- 11. LED de Amperaje y Velocidad del alambre**
- 12. Pulsador de Amperaje y Velocidad de alimentación:** Este botón muestra el amperaje y la velocidad de alimentación, alternadamente muestran información en pulsos, MIG, Pro-pulso y los procesos de RMD-Pro, además se utiliza para activar y desactivar el contactor de modo del panel.
- 13. Pantalla Inferior**

Pulse el botón de alimentación de alambre, amperaje en pantalla inferior (el LED aplicable en virtud de las luces de la pantalla inferior para indicar que se muestra). Al soldar se muestra el valor real. Si se ha seleccionado el amperaje para la visualización, la unidad mostrará el amperaje de soldadura real y mientras se suelda a menos que la unidad este en el modo visualización de Valores de comando.
- 14. LED de Voltaje y Ajuste de Arco:** El LED encendido indica si el voltaje o arco está activo.

- 15. Pantalla superior:** La pantalla superior muestra información diferente dependiendo de la función activa de la unidad y el proceso de soldadura a utilizar, Muestra la tensión real para GMAW a menos que un PDA con el software de gestión de archivos se ha fijado en la unidad en el modo "Valores de visualización de comandos"
- 16. LED de bloqueo:** se ilumina el LED de bloqueo cuando uno o más Programas se han bloqueado mediante un opcional PDA con Gestión de Programas PIPEPRO (PipeProMgr), esto puede indicar que algunos programas se han desactivado. El LED de bloqueo también se iluminará si el seleccionado programa es un programa personalizado (indicado por un C al lado del número de programa), lo que indica que no se puede cambiar desde el panel frontal, el panel frontal se puede restablecer (restableciendo los 8 programas) o un nuevo programa se puede cargar desde la PDA.

#### **Indicador del Proceso de soldadura**

Cuando este LED está encendido, gire el mando de ajuste y seleccione el proceso de soldadura deseado, las opciones incluyen la soldadura de pulso (aparece como PULS), Pro-pulso (aparece como PRO), la soldadura MIG (aparece como MIG), RMD-Pro (que se muestra como RMD), soldadura con electrodo revestido (aparece como STIK), soldadura TIG (aparece como LIFT TIG), núcleo fundente soldadura por arco (aparece como FCAW) y el desbaste de arco por carbono (aparece como CARB ARC).

#### **Indicador del tipo de Gas**

Cuando este LED está encendido, gire el mando de ajuste y seleccione el gas de soldadura deseado, opciones de tipo de gas varían de acuerdo con el proceso de soldadura seleccionado.

### 5.3.3 Configuración del Equipo mecanizado

#### KAT GK-200-FLC-L

Se tomó las siguientes consideraciones:

##### 5.3.3.1 Instalación del carro de desplazamiento

Se instala el carro de desplazamiento sobre los rieles en combinación con los soportes de montaje y brazos de bastidor de ajuste horizontal y vertical que permita la oscilación automática a velocidades controladas de la antorcha de soldadura mecanizada a lo largo de la trayectoria deseada según la figura inferior.

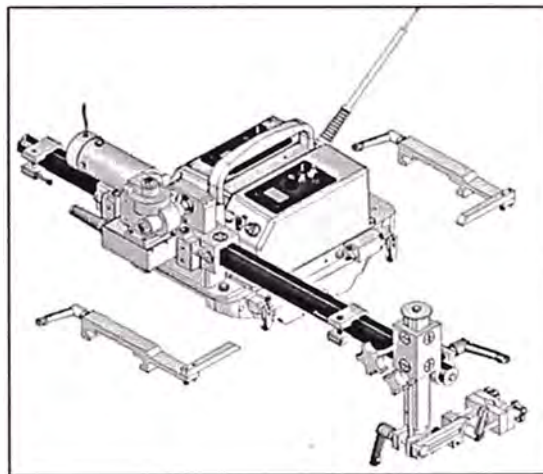


Fig.5.18 instalación de Carrito  
Fuente : manual carrito KAT Gullco

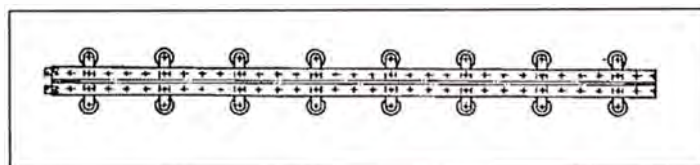


Fig.5.19 Rieles Flexibles magnéticos  
Fuente : manual carrito KAT Gullco

### 5.3.3.2 Instalación del cabezal y brazos del bastidor

Se instala sobre el carrito mecanizado el cabezal del sistema oscilador y los brazos del bastidor para servir de soporte a la antorcha. El cabezal del oscilador define tres tipos de movimiento (tangencial, pendular, Lineal recto) cuando está montado en posición horizontal o vertical, para nuestro caso seleccionamos el cabezal en posición Horizontal Lineal.



Fig. 5.20 Movimiento Lineal / pendular / Tangencial  
Fuente : manual carrito KAT Gullco

### 5.3.3.3 Regulación del bastidor y la antorcha

Se regula la posición adecuada del ángulo de la antorcha con el cabezal del carrito, inclinando el oscilador que puede ajustarse de lado a lado o hacia adelante y hacia atrás, esto elimina el consumo de tiempo y procedimiento innecesarios de inclinación.

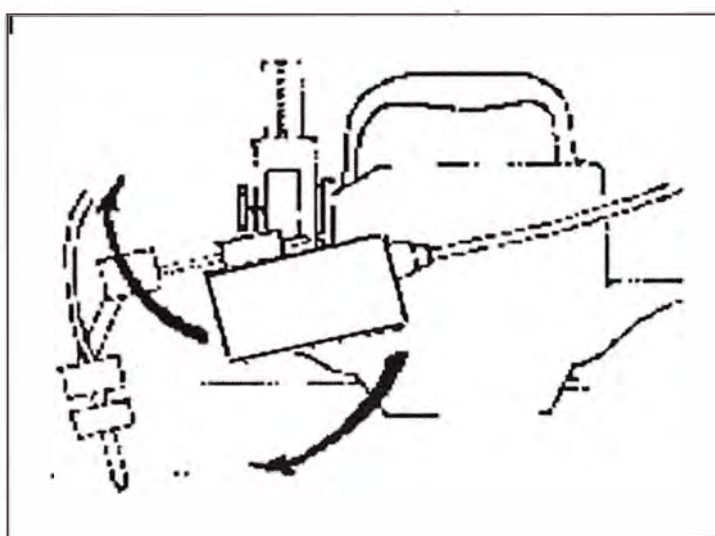


Fig. 5.21 Regulación de la Antorcha  
Fuente : manual carrito KAT Gullco

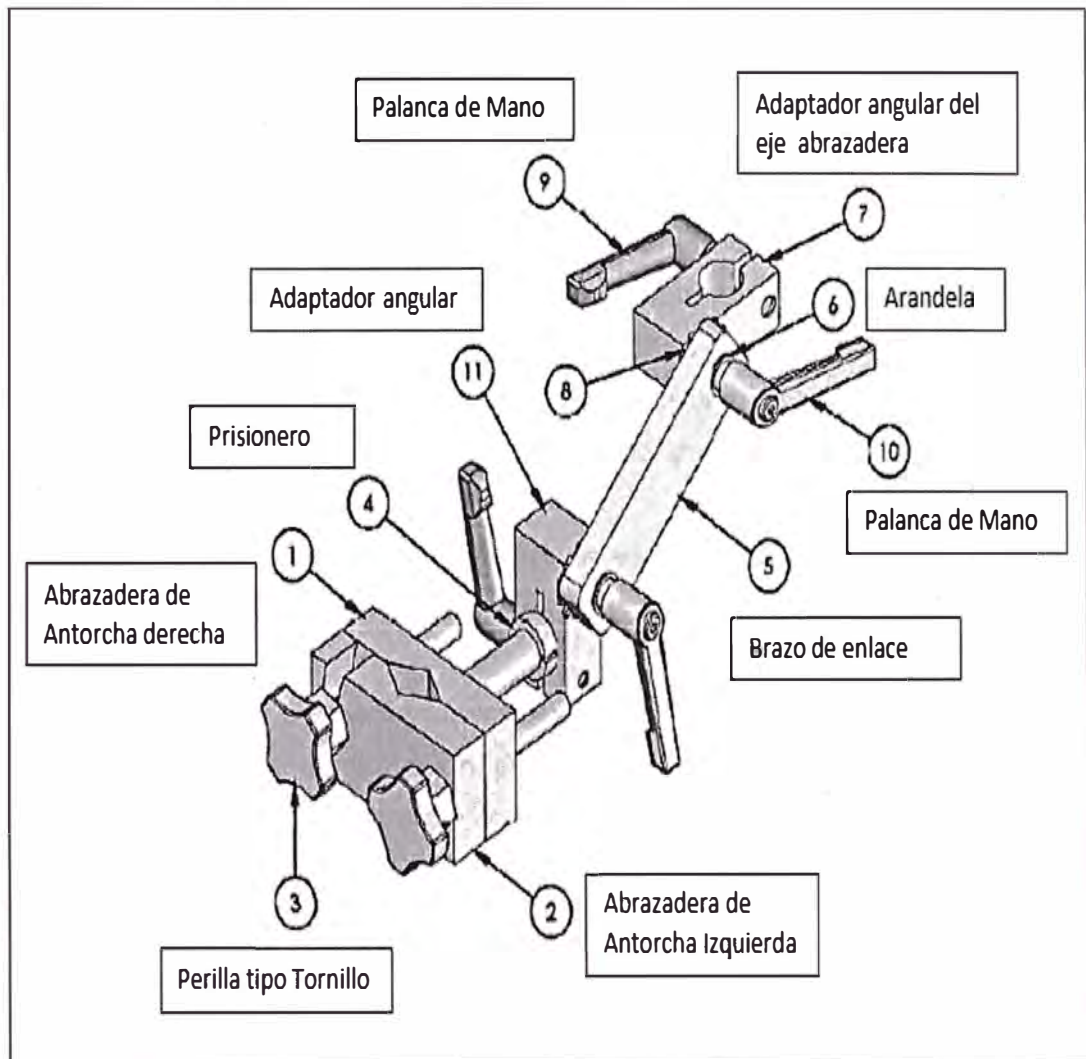


Fig. 5.22 Brazos del bastidor

Fuente : manual carrito KAT Gullco

### 5.3.3.4 Configuración del control SGP del carrito

Se configura el control del equipo carrito oscilador cambiando el avance / neutral / retroceso / parada/ Manual / Auto y variable incremento / decremento del sistema mecanizado, dicho control posee un codificador giratorio para el control de velocidad y está basado en un microprocesador de 24 voltios en combinación al control de motores DC que proporciona indexación, oscilación de soldadura y auto-soldadura. La función seleccionada "opción" y la velocidad de desplazamiento del carro / dirección son dirigidas por un solo control SGP. Esto garantiza un alto nivel de precisión, calidad y fiabilidad.

El control de carro permite variar la velocidad del carro y dirección para ser pre-configurado y se muestra en su pantalla LED en ipm o cm / min.

Los controles del oscilador permiten la pre-configuración y el retraso de carro según la alimentación de alambre, tiempos de permanencia, velocidad de carrera, anchura del cordón, el almacenamiento de programas y de inicio del ciclo.

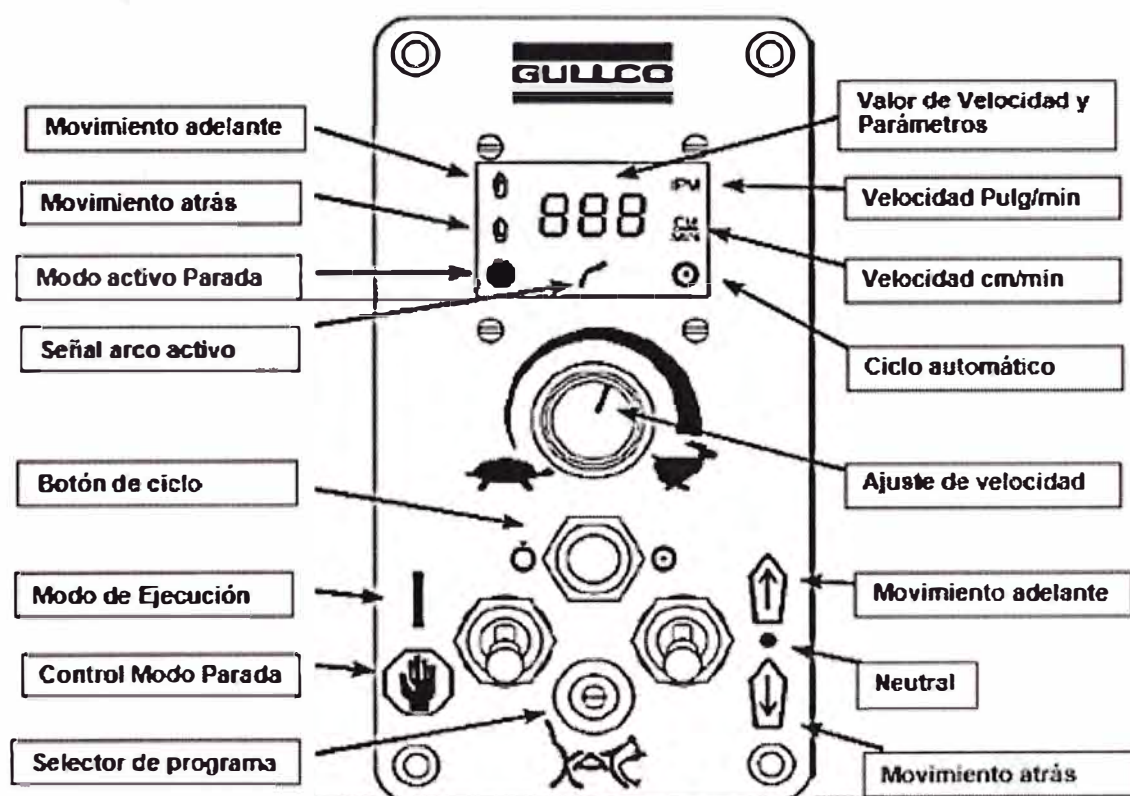


Fig.5.23 Control SGP del carrito oscilador  
Fuente : manual carrito KAT Gullco



### 5.3.3.5 Configuración de Parámetros de soldadura

Se configura los parámetros de soldadura en una interfaz manual presentada en el panel frontal del control del oscilador de carrito, usualmente se usan hasta 10 programas de soldadura de producción y almacenaje.

El control programable se basa en el microprocesador Gullco con un cerrado sistema de retroalimentación de bucle de precisión de la velocidad completa, la velocidad de oscilación CONTROL-Oscilación es electrónicamente controlada por un potenciómetro de velocidad.

Para realizar el proceso de soldadura GMAW en transferencia en spray pulsado se configura los parámetros de soldadura del carrito oscilador definiendo los parámetros de soldadura:

El Ancho del cordón de soldadura = 0.25 cm

Velocidad del carrito = 37.3 cm/min

Velocidad de oscilación = 48.6 cm/min

Altura de tobera = 16 mm

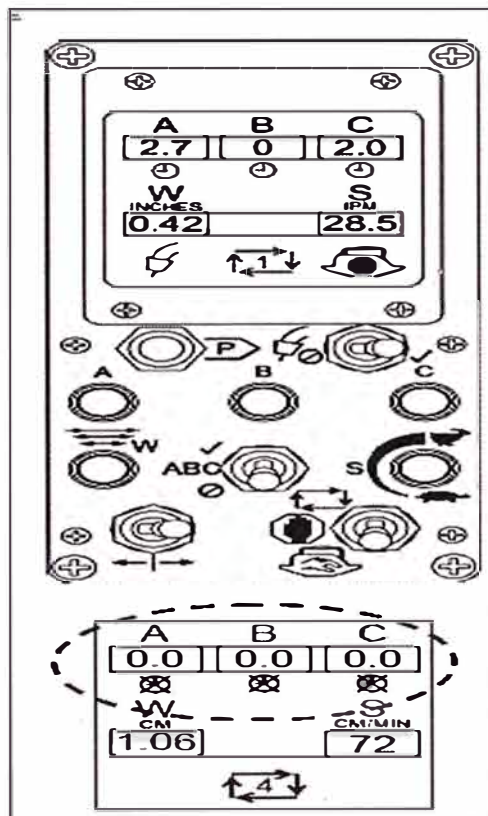


Fig.5.24 Control del oscilador  
Fuente : manual carrito KAT Gullco

### 5.3.4 Fabricación de soporte de equipos

Se fabricaron 2 tipos de soportes:

#### 5.3.4.1 Soporte de equipos de soldadura

Se fabricó un soporte que almacena la fuente sinérgica PIPEPRO 450 RFC, la unidad de alimentación Suitcase PIPEPRO 12 RC y el equipo de refrigeración COOLMATE 3 en un solo equipo.

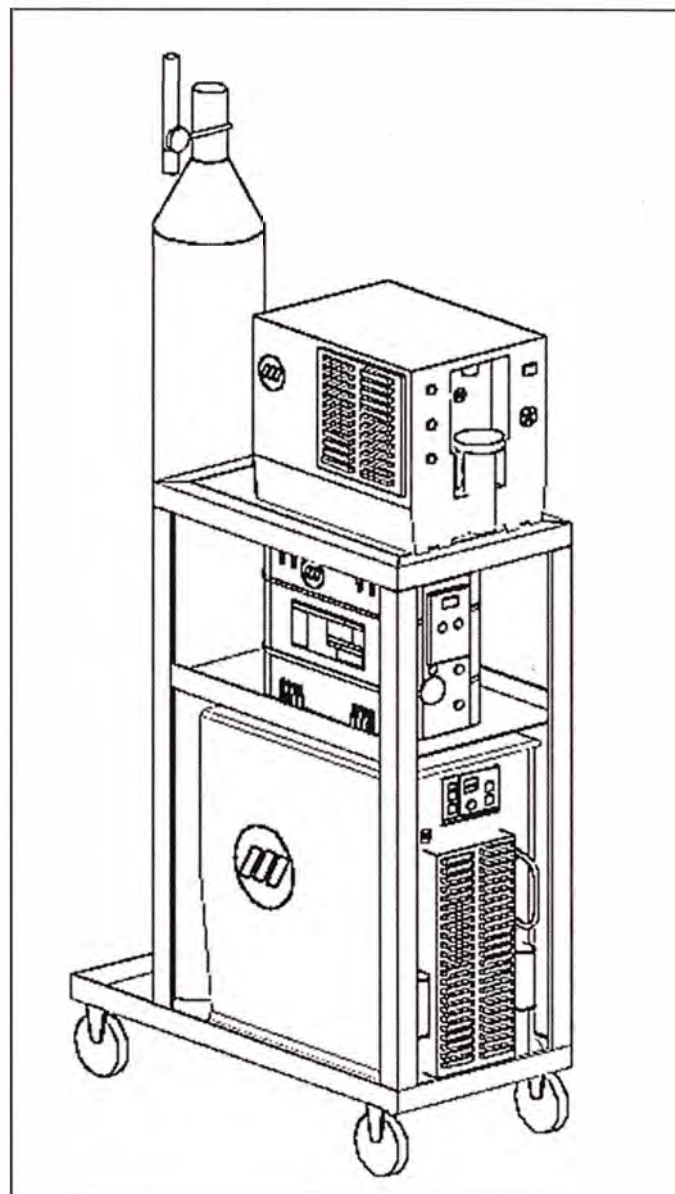


Fig.5.25 Soporte de maquinas  
Fuente : Propia

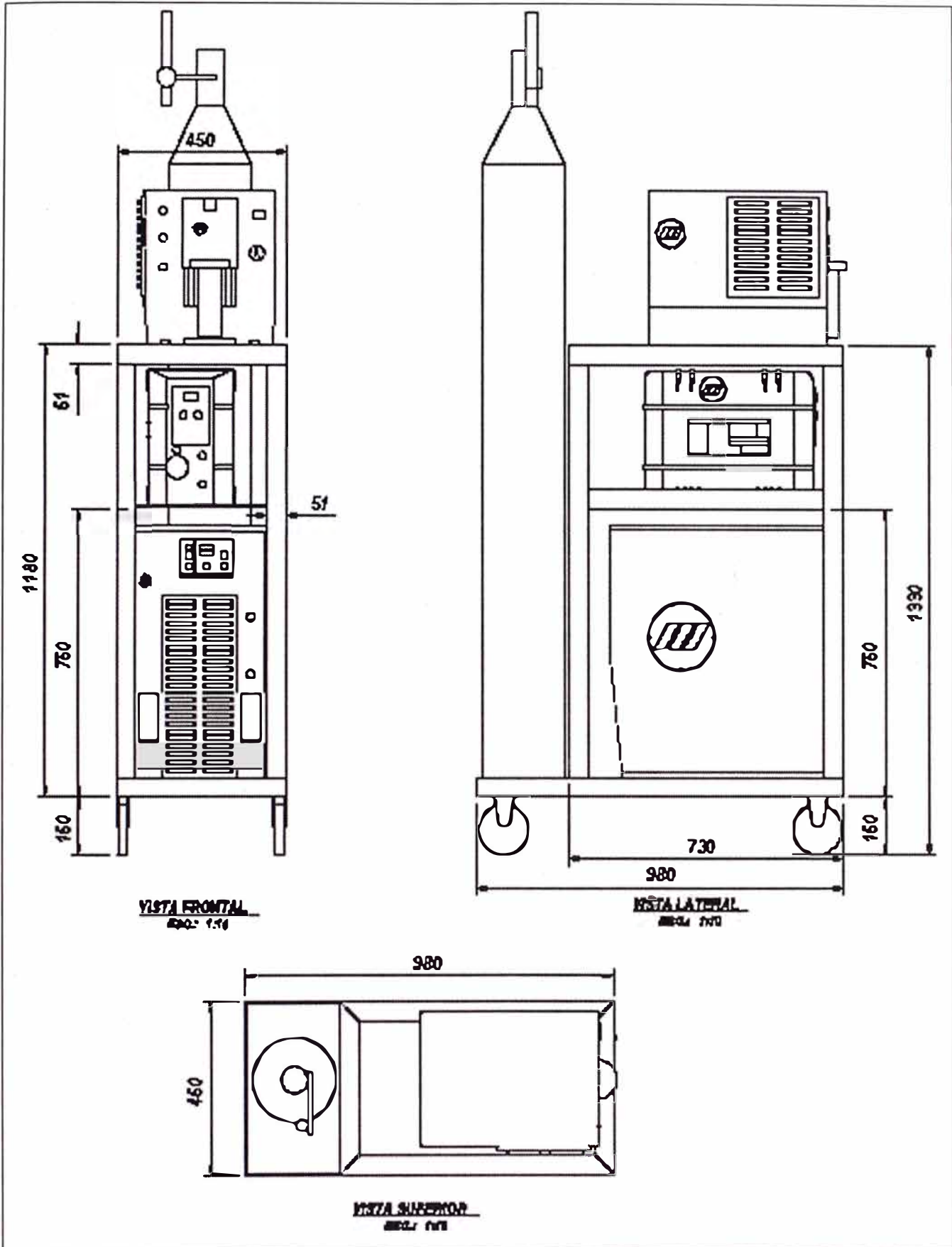


Fig. 5.26 Vistas del soporte de maquinas  
Fuente : propia

### 5.3.4.2 Soporte de equipo mecanizado

Se fabricó un soporte de viga para utilizarlo como base de apoyo para la instalación del riel flexible, colocación de magnetos y para el apoyo del equipo mecanizado KAT GK-200-FLC-

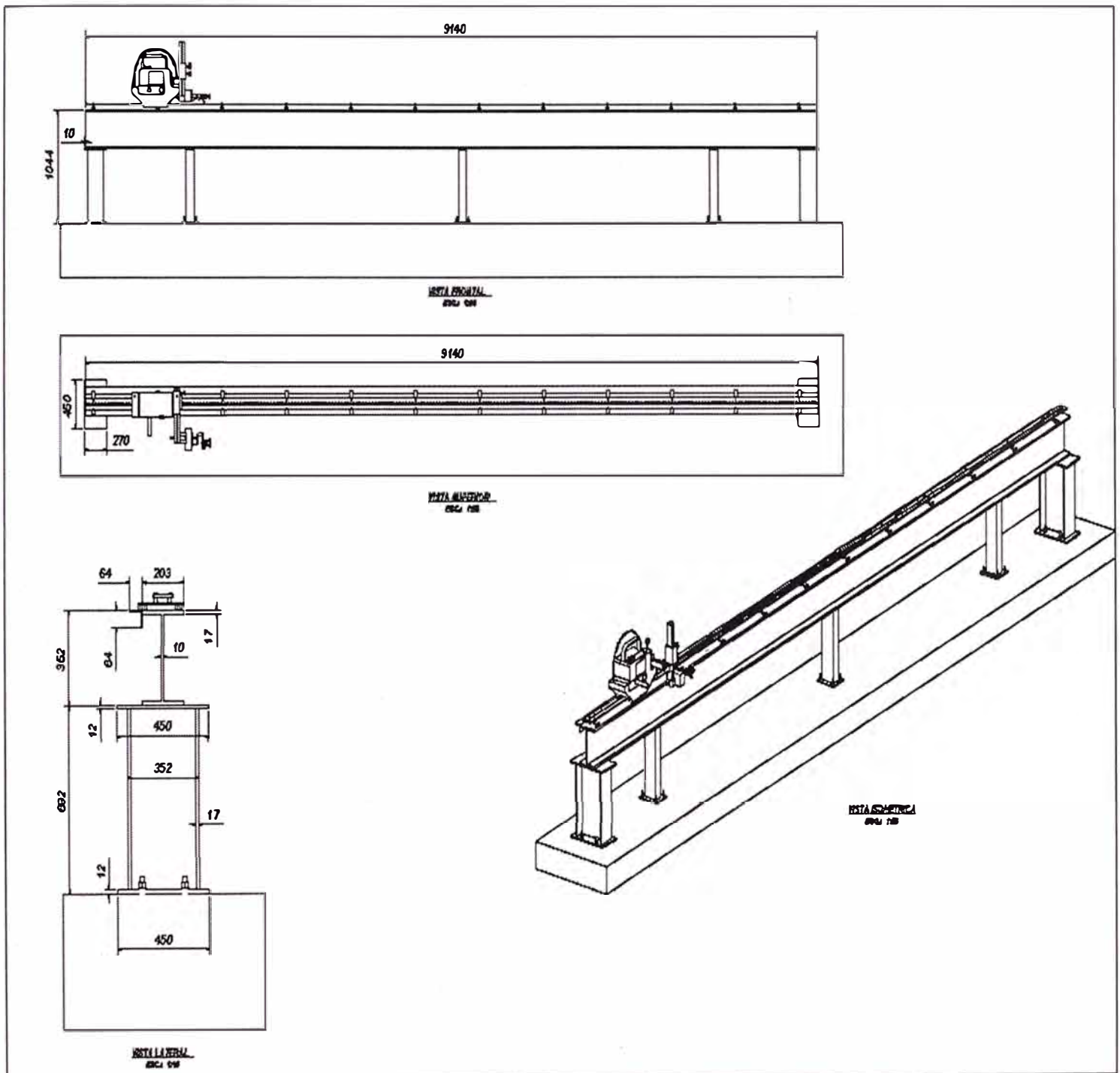


Fig.5.27 Soporte de carrito mecanizado  
Fuente : propia

### **5.3.5 Integración del sistema**

Para establecer el sistema de fabricación de pórticos con proceso mecanizado GMAW en transferencia spray pulsado se debe integrar los ítems de la lista según el grafico 5.28 y grafico 5.29.

A continuación se detallan la lista de elementos:

1. Fuente sinérgica PIPEPRO 450 RFC
2. Unidad de Alimentación suitcase PIPEPRO 12 RC
3. Unidad de refrigeración COOLMATE 3
4. Antorcha BZ MB 501D
5. Carrito Lineal oscilador KAT GK-200-FLC-L
6. Rieles Flexibles GK-192-F-57
7. Uso de Careta Fotosensible del operador
8. Ubicación de la zona de Pórtico metálico a soldar
9. Configuración de cables de energía entre Suitcase y coolmate 3.
10. Configuración de cables tierra de las fuentes
11. Configuración de cables de poder de las fuentes
12. Configuración del cable tierra al pórtico metálico.
13. Cables de conexión fuente de alimentador
14. Extensiones de cables
15. Botella de gas mezcla para el proceso GMAW-PROPULSE.

Como resultado de las actividades relacionadas a los ítems indicados arriba se logró integrar el sistema de fabricación de pórtico metálico de acero ASTM A36 de 800x300x8000x6 mm por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase.

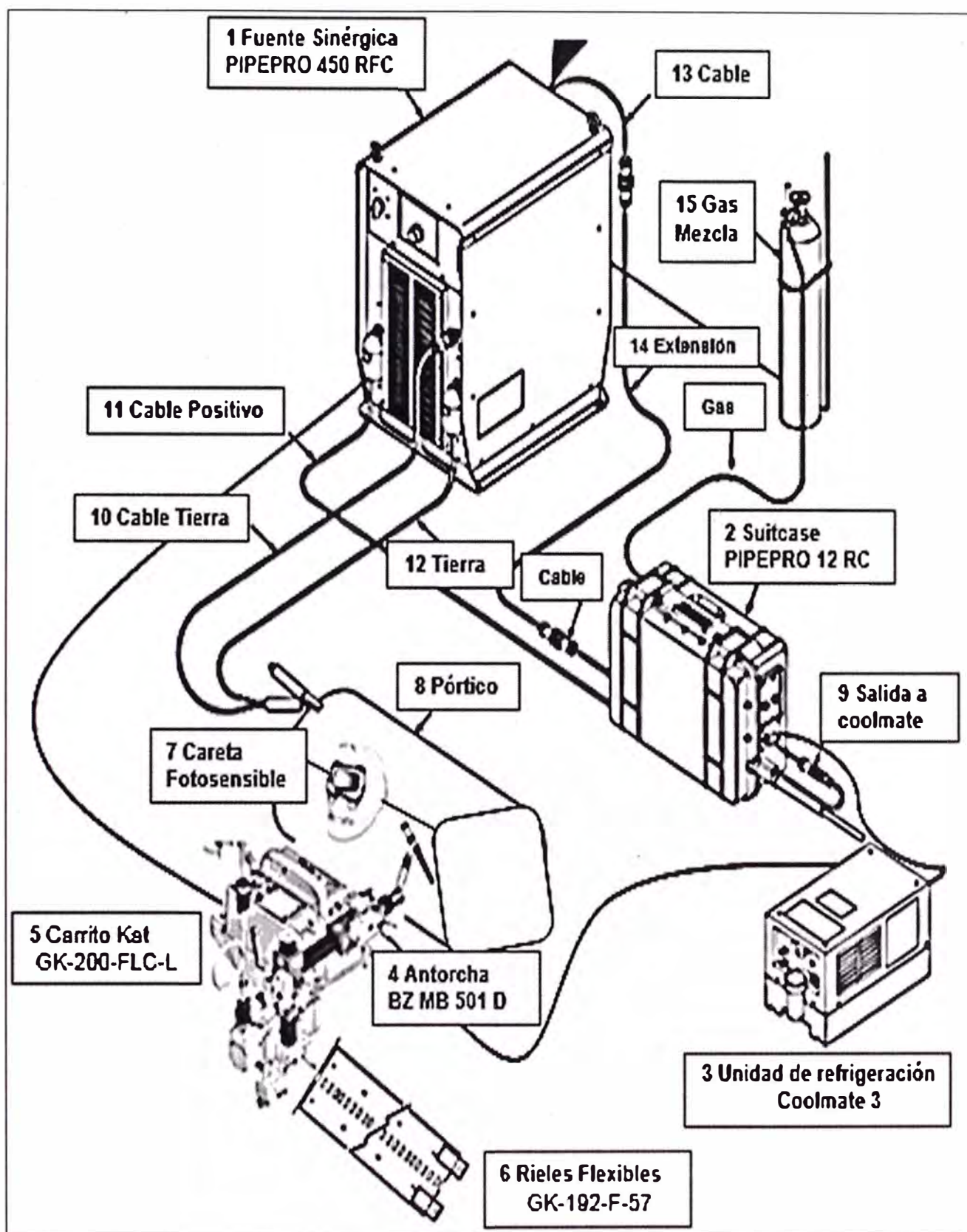


Fig.5.28 Integración del sistema GMAW mecanizado  
Fuente: propia

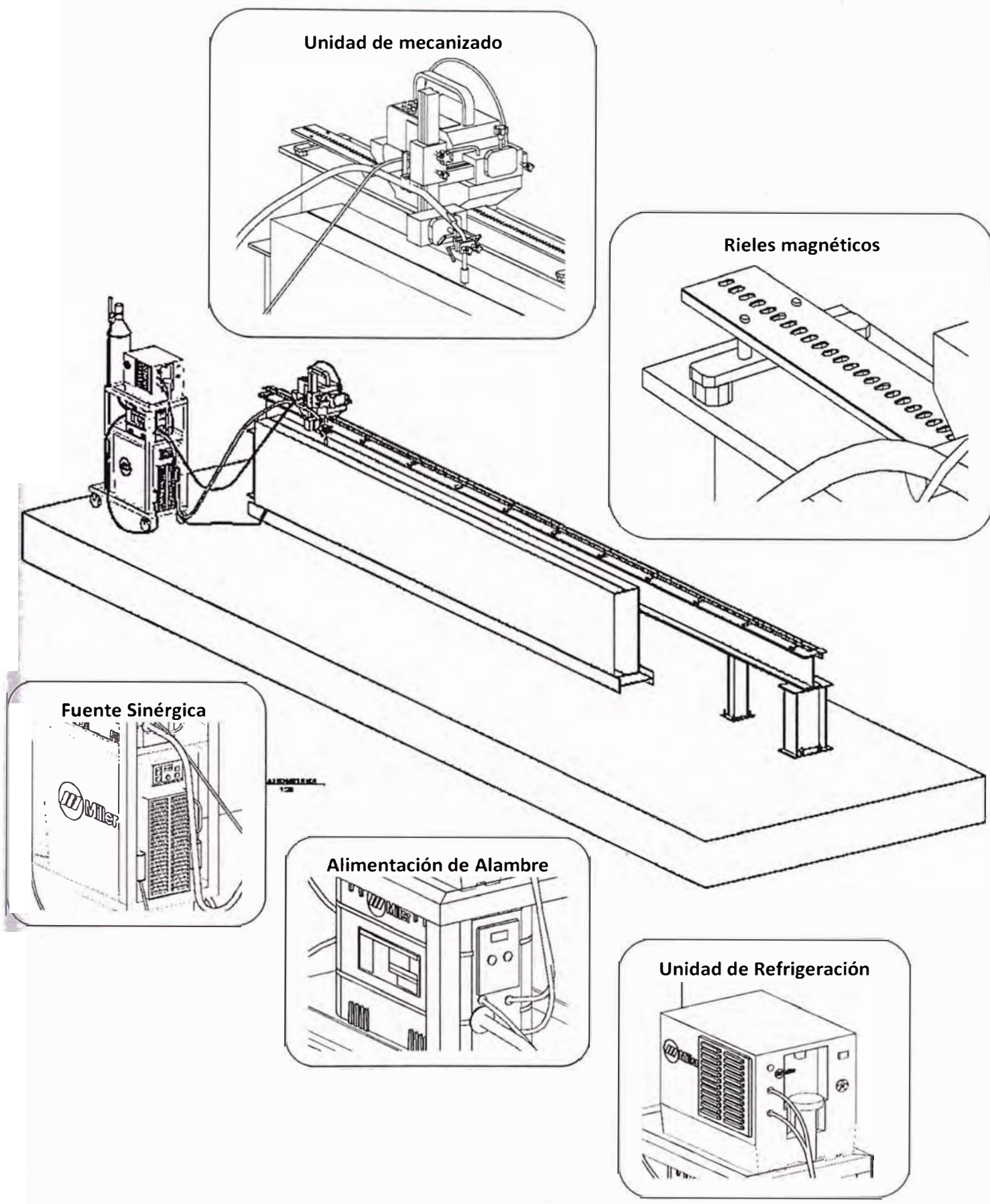


Fig. 5.29 Vista 3D Integración del sistema GMAW mecanizado  
Fuente propia

**5.4 PRUEBAS DE OPERACIÓN , PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO METÁLICO ASTM A36 DE 800X300X6X8000 POR SOLDADURA GMAW SPRAY PULSADO EN UN SOLO PASE.**

**5.4.1 Prueba de soldadura en cupones**

Se preparó cupones de soldadura a partir plancha ASTM A36 de 6mm de espesor y se utilizaron medidas recomendadas por el código de soldadura AWS D1.1 2010.

Para el armado del cupón se utilizó disco de corte de 7" y el apuntalamiento se realizó con puntos de soldadura GMAW convencional sobre una plancha de respaldo llamado backing de ASTM A36.

Para las pruebas de soldadura del cupón se utilizó la soldadura GMAW mecanizada en transferencia spray pulsado aplicado en un solo pase, a continuación se describe las variables de prueba:

Proceso de soldadura = GMAW Pulsado Mecanizado

Transferencia del GMAW = Spray Pulsado

Posición = Plana

Material = ASTM A36

Dimensión del cupón = 360x750x6

Aporte = ER70S-6 de 1.2 mm

Gas = 80%AR+20%CO<sub>2</sub>

Diseño de Junta = A tope sin biselado

Material de Respaldo = ASTM A36 de 6mm.

Abertura de Raíz = 3 mm

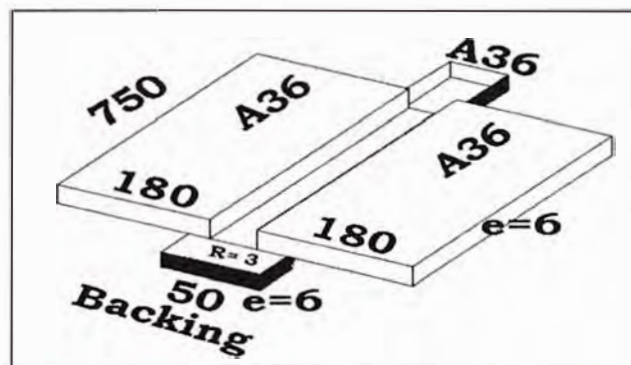


Fig.5.30 Cupón de soldadura para GMAW mecanizado  
Fuente: propia



#### **5.4.2 Elaboración del WPS procedimiento de soldadura**

Según las pruebas realizadas en los cupones de soldadura y la inspección visual se determinaron los parámetros de soldadura para el proceso GMAW mecanizado en transferencia spray pulsado aplicado en un solo pase, a continuación se describe las variables de prueba:

Codificación del procedimiento = **WPS-GP-110**

Fuente = PIPEPRO 450 RFC

Suitcase = PIPEPRO 12RC

Carrito lineal oscilador = GK-200-FLC-L

Código de soldadura = AWS D1.1 2010

Proceso de soldadura = GMAW Mecanizado

Transferencia del GMAW = Spray Pulsado

Posición = Plana

Metal Base = ASTM A36

Espesor del Metal Base (mm) = 6

Material de Aporte = ER70S-6

Diámetro del Alambre (mm) = 1.2

Gas Mezcla = 80%AR+20%CO2

Flujo de gas (CFH) = 30-35

Diseño de Junta = A tope sin biselado

Material de Respaldo = ASTM A36

Espesor del respaldo (mm) = 6

Abertura de Raíz (mm) = 3

Angulo de Bisel = 0

Temperatura de precalentamiento = 0

Tratamiento Térmico Post Soldadura = 0

Amperaje (Amperios) = 235-250

Polaridad de corriente = CCEP

Voltaje (Voltios) = 30-31

Velocidad de Avance (cm/min) = 37.3-42

Fuerza de Arco: 10

Trim = 67-69

Stickout (mm) = 16

Velocidad de Alambre (IPM) = 421-434

Ancho del cordón (cm) = 0.25

Oscilación (cm/min) = 48.6

Velocidad del carro (cm/min) = 37.3



## SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

Código

GP-PRC-02-01

REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA  
(WPS)

Revisión

1

Fecha

07-01-2013

Página

1 de 1

## DE ACUERDO A AWS D1.1-2010

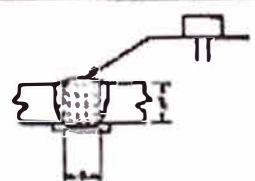
Nombre de la Compañía: GERENCIA DE PROYECTOS SAC		Registro N°: WPS GP-110				
Proceso(s) de soldadura: GMAW-SPRAY-PULSADO-MECANIZADO		Revisión: 1	Fecha: 01-10-2013			
Soporte PQR N°(s): PQR-GP-42		Elaborado por: Hugo Icañaque Céspedes				
DISEÑO DE LA JUNTA USADA		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Mecanizado : <input checked="" type="checkbox"/>			
Tipo: Junta a tope sin biselado			Semiautomático : <input type="checkbox"/> Automático : <input type="checkbox"/>			
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble : <input type="checkbox"/>	POSICIÓN				
Respaldo: Si <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : PLANA				
Material de respaldo: ASTM A38 de 6 mm		Progresión : —				
Abertura de raíz Ø : 3 mm Tolerancia: +1,-0 mm		Dimensión cara raíz (f) : — Tolerancia: —				
Ángulo de bisel(α) : 0° Tolerancia:		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Soldadura de respaldo Si : <input type="checkbox"/> No : <input checked="" type="checkbox"/>		Modo de transferencia (GMAW)				
Método de ranurado de raíz: —		Globular : <input type="checkbox"/> Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito : <input type="checkbox"/> Pulsado : <input checked="" type="checkbox"/>				
METAL BASE		Corriente: CA : <input type="checkbox"/> CCEP : <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/>	Otro: —			
Especificación del material: ASTM A36		Electrodo de Tungsteno (GTAW): —				
Tipo o Grado : —		Tamaño: —				
Espesor (T1) : 4.6 - 6 mm		Filete : Todos				
Diámetro (tubo) : —		TÉCNICA				
METAL DE APORTE		Anastre u oscilación: Oscilación.				
Especificación AWS: A 5.18		Pasada simple o múltiple: Múltiple				
Clasificación AWS : E70S-6		Número de electrodos: 1				
Nombre Comercial : CARBOFIL PS-6 GC		Espaciado de electrodos: —				
Fundente: —		Longitudinal: —				
Composición del Gas : 80%Ar+20% CO2		Ángulo: — <b>LR 2314-13</b>				
Fundente-electrodo (clase) : —		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: 12-19 mm				
Ratío de alimentación : 30-35CFH		Forjado : —				
Tamaño de la copa : 16 mm		Limpieza entre pasadas: 1° pase esmerilado, resto escobillado.				
PRECALENTAMIENTO		TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA				
Temperatura de precalentamiento, mínima: 15 °C (°)		Temperatura : —				
Temperatura entre pases, mínima : 15 °C (°)		Tiempo : —				
(*) Si la Temperatura del metal base es menor a 0°C, precalentar como mínimo a 20°C		CMI 07070431 UCY EXP. 7/1/2016				
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA						
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte Clase	Corriente Tipo y polaridad Amperaje (A)	Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
1	GMAW	E70S-6	CCEP 235-250	30-31	37.3-42	
Fuerza de Arco = 10 , TRON = 67-69 , Velocidad de alambre = 421-434 IPM						
Ancho del Cordón = 0.25 cm , Oscilación = 45.6 cm/min , Velocidad del carro = 37.3-42 cm/min Fuente PIPEPRO 450 + Sulcasta , Equipo Mecanizado = Carro Lineal Oscilador KAT-CK-200 FLC						

Fig.5.31 WPS-GP-110 GMAW Mecanizado en transferencia spray Pulsado



<b>SOLDEXA</b>		<b>INFORME DE ENSAYO DE TRACCION</b>						<b>CC-F-34</b>																									
								Edición 65																									
<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-052</b>																																	
Nombre de Cliente :		Departamento Técnico - Lima																															
Referencia :		GERENPRO																															
Descripción de la Muestra :		Probetas Rectangulares																															
Fecha Informe :		2013-11-18																															
Informe de Ensayo N° :		Suplemento de Informe ET-2013-502																															
Codigo	Ancho mm	Sección Transversal		CARGAS		TENSIONES		Alargamiento % Lo																									
		Diámetro / Espesor mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Maxima N	Fluencia MPa	Maxima MPa																										
GA-8-3-T1	20.03	5.78	115.77	36387	56106	314	485	...																									
GA-8-3-T2	20.05	5.75	115.29	36153	55211	314	479	...																									
<b>OBSERVACIONES :</b> Material Base: ASTM A36. Material de Aporte: ER 70S-6 Ambas probetas rompieron en el Material Base.																																	
<table border="1"> <tr> <td>Las dimensiones de la probeta Si(%) / No:</td> <td>Cumplen con la Norma:</td> <td>AWS D1.1 - 2010</td> </tr> <tr> <td>Método de Ensayo :</td> <td>ASTM A 370-T2a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Equipo Usado :</td> <td>TINIUS OLSEN SUPER L 120</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Código Interno del Equipo :</td> <td>CC-E-41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura de Ensayo :</td> <td>Inicial 21.9°C , Final 21.9°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre del Analista :</td> <td>J. Soto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha recepción muestra :</td> <td>2013-11-12</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Las muestras han sido suministradas por el solicitante</td> </tr> </table>										Las dimensiones de la probeta Si(%) / No:	Cumplen con la Norma:	AWS D1.1 - 2010	Método de Ensayo :	ASTM A 370-T2a		Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120		Código Interno del Equipo :	CC-E-41		Temperatura de Ensayo :	Inicial 21.9°C , Final 21.9°C		Nombre del Analista :	J. Soto		Fecha recepción muestra :	2013-11-12		Las muestras han sido suministradas por el solicitante		
Las dimensiones de la probeta Si(%) / No:	Cumplen con la Norma:	AWS D1.1 - 2010																															
Método de Ensayo :	ASTM A 370-T2a																																
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120																																
Código Interno del Equipo :	CC-E-41																																
Temperatura de Ensayo :	Inicial 21.9°C , Final 21.9°C																																
Nombre del Analista :	J. Soto																																
Fecha recepción muestra :	2013-11-12																																
Las muestras han sido suministradas por el solicitante																																	
La Incertidumbre expandida es 4 Mpa para un nivel de confianza al 95% y un K=2. Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA. Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada. "Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad como norma de producto o certificación del Sistema de Calidad" Antigua Panamericana Sur Km 35.5 Lima -Perú <span style="float: right;">Teléfono : 613 9600 Anexo 2230</span>																																	

Fig.5.33 Ensayo de tracción, Reporte N°: ET-2013-502

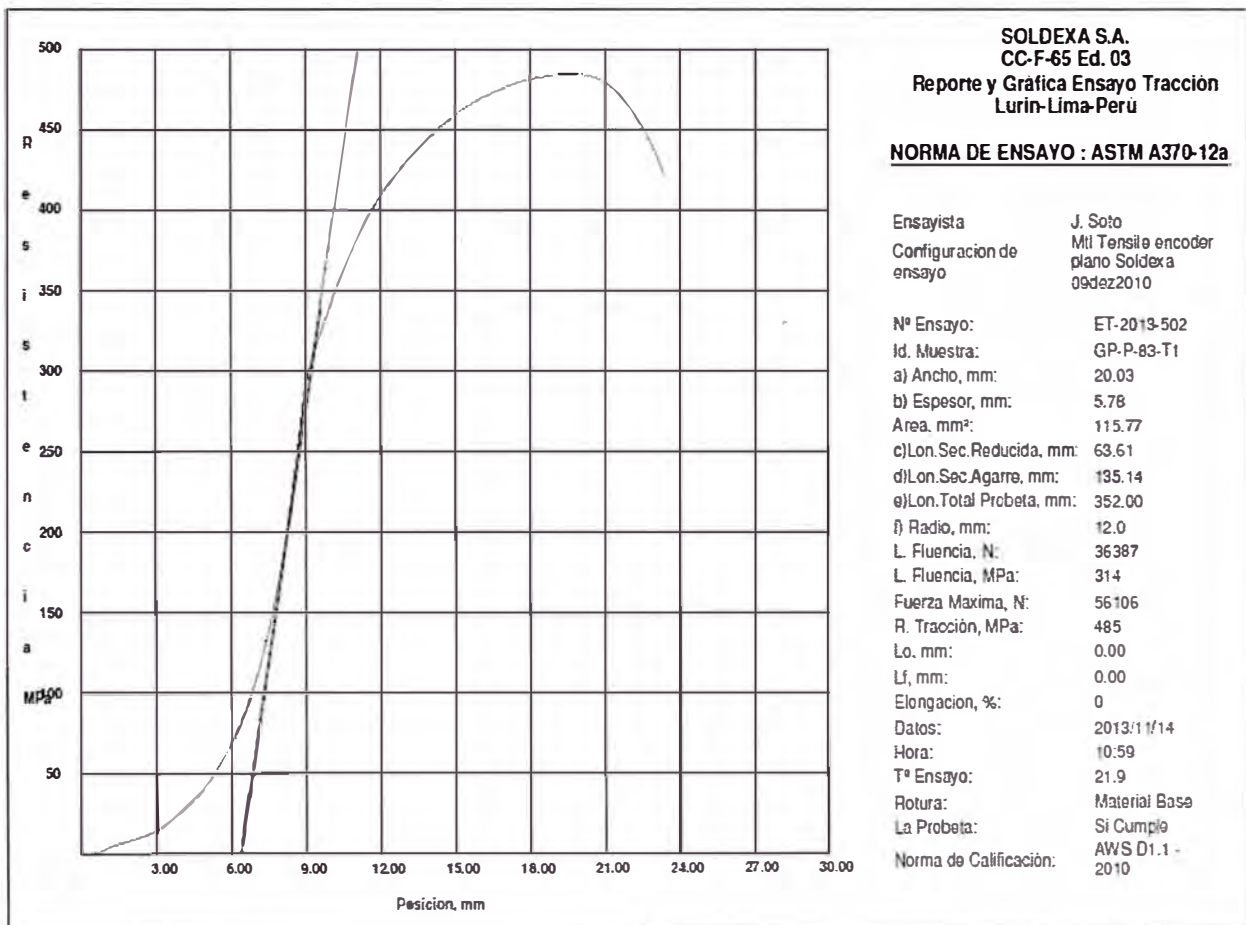
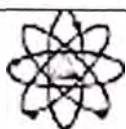


Fig.5.34 Ensayo de tracción, Grafico N°: ET-2013-502



# NDT ENGINEERING S.A.C.

INGENIERÍA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

## REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

REPORTE N°: 402 - 006 - UT/13

PROYECTO: PROBETA SOLDADOR

CUENTE: GERENPRO S.A.C.

ELEMENTO INSPECCIONADO: PROBETA P8 WPS 110 - PCR 62

ZONAS INSPECCIONADAS: UNION SOLDADA: (J1)

ESPEJOR DE ELEMENTO: 8 mm

PROCEDIMIENTO: NDT - AWS-UT003-12

TECNICA: PULSO - ECO

EQUIPO UTILIZADO: G.E. - UEN 60

TRANSDUCTOR ANGULAR: 70°

FRECUENCIA: 2.25 MHz

TAMAÑO: 8x18 mm

MATERIAL: ASTM A-36

PROCESO DE SOLDADURA: GMAW

SOLDADOR: DGN079

COMENTARIOS: CONDICION DE LA JUNTA INSPECCIONADA: (J1) = ACEPTABLE

### RESULTADOS (Identificación y descripción de cada indicación)

N°	IDENTIFICACION DE LAS INDICACIONES	NIVEL DE AMPLITUD	LONGITUD (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	COMENTARIOS

Notamos, sabemos y confirmamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 6 del código AWS D1.1 - 2010 ANEXO 5

FECHA DEL ENSAYO: 18 de Octubre del 2013

CONTRATISTA: GERENPRO S.A.C

INSPECTOR: Ed. Acosta Castilla - Nivel I ENT TC - 1A

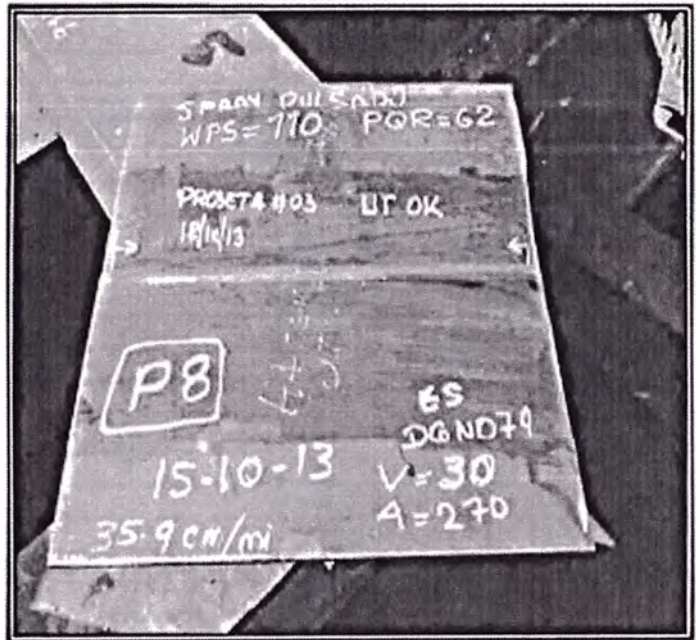
AUTORIZADO POR: Ing. Hugo Canaque

NDT ENGINEERING S.A.C.  
  
 Erik John Acosta Castilla  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA

Fig. 5.35 Ensayo de ultrasonido: Reporte N°: 402-006-UT/13

**UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE ULTRASONIDO**


**PROBETA P8  
WPS 110 – PQR 62**



**RECORD FOTOGRAFICO DEL ELEMENTO INSPECCIONADO  
POR ULTRASONIDO**

**Metraje Total Inspeccionado: 0.36 n**



Fig. 5.36 Grafico de probeta ensaya por ultrasonido.

 <b>GERENPRO</b> <small>SERVICIOS DE PROYECTOS SAC</small>	<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b>		Código	GP-PRC-01-01
	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b>		Revisión	1
			Fecha	01-08-2010
			Página	1 de 2

<b>DE ACUERDO A AWS D1.1- 2010</b>	
------------------------------------	--

Registro N°: PQR-GP-62	
Compañía GERENCIA DE PROYECTOS SAC	Revisión: 1      Fecha de PQR: 01/10/2013
Proceso (s) de Soldadura : GMAW-PULSADO-MECANIZADO	Por : Hugo Icañaque      Fecha de Doc : 01/10/2013
PQR de Soporte : PQR-GP-62	Tipo    Manual <input type="checkbox"/> Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/>
	Semiautomático <input type="checkbox"/> Automática <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO DE JUNTA USADA:</b>	<b>POSICIÓN</b>
Tipo : Junta a Tope sin Biselado	Posición de Ranura 1G      Filete —
Simple <input checked="" type="checkbox"/> Doble Soldadura <input type="checkbox"/>	Progresión Vertical : - - - - -
Respaldo :    SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Material de respaldo : ASTM A38 de 8 mm	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Abertura de raíz : 3 mm    Cara de raíz : - - - - -	Modo de Transferencia (GMAW)
Angulo de ranura: 0°    Radios (J - U) - - - - -	Corto - Circuito <input type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Pulsado <input checked="" type="checkbox"/>
Soldadura de respaldo SI <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Corriente : CC <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CDEM <input type="checkbox"/>
Método: - - - - -	Otras - - - - -
<b>METAL BASE</b>	<b>Electrodo de Tungsteno (GTAW)</b>
Especificación del Material ASTM A38	Tamaño :  Leornado: Rodolfo Soto
Grado ó Tipo —	Tip:  CMA 07070431
Espesor :	OC1 EXP 7/1/2016
Ranura: 8 mm    Filete —	
Diámetro (Tubo) —	<b>TECNICA</b>
<b>METAL DE APORTE</b>	Arrastre u oscilación: Oscilación
Especificación AWS A5.18	Pase Simple ó Múltiple (Por lado) múltiple
Clasificación AWS ER70S-6	Número de Electrodoes 1
Nombre comercial CARBÓFIL PS-6 GC	Espacio de Electrodoes - - -
	Longitudinal - - -
<b>PROTECCIÓN</b>	Lateral - - -
Fundente -      Gas: Mezcla	Angulo - - -
Composición: 80%Ar +20% CO <sub>2</sub>	Distancia de contacto del tubo a la pieza de <b>20P 23/2-13</b>
Fundente-Electrodo (Class) - -	Trabajo: 12 - 19 mm
Ratio de Flujo: 30-35 CFH	Limpieza entre Pases: Disco abrasivo y escobilla circular
Tamaño de Copa: 16 mm	
<b>PRECALENTAMIENTO</b>	<b>TRATAMIENTO TERMICO DESPUÉS DE SOLDAR</b>
Temp. de Precalentamiento, Min 15° C	Temperatura - - - - -
Temp. de Interpase, Min. 16° C	Tiempo - - - - -

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
Pase (s)	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)
		Clase	Diám (mm)	Tipo y Polaridad	Amperaje (A)		
1	GMAW	ER70 S-6	1.2	CCEP	235-250	30-31	37.3-42

Fuerza de arco = 10 , Trm = 67-69 , Velocidad de Alambre = 421-434 IPM,  
 Ancho del cordón = 0.25 cm , Oscilación = 48.5 cm/min , Velocidad del carro = 37.3-42 cm/min  
 Fuente PIPEPRO 460-Subcase , Equipo mecanizado = Carro Lineal oscilador KAT.GX.200 FLC

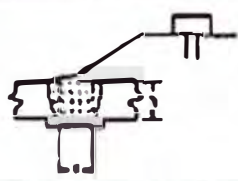



Fig. 5.37 PQR-GP-62 (1 de 2)



Resultado Prueba de Tracción (Reporte N°: ET-2013-502)						
No. de Muestra	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima total (N)	Resistencia max (MPa)	Tipo de falla y ubicación
GP-P8-3-T1	2003	5.78	115.77	50106	485	Rotura material base
GP-P8-3-T2	2006	5.76	116.29	55211	479	Rotura material base

Prueba de Doblado Guiado (Reporte N°: 1116-13 SOLDEXA)			
No. de Muestra	Tipo de Doblado	Resultado	OBSERVACIONES
WPS 110GP8-3-1	CARA	ACEPTABLE	 Leonardo Rodríguez Pino CWI 07070431 QC1 EXP. 7/1/2016
WPS 110GP8-3-2	CARA	ACEPTABLE	
WPS 110GP8-3-3	RAIZ	ACEPTABLE	
WPS 110GP8-3-4	RAIZ	ACEPTABLE	

INSPECCIÓN VISUAL	Examinación Radiográfica-Ultrasonica
Apariencia: Aceptable	Reporte RT N°: N/A Resultado: .....
Socavado: Aceptable	Reporte UT N°: 402-006-UTM3 Resultado: ACEPTABLE
Porosidad Tubular: No Presento	
Convexidad: Aceptable	Resultado de Pruebas de Soldadura de Filote
Fecha prueba: 01-10-2013	Mínimo tamaño en Multipase Máximo tamaño en pase simple
Conducido por: Ing. Leonardo Rodríguez	Macrotech Macrotech
	1. 3. 1. 3.
	2. 2.
Otras pruebas	Prueba de tracción a todo el metal de soldadura
	Fuerza de tracción, psi
	Fuerza/ Punto de Fluencia, psi
	Elongación en 2", %
	Laboratorio, Prueba No.
	LVP 2313-12
Nombre del Soldador    David Gómez Núñez	N° Identificación    44144079
Pruebas mecánicas conducidas por    Ing. Leonardo Rodríguez	Prueba de Laboratorio    Reporte N°: ET-2013-502, 1116-13
Prueba conducida por    Ing. Leonardo Rodríguez	CWI    07070431
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas en concordancia con los requerimientos de la Sección 4 del AWS D1.1 (2010)	
Fabricante    GERENCIA DE PROYECTOS SAC	Elaborado por    Hugo Icañaque Céspedes
Fecha    01-10-2013	Autorizado por    Hugo Icañaque Céspedes

Fig. 5.38 PQR-GP-62 (2 de 2)

**5.4.4 Calificación del WPQ**

Para la calificación del operador de soldadura WPQ-GP-111 en el proceso GMAW mecanizado, se validó según los ensayos realizados a los cupones de soldadura del operador en posición 1G, a continuación se describe los ensayos realizados:

Codificación de la calificación = **WPQ-GP-111**

Ensayo de DobleZ: Reporte N°: 1116-13


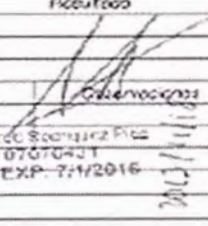
	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR</b> De acuerdo al código estructural AWS D1.1:2010		WPQR	
			HOJA:	1 de 1
			EMISION:	16/06/2008
			REVISION:	0
<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)</b>				
Nombre: DAVID GOMEZ NUÑEZ		DNI: 44144073	N.º Estampa: 000073	WPQR No: 111
Identificación del procedimiento calificado: <b>WPS GP-110</b>		Rev: 0	Fecha: 01-10-2013	
Variables		Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado
Proceso / renderizado		GMAW (Spray Pulso)		GMAW (Spray Pulso)
Contorno / Polaridad		CCRP(+)		---
Posición		1G		Posición: Plano Fijo, Plano y Horizontal.
Progresión de soldadura		---		---
Recipiente o Backing		Con respaldo		Con respaldo (Ver 4.23)
Material / Especificación		ASTM A56		---
Metal Base		60.112		--- hasta 60 mm
Espesor (anchura)		---		---
Alto		---		---
Flete		---		(Ver tabla 4.11 (c))
Espesor (altura)		---		---
Alto		---		---
Flete		---		---
Diámetro (ubierta)		---		---
Alto		---		---
Flete		---		---
Metal de Apote		A5.13		---
N° Especificación:		---		---
Clase:		ERTOS		---
Nombre Comercial:		CARSCFIL PS-6 GC		---
Tipo gas fundente		O <sub>2</sub> /AR-25%CO <sub>2</sub>		---
Otros		---		---
<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>				
Aceptable: <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
<b>Resultados de prueba de dobleZ (ver 4)</b>				
Tip	Resultado	Tip	Resultado	
Caro-WPS116/GP3-3-DE	Aceptado			
Fila-WPS116/GP3-3-DE	Aceptado			
<b>RESULTADOS DE PRUEBA RADIOGRÁFICA</b>				
Identificación placa	Resultado	Observaciones	Verificación Placa	Resultado
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
Inaprobación por: Ing. Leonardo Rodríguez		Prueba N°: 1116-13		
Organización: SOLDEX SA		Fecha: 11-10-2013		
Calificación construida Por: CWI. Leonardo Rodríguez				
Notamos, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las pruebas fueron preparadas, realizadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código estructural AWS D1.1 - 2010.				
Fabricación: GERENPRO S.A.C.		Elaboración por: RUGO ICANAQUE		
Fecha: 01-10-2013		Afirmado por: RUGO ICANAQUE		

Fig. 5.39 Registro de calificación de operador

<b>SOLDEX A</b>	<b>REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLADO y NICK BREAK</b> (Registration test Bend and Nick Break)	<b>CT-F-08</b>
		Edición 04

N° INFORME (Report): 1116-13

CLIENTE (Customer): CERENPRO SAC

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): CENTRO TECNOLÓGICO DE SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): ING. CMI Leonardo Rodríguez Pino

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2013 10 31 N° de Registro (CT-F-07): 771-13

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	WPS 110/GP8-1-1	DTC	6	C	-
2	WPS 110/GP8-1-2	DTC	6	C	-
3	WPS 110/GP8-1-3	DTR	6	C	1.4
4	WPS 110/GP8-1-4	DTR	6	C	-
5	WPS 110/GP8-2-1	DTC	6	C	1.0
6	WPS 110/GP8-2-2	DTC	6	NC	4.8
7	WPS 110/GP8-2-3	DTR	6	C	-
8	WPS 110/GP8-2-4	DTR	6	C	-
9	WPS 110/GP8-3-1	DTC	6	C	-
10	WPS 110/GP8-3-2	DTC	6	C	-
11	WPS 110/GP8-3-3	DTR	6	C	-
12	WPS 110/GP8-3-4	DTR	6	C	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> Tipo de ensayo (Type of test): DTC: Dobles Transversales-Corta (Transverse Bend-Cut) / DTR: Dobles Transversales-Rollos (Transverse Bend-Roll) / DTC: Buzos Longitudinales-Corta (Longitudinal Bend-Cut) / DTR: Dobles Longitudinales-Rollos (Longitudinal Bend-Roll) / DLT: Dobles Largo (Bend-Long) / RSB: Ruptura Soldadura Fría (Cold Metal Break) / NB: Nick Break


<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)

\* Nota(s): Medido en milímetros (Size in millimeters)

**OBSERVACIONES (Remarks):**

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in accordance with the requirements of): AWS D1.1-2010
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Material): ASTMA26
- Diámetro del punzón utilizado (Punch diameter): 30.00 mm
- Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 81 mm
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de doblez requeridos para la calificación de procedimiento por soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

\* Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.  
\* Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

  
 Leonardo Rodríguez Pino  
 CMI 07070431  
 OC1 EXP. 7/1/2016  
LRP 2100-13  
2013/10/31



**SOLDEX S.A.**

Fig. 5.40 Registro de doblez

#### 5.4.5 Fabricación del pórtico por GMAW mecanizado

Terminadas las pruebas de soldadura en cupones, elaboración del procedimiento de soldadura GMAW mecanizado (WPS), calificación del procedimiento (PQR) y calificación del operador de soldadura (WPQ), procedemos a implementar el sistema de fabricación de un pórtico metálico de acero ASTM A36 de sección 800x300x6x8000 y realizamos las pruebas preliminares de producción.

A continuación se describe las etapas de fabricación del pórtico:

##### 5.4.5.1 Doble de planchas

Se realiza el corte y plegado de planchas de dimensión 2400x12000x6 para formar canales de sección 800x150x6x8000.

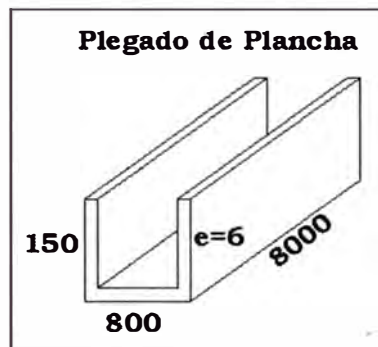


Fig. 5.41. Plegado de plancha  
Fuente: propia

##### 5.4.5.2 Armado de Pórtico

Mediante la soldadura GMAW y aporte AWS ER70S-6 de 1mm de diámetro se unen 2 canales de sección 800x150x6x8000, mediante el apuntalamiento de una platina de respaldo A36 llamada backing de dimensión 50x6x8000.

El armado de canales con el backing se realiza según diseño de junta recta y una raíz de separación de 3mm.

### 5.4.5.3 Soldadura de Pórtico

El pórtico armado se instala en la zona de soldadura mecanizada descrita en la figura, el operador de soldadura establece el carrito lineal en la posición extrema del pórtico a soldar y según la programación del procedimiento de soldadura WPS-GP-110 en la maquina sinérgica, se da inicio al proceso de soldadura GMAW mecanizado en un solo pase para la obtención del producto terminado pórtico metálico.

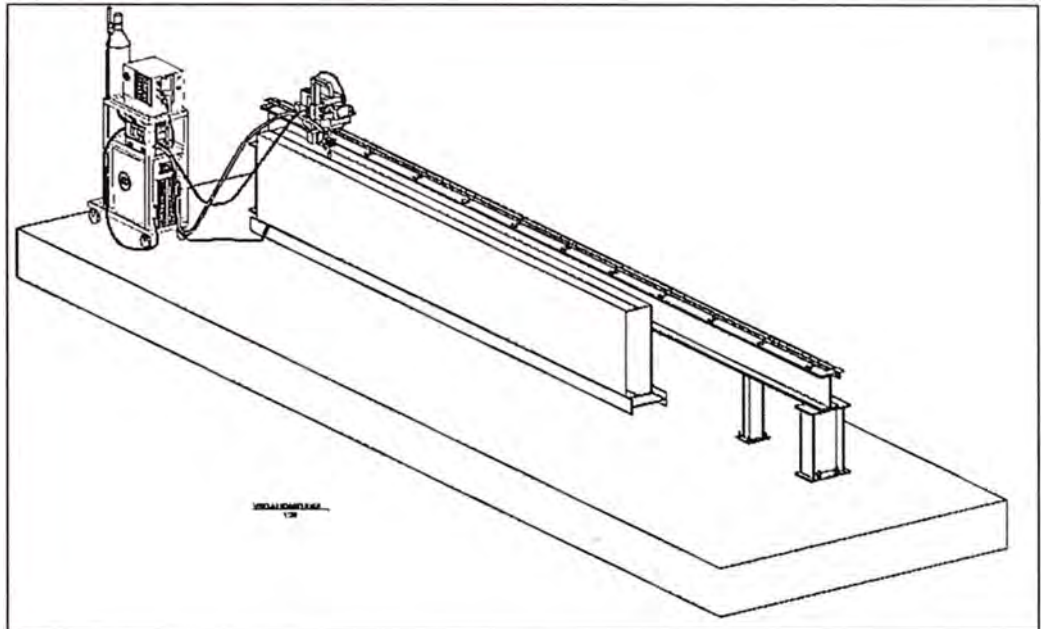


Fig. 5.42 soldadura mecanizada de pórtico  
Fuente: propia

### 5.4.5.4 Pintado del Pórtico

El pórtico soldado se instala en la cabina de granallado para aplicarle un sistema de preparación superficial SSPC-SP10 y aplicarle un sistema de pintura epoxico y poliuretano de 10 mils.

#### **5.4.5.5 QA/QC de Fabricación del pórtico**

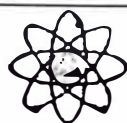
El proceso de aseguramiento y control de calidad de la fabricación se aplica en todas las etapas de los procesos de fabricación:

QA/QC en la recepción de materiales, se verifica las propiedades mecánicas del acero en el certificado de calidad y se evaluando las desviaciones de ondulación de las planchas y se busca que la plancha sea de formato.

QA/QC del plegado de planchas, se verifica el ángulo de plegado de 90° con una tolerancia de 1° en las alas.

QA/QC del armado de canales, se verifica el ancho de la platina de respaldo y el uso del diseño de la junta soldada WPS-GP-110, se realiza control dimensional del canal armado en conjunto según las tolerancias lineales del ISO 13920.

QA/QC de la soldadura de canales, se verifica el uso de procedimiento de soldadura según WPS-GP-110 y se realiza la inspección visual de cordón de soldadura según AWS D1.1 2010, seguido del ensayo de ultrasonido a la junta longitudinal de penetración completa del pórtico para verificar la sanidad de la unión soldada, a continuación se muestra el ensayo realizado a un pórtico fabricado en donde no se encontraron defectos de soldadura.



**NDT ENGINEERING S.A.C.**  
INGENIERÍA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

## REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

REPORTE N°: 401 - 009 - UT/13

PROYECTO: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA NAVES INDUSTRIALES OT-0-880

CLIENTE: GERENPRO S.A.C.

ELEMENTO INSPECCIONADO: 880-19-PT15-1

ZONAS INSPECCIONADAS: UNION SOLDADA: (J1), (J2)

ESPESOR DE ELEMENTO: 8 mm

PROCEDIMIENTO: NOT- AWS-UT003-12 TÉCNICA: PULSO - ECO

EQUIPO UTILIZADO: SONATEST - MASTERSCAN 333

TRANSDUCTOR ANGULAR: 63°

FRECUENCIA: 2.25 MHz

TAMAÑO: 8x18 mm.

MATERIAL: ASTM A-36

PROCESO DE SOLDADURA: GMAW

SOLDADOR: DGN079

COMENTARIOS: CONDICION DE LA JUNTA INSPECCIONADA: (J1), (J2) = ACEPTABLES

### RESULTADOS (Identificación y descripción de cada indicación)

N°	IDENTIFICACION DE LAS INDICACIONES	NIVEL DE AMPLITUD	LONGITUD (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	COMENTARIOS

Nosotros, suscribimos y certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 8 del código AWS D1.1 - 2010. ANEXO 5

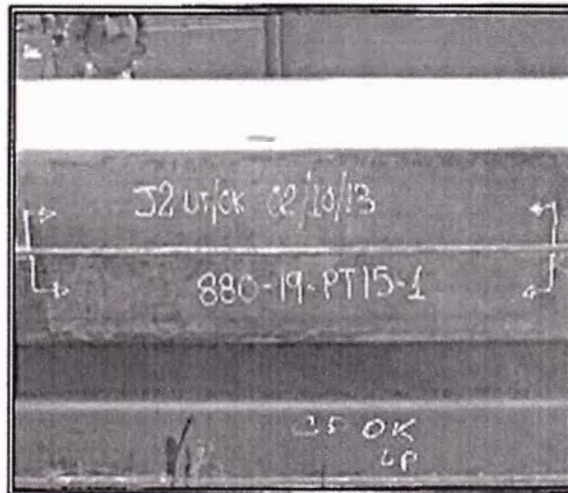
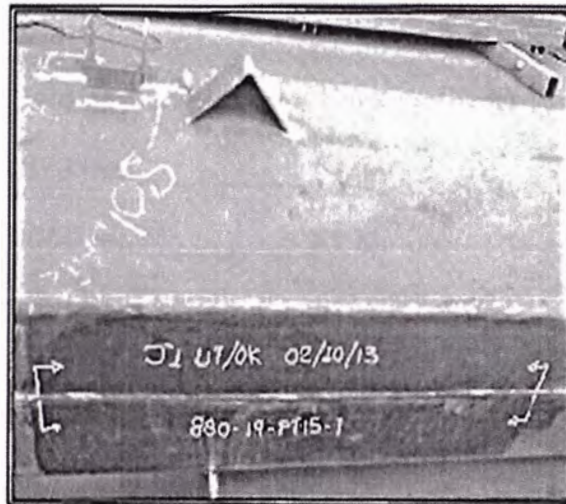
FECHA DEL ENSAYO: 02 de Octubre del 2013

CONTRATISTA: GEREMPRO S.A.C.

Fig. 5.43 Ensayo de ultrasonido a pórtico fabricado  
Fuente: Reporte U.T 401-009-UT-13 Hoja 1

UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE ULTRASONIDO

880-19-PT-15-1



RECORD FOTOGRAFICO DEL ELEMENTO INSPECCIONADO  
POR ULTRASONIDO

Fig. 5.44 Ensayo de ultrasonido a pórtico fabricado  
Fuente: Reporte U.T 401-009-UT-13 Hoja 2



#### 5.4.5.6 Tiempo de soldeo del pórtico

El pórtico metálico a soldar es un acero ASTM A36 de sección 800x300x6x8000 y según los parámetros de soldadura de la calificación del procedimiento de soldadura WPS-GP-110 en GMAW mecanizado en transferencia spray pulsado, calculamos el tiempo de soldeo:

Velocidad de avance (cm/min) = 37.3

373 mm \_\_\_\_\_ 1 Minuto (de soldadura)

8000 mm \_\_\_\_\_ T1 Minutos (de soldadura)

T1 = 21.4 Minutos (8 m)

T (total) = 2 T1 (16 m)

T (total) = 42.8 Minutos (16 m)

T1 = Tiempo de soldeo del pórtico en proceso GMAW spray pulsado en un solo pase en un solo lado de 8m.

T = Tiempo de soldeo del pórtico en proceso GMAW spray pulsado en un solo pase en ambos lados.

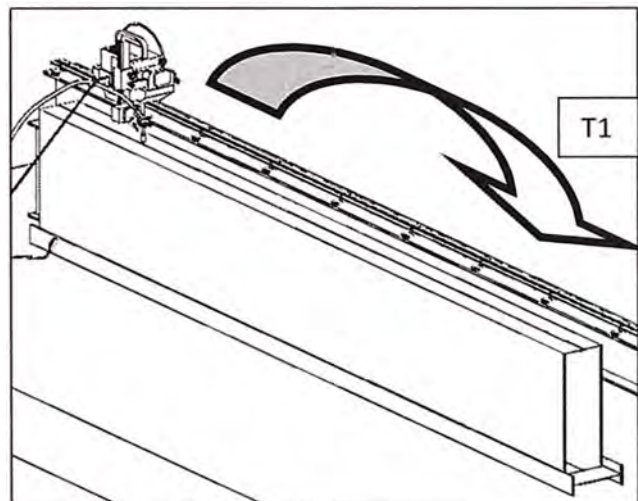


Fig. 5.45 Tiempo de soldeo de pórtico  
Fuente: Propia

#### **5.4.5.7 Calculo del ratio de producción del pórtico por GMAW**

##### **mecanizado**

El pórtico metálico a soldar es un acero ASTM A36 de sección 800x300x6x8000 y según el tiempo de soldadura en GMAW mecanizado en transferencia spray pulsado, calculamos el ratio de producción (C):

Sección del pórtico = 800x300x6x8000

W (Peso del Pórtico) = 0.9 toneladas

T (Tiempo de soldeo) = 42.8 minutos

1 día = 8 Horas de trabajo.

C = ratio de producción por soldadura mecanizada GMAW pulsado en un solo pase

$C = W/T$  (TM/día)

$C = 0.9 \times 8 \times 60 / 42.8$

C = 10.1 TM/día.

#### **5.4.5.8 Pruebas preliminares de operación y Producción**

Luego de realizar la fabricación de un pórtico metálico se procedió a aumentar la carga de fabricación obteniendo los resultados según la tabla:

Pórticos Soldado	Toneladas Fabricadas	Producción	Ensayo U.T
1	0.9 TM	Realizada sin dificultad	OK
10	9 TM	Realizada sin dificultad	OK
50	45 TM	Realizada sin dificultad	OK

Se Verifico que a partir de 45 toneladas fabricadas se requiere cambio del refrigerante del sistema de refrigeración coolmate 3, para no recalentar el proceso de soldadura GMAW pulsado.

## **5.5 ESTIMADO DE LOS COSTOS, RENTABILIDAD Y TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN MECANIZADO**

### **5.5.1 Calculo de los Costos del sistema mecanizado**

A continuación se describe los costos de inversión inicial sin IGV para la implementación de la fabricación de pórticos por soldadura mecanizada GMAW pulsado.

Costo del sistema GMAW mecanizado =	\$ 45,000
Costo de fabricación de soporte maquinas =	\$ 300
Costo de fabricación de Viga soporte riel =	\$ 1000
Costo por probetas para WPS =	\$ 500
Costos por calificación de procedimientos =	\$ 1500
Costo por canales para probetas pórtico =	\$ 1000
Costos por ensayos a pórticos =	\$ 250
Costos por consumibles y mano de obra =	\$ 450
Costo Total por línea de soldadura mecanizada =	\$ 50,000 +IGV

### **5.5.2 Calculo del Tiempo de implementación**

El tiempo de implementación es de 1.5 mes desde la instalación , acondicionamiento , sincronización de los equipos sinérgicos y conexión directa mecanizada, selección final de la antorcha , pruebas de soldadura de probetas, prueba de fabricación de pórticos , capacitación de operadores e ingenieros.

Instalación de máquinas =	2 días.
Fabricación de soporteras =	3 días
Integración de equipos =	1 día.
Prueba de soldadura en probetas =	7 días.
Elaboración de WPS =	2 días
Calificación de PQR de soldadura =	15 días
Capacitación de operador de soldadura =	5 días
Prueba de soldadura de pórticos =	3 días
Capacitación a Ingenieros QA/QC =	7 días
Total =	45 días = 1.5 meses

### 5.5.3 Calculo de la rentabilidad

Para la ejecución de un proyecto MEGAPLANTA de  $W = 3000$  toneladas con tiempo de entrega de fabricación de  $T = 90$  días:

#### 5.5.3.1 Aplicando el sistema de soldadura convencional

Peso del Pórtico de  $800 \times 300 \times 6 \times 8000 = 0.9$  Toneladas

Ratio de fabricación deseado de pórticos =  $RF = W/T = 33.3$  TM/día

Capacidad de fabricación según WPS-100 =  $c = 3.4$  TM/día (8horas)

Eficiencia de trabajo en taller con equipos manuales =  $n = 0.7$

Grupos de trabajo (Armador+soldador+Limpiador) =  $RF/c*n = 14$

Según el Análisis de costos (sin IGV/Proyecto de 90 días de fabricación)

Costos del personal (14 grupos) = \$ 77813.6

Costos de equipos de soldadura semiautomática = \$ 116246.5

Costos de consumibles (14 grupos) = \$ 69732.9

Costos de Alquiler de Taller = \$ 27000

Costos de SCTR de (14 grupos) = \$ 1553.1

Costos de implementos de seguridad (14 grupos) = \$ 7620

**Costo de fabricación de sistema convencional = \$ 299966.1**

Por 3000 Toneladas en 90 días.

#### 5.5.3.2 Aplicando el sistema de soldadura mecanizado

Peso del Pórtico de  $800 \times 300 \times 6 \times 8000 = 0.9$  Toneladas

Ratio de fabricación deseado de pórticos =  $RF = W/T = 33.3$  TM/día

Capacidad de fabricación según WPS-110 =  $c1 = 10.1$  TM/día (8horas)

Capacidad de fabricación según WPS-110 =  $c2 = 17$  TM/día (14 horas)

Eficiencia de trabajo en taller con equipos mecanizados =  $n = 0.9-1$

Líneas de soldadura mecanizados (con operador) =  $RF/c2*n = 2$

Según el Análisis de costos (sin IGV/Proyecto de 90 días de fabricación)

Costos del personal (2 Líneas de soldadura) = \$ 16859.2

Costos de equipos (2 Líneas de soldadura) = \$ 91764.7

Costos de consumibles (2 Líneas de soldadura) = \$ 37251.1

Costos de SCTR de (2 Líneas de soldadura) = \$ 217.4

Costos de implementos de seguridad (2 Líneas de soldadura) = \$ 1032.1

**Costo de fabricación de sistema mecanizado = \$ 147124.6**

Por 3000 Toneladas en 90 días.

### **5.5.3.3 Rentabilidad (T)**

a) Costo de Inversión de los equipos mecanizados =  $2 \times 45000 = \$ 90000$

b) Ganancias mensuales =  $(299966.1 - 147124.6) / 3 = 50957.2$  \$/mes

$$T = \frac{\text{Costo Total de inversión de los equipos}}{\text{Ganancia mensual}}$$

$$T = \frac{90000}{50957.2} = 1.8 \text{ meses}$$

## CONCLUSIONES

- 1°. Según los procedimientos de soldadura obtenidos, las pruebas de fabricación de taller y los ensayos de control de calidad al pórtico, es factible implementar el sistema de fabricación del pórtico metálico en espesores de 6 mm mediante soldadura mecanizada GMAW por transferencia spray pulsado en un solo pase, consiguiendo un ratio de fabricación de 10.1 TM/día por línea mecanizada y velocidad de avance de 37.3 cm/min.
- 2°. Para un Proyecto de fabricación de pórticos metálicos de 3000 Toneladas con tiempo de entrega de fabricación de 3 meses se necesita implementar 2 líneas mecanizadas con un costo por línea mecanizada de \$50000 dólares+igv y el tiempo de recuperación de la inversión por la adquisición de equipos será de 1.8 meses.

El sustento de las conclusiones es lo que se informa en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Manual de soldadura (AWS WELDING HANDBOOK)  
Octava edición Tomo I, Pretice Hall Hispanoamérica.
2. Manual del soldador CESOL (Hernández Riesco)  
Quinceava edición, España Hispanoamérica.
3. Código de soldadura AWS D1.1 2010  
Veintidosava edición 11 de marzo del 2010, American Welding Society.
4. Manual de la Fuente PIPEPRO 450 RFC (MILLER)  
Primera edición noviembre del 2008, manual del fabricante.
5. Manual del alimentador SUITCASE PIPEPRO 12 RC (MILLER)  
Cuarta edición noviembre del 2012, manual del fabricante.
6. Manual del equipo mecanizado GULLCO GK-200-FLC-L  
Primera edición Junio del 2011, manual del fabricante.
7. Manual del sistema de refrigeración COOLMATE GK-200-FLC-L  
Primera edición abril del 2010, manual del fabricante.
8. Ficha técnica de la antorcha Binzel MB 501D  
Primera edición abril del 2010, manual del fabricante.

# ANEXOS

1. Diagrama de medios y fines
2. Procedimiento soldadura convencional WPS-GP-100
3. Procedimiento de soldadura mecanizado WPS-GP-110
4. Calificación de procedimiento mecanizado PQR-GP-62
5. Calificación de operador de soldadura WPQ-GP-111
6. Reporte de ultrasonido de pórtico fabricado 880-19-PT-15-1
7. Plano N°1 Distribución del sistema mecanizado
8. Plano N°2 Soporte de máquinas de soldar mecanizado
9. Plano N°3 Soporte de viga para carro mecanizado
10. Plano N°4 Integración del sistema GMAW mecanizado
11. Plano N°5 Pórtico TR 800x300x6x8000



**5.1 Implementación del sistema de fabricación de un pórtico metálico ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase**

**5.2 Selección de equipos del sistema de fabricación de un pórtico metálico ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase**

5.2.5 Selección de E.P.P

5.2.4 Selección de equipo de refrigeración y antorcha

5.2.3 Selección del equipo mecanizado

5.2.2 Selección de fuente sinérgica

5.2.1 Bosquejo del sistema

**5.3 Instalación del sistema de fabricación de un pórtico metálico ASTM A36 de 800x300x6x8000 por soldadura mecanizada GMAW spray pulsado en un solo pase**

5.3.5 Integración del sistema

5.3.4 Fabricación de soporte de equipos

5.3.3 Configuración del Equipo mecanizado

5.3.2 Configuración de fuente sinérgica

5.3.1 Plano de distribución

**5.4 Pruebas de operación, producción y control de calidad del sistema de fabricación de un pórtico metálico A36 de 800x300x6x8000 por soldadura GMAW spray pulsado en un solo pase**

5.4.5 Fabricación del Pórtico

5.4.4 Calificación del WPQ

5.4.3 Calificación del PQR

5.4.2 Elaboración del WPS

5.4.1 Pruebas de soldadura en cupones

**5.5 Estimado de los costos y del tiempo de implementación del sistema de fabricación GMAW mecanizado.**

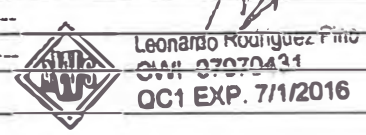
5.5.3 Cálculo de la Rentabilidad

5.5.2 Cálculo del tiempo de implementación

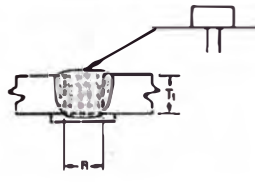
5.5.1 Cálculo de los Costos

**DE ACUERDO A AWS D1.1- 2010**

Nombre de la Compañía: GERENCIA DE PROYECTOS SAC		Registro N°: WPS GP-100	
Proceso(s) de soldadura: GMAW		Revisión: 1	Fecha: 01-09-2013
Soporte PQR N°(s): Procedimiento Precalificado		Elaborado por: Ing. Hugo Icanaque	
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-L1a-GF)</b>		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo: Junta a tope sin biselado		Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>	
Respaldo: Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : PLANA	
Material de respaldo: ASTM A36		Progresión : ---	
Abertura de raíz @ : 6 mm	Dimensión cara raíz (f) : ---	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tolerancia: +1,-0 mm	Tolerancia: ---	AL TELÉFONO: 224-3768	
Ángulo de bisel(α) : 0°		INDICANDO EL NÚMERO CORRELATIVO	
Tolerancia: ---		LPP 1978-13	
Soldadura de respaldo Si : <input type="checkbox"/>	No : <input checked="" type="checkbox"/>	Globular : <input type="checkbox"/>	Spray : <input checked="" type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>
Método de ranurado de raíz: ---		Corriente: CA : <input type="checkbox"/>	CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN: <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>
<b>METAL BASE</b>		Otro: ---	
Especificación del material: ASTM A36		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---	
Tipo o Grado : ---		Tamaño: ---	
Espesor (T1) : 6 mm	Filete : ---	Tipo: ---	
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>	
<b>METAL DE APORTE</b>		Arrastre u oscilación: 1 <sup>er</sup> pase arrastre, resto con oscilación.	
Especificación AWS: A 5.18		Pasada simple o múltiple: Múltiple	
Clasificación AWS : ER70S-6		Número de electrodos: 1	
Nombre Comercial : MIGFIL PS6-GC		Espaciado de electrodos: ---	
<b>PROTECCIÓN</b>		Longitudinal: ---	
Fundente: ---	Gas: Mezcla	Ángulo: ---	
Composición del Gas : 80%AR+20% CO2		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: 12-16 mm	
Fundente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---	
Ratio de alimentación : 30-35CFH		Limpieza entre pasadas: 1 <sup>er</sup> pase esmerilado, resto escobillado.	
Tamaño de la copa : 16 mm			
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>	
Temperatura de precalentamiento, mínima: T. Amb. (Anexo I)		Temperatura : ---	
Temperatura entre pases, mínima : T. Amb. (Anexo I)		Tiempo : ---	



2013/09/01

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1 - n	GMAW	ER70S-6	1.0	CCEP	200-220	25-28	19-22	

Supervisor QA/QC de GERENPRO	Jefe de Calidad de GERENPRO	Supervisión
Nombre : Victor Portillo Soto	Nombre : Hugo Icanaque Céspedes	Nombre :
Fecha : 01/09/13	Fecha : 01/09/13	Fecha :



## REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

REPORTE Nº: 369 – 022 – UT/12  
OT - 0-880

PROYECTO: PLANTA PUCUSANA

CLIENTE: GERENPRO S.A.C

ELEMENTO INSPECCIONADO: GP-P1

ZONAS INSPECCIONADAS: UNION SOLDADA: (J1)

ESPESOR DE ELEMENTO: 6 mm

PROCEDIMIENTO: NDT-AWS D1.1-UT003-13      TECNICA: PULSO - ECO

EQUIPO UTILIZADO: G.E - USM GO

TRANSDUCTOR ANGULAR: 70°      FRECUENCIA: 2.25 MHz      TAMAÑO: 8 x18 mm.

MATERIAL: ASTM A-36

PROCESO DE SOLDADURA: GMAW      SOLDADOR: DGN079

COMENTARIOS: CONDICION DE LA JUNTA INSPECCIONADA: (J1)=ACEPTABLE

### RESULTADOS (Identificación y descripción de cada indicación)

Nº	IDENTIFICACION DE LAS INDICACIONES	NIVEL DE AMPLITUD	LONGITUD (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	COMENTARIOS

Nosotros, suscribimos y certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 6 del código AWS D1.1 – 2010. ANEXO S

FECHA DEL ENSAYO: 17 de Septiembre del 2013

CONTRATISTA: GERENPRO S.A.C.

INSPECTOR: Eduardo Flores López– Nivel II SNT TC 1A

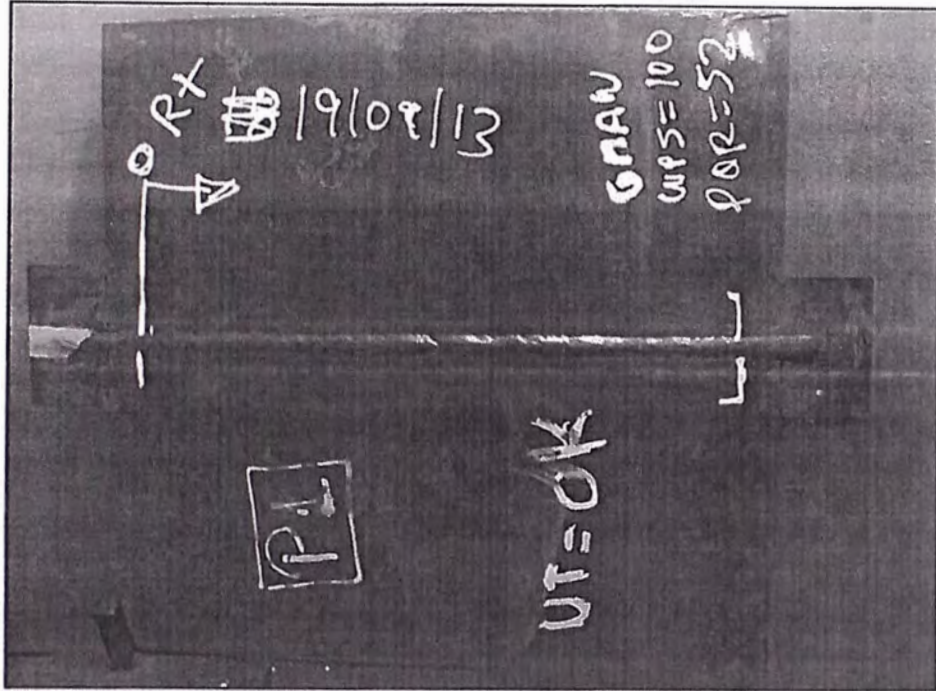
AUTORIZADO POR: ING. HUGO ICANAQUE

**NDT ENGINEERING S.A.C.**

Eduardo Flores López  
Nivel II SNT TC-1A UT, RT, MT, PT

UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE ULTRASONIDO

GP-P1



RECORD FOTOGRAFICO DE LA ESTRUCTURA  
INSPECCIONADA POR ULTRASONIDO

**Metraje Total Inspeccionado: 0.50 m**



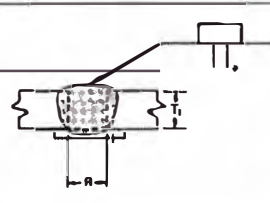
GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.

**SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD**

**REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Código	GP-PRC-02-01
Revisión	1
Fecha	07-01-2013
Página	1 de 1

**DE ACUERDO A AWS D1.1- 2010**



Nombre de la Compañía: GERENCIA DE PROYECTOS SAC		Registro N°: WPS GP-110						
Proceso(s) de soldadura: GMAW-SPRAY-PULSADO-MECANIZADO		Revisión: 1	Fecha: 01-10-2013					
Soporte PQR N°(s): PQR-GP-62		Elaborado por: Hugo Icanaque Céspedes						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Mecanizado : <input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo: Junta a tope sin biselado		Semiautomático : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble : <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : PLANA						
Material de respaldo: ASTM A36 de 6 mm		Progresión : ---						
Abertura de raíz @ : 3 mm	Dimensión cara raíz (f) : ---	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Tolerancia: +1,-0 mm	Tolerancia: ---	Modo de transferencia (GMAW)						
Ángulo de bisel(α) : 0°	Tolerancia:	Globular : <input type="checkbox"/> Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/> Pulsado <input checked="" type="checkbox"/>						
Soldadura de respaldo	Si : <input type="checkbox"/> No : <input checked="" type="checkbox"/>	Corriente:	CA : <input type="checkbox"/> CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/>					
Método de ranurado de raíz: -----		Otro:	---					
<b>METAL BASE</b>		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Especificación del material: ASTM A36		Tamaño: ---						
Tipo o Grado : ---	Tipo: ---							
Espesor (T1) : 4.5 - 6 mm	Filete : Todos	<b>TÉCNICA</b>						
Diámetro (tubo) : ---	Arrastre u oscilación: Oscilación.							
<b>METAL DE APORTE</b>	Pasada simple o múltiple: Múltiple							
Especificación AWS: A 5.18	Número de electrodos: 1							
Clasificación AWS : ER70S-6	Espaciado de electrodos: ---							
Nombre Comercial : CARBOFIL PS-6 GC	Longitudinal: ---							
<b>PROTECCIÓN</b>	Ángulo: --- <b>LRP 2314-13</b>							
Fundente: ---	Gas: Mezcla	Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: 12-19 mm						
Composición del Gas : 80%Ar+20% CO2	Forjado : ---							
Fundente-electrodo (clase) : ---	Limpieza entre pasadas: 1º pase esmerilado, resto escobillado.							
Ratio de alimentación : 30-35CFH	<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>							
Tamaño de la copa : 16 mm	Temperatura : ---							
<b>PRECALENTAMIENTO</b>	Tiempo : ---							
Temperatura de precalentamiento, mínima: 15 °C (*)	Temperatura : ---							
Temperatura entre pases, mínima : 15 °C (*)	Tiempo : ---							
(*) Si la Temperatura del metal base es menor a 0°C, precalentar como mínimo a 20°C								
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	GMAW	ER70S-6	1.2	CCEP	235-250	30-31	37.3-42	
Fuerza de Arco = 10 , TRIN = 67-69 , Velocidad de alambre = 421-434 IPM								
Ancho del Cordón = 0.25 cm , Oscilación = 48.6 cm/min , Velocidad del carro = 37.3-42 cm/min Fuente PIPEPRO 450 + Suitcase , Equipo Mecanizado = Carro Lineal Oscilador KAT-GK-200 FLC								
Supervisor QA/QC de GERENPRO			Jefe de Calidad de GERENPRO			Supervisión		
Nombre : Victor Portillo Soto			Nombre : Hugo Icanaque Céspedes			Nombre :		
Fecha : 01/10/13			Fecha : 01/10/13			Fecha :		



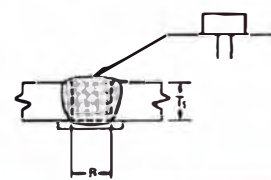
Leonardo Rodríguez Dinn  
CWI 07070431  
CCT EXP. 7/1/2016

2013/11/19

**DE ACUERDO A AWS D1.1- 2010**

<b>Compañía</b> GERENCIA DE PROYECTOS SAC		<b>Registro N°:</b> PQR-GP-62	
<b>Proceso (s) de Soldadura :</b> GMAW-PULSADO-MECANIZADO		<b>Revisión:</b> 1	<b>Fecha de PQR :</b> 01/10/2013
<b>PQR de Soporte :</b> PQR-GP-62		<b>Por :</b> Hugo Icanaque	<b>Fecha de Doc :</b> 01/10/2013
		<b>Tipo</b> Manual <input type="checkbox"/>	Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/>
		Semiautomático <input type="checkbox"/>	Automática <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO DE JUNTA USADA:</b>		<b>POSICIÓN</b>	
<b>Tipo :</b> Junta a Tope sin Biselado		<b>Posición de Ranura</b> 1G	<b>Filete</b> ----
<b>Simple</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Doble Soldadura</b> <input type="checkbox"/>		<b>Progresión Vertical :</b> -----	
<b>Respaldo :</b> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
<b>Material de respaldo :</b> ASTM A36 de 6 mm		<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>Abertura de raíz :</b> 3 mm <b>Cara de raíz :</b> -----			
<b>Angulo de ranura:</b> 0° <b>Radios (J - U)</b> -----		<b>Modo de Transferencia (GMAW)</b>	
<b>Soldadura de respaldo</b> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>		Corto - Circuito <input type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Pulsado <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Método:</b> -----		<b>Corriente :</b> CC <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CCEN <input type="checkbox"/>	
<b>METAL BASE</b>		<b>Otros</b> -----	
<b>Especificación del Material</b> ASTM A36		<b>Electrodo de Tungsteno (GTAW)</b>	
<b>Grado ó Tipo</b> ----		Tamaño :  LEONARDO RODRIGUEZ PIPE CNAH 02070431	
<b>Espesor :</b>		Tipo :  QC4 EXP 7/1/2016	
<b>Ranura:</b> 6 mm <b>Filete</b> ---			
<b>Diámetro (Tubo)</b> ----		<b>TECNICA</b>	
<b>METAL DE APORTE</b>		<b>Arrastre u oscilación:</b> Oscilación	
<b>Especificación AWS</b> A5.18		<b>Pase Simple ó Múltiple (Por lado)</b> múltiple	
<b>Clasificación AWS</b> ER70S-6		<b>Número de Electrodos</b> 1	
<b>Nombre comercial</b> CARBOFIL PS-6 GC		<b>Espacio de Electrodos</b> ---	
		<b>Longitudinal</b> ----	
<b>PROTECCIÓN</b>		<b>Lateral</b> ----	
<b>Fundente</b> -- <b>Gas:</b> Mezcla		<b>Angulo</b> ----	
<b>Composición:</b> 80%Ar +20% CO2		<b>Distancia de contacto del tubo a la pieza de</b> LRP 2312-10	
<b>Fundente-Electrodo (Class)</b> --		<b>Trabajo:</b> 12 - 19 mm	
<b>Ratio de Flujo:</b> 30-35 CFH		<b>Limpieza entre Pases:</b> Disco abrasivo y escobilla circular	
<b>Tamaño de Copa:</b> 16 mm			
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TERMICO DESPUÉS DE SOLDAR</b>	
<b>Temp. de Pre calentamiento, Mín</b> 15° C		<b>Temperatura</b> ----	
<b>Temp. de Interpases, Mín.</b> 15°C		<b>Tiempo</b> ----	

**PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**


Pase (s)	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalle de la junta
		Clase	Diám (mm)	Tipo y Polaridad	Amperaje (A)			
1	GMAW	ER70 S-6	1.2	CCEP	235-250	30-31	37.3-42	
Fuerza de arco = 10 , Trim = 67-69 , Velocidad de Alambre = 421-434 IPM, Ancho del cordón = 0.25 cm , Oscilación = 48.6 cm/min , Velocidad del carro = 37.3-42 cm/min Fuente PIPEPRO 450+Suitcase , Equipo mecanizado = Carro Lineal oscilador KAT-GK-200 FLC								

Supervisor QA/QC de GERENPRO	Jefe de Calidad de GERENPRO	Supervisión
Nombre : Victor Portillo Soto	Nombre : Hugo Icanaque Céspedes	Nombre :
Fecha : 01/10/13	Fecha : 01/10/13	Fecha : 01/10/13

**Resultado Prueba de Tracción (Reporte N°:ET-2013-502)**

No. de Muestra	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima total (N)	Resistencia max (MPa)	Tipo de falla y ubicación
GP-P8-3-T1	20.03	5.78	115.77	56108	485	Rotura material base
GP-P8-3-T2	20.05	5.75	115.29	55211	479	Rotura material base

**Prueba de Doblado Guiado (Reporte N°: 1116-13 SOLDEXA)**

No. de Muestra	Tipo de Doblado	Resultado	OBSERVACIONES
WPS 110/GP8-3-1	CARA	ACEPTABLE	
WPS 110/GP8-3-2	CARA	ACEPTABLE	
WPS 110/GP8-3-3	RAIZ	ACEPTABLE	
WPS 110/GP8-3-4	RAIZ	ACEPTABLE	

<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>		<b>Examinación Radiográfica-Ultrasonica</b>	
Apariencia: Aceptable		Reporte RT N° : N/A	Resultado: _____
Socavado: Aceptable		Reporte UT N° : 402-006-UT/13	Resultado: ACEPTABLE
Porosidad Tubular: No Presento			
Convexidad : Aceptable		<b>Resultado de Pruebas de Soldadura de Filete</b>	
Fecha prueba: 01-10-2013		Mínimo tamaño en Multipase	Máximo tamaño en pase simple
Conducido por: Ing. Leonardo Rodríguez		Macrotech	Macrotech
		1. 3.	1. 3.
		2.	2.
<b>Otras pruebas</b>		<b>Prueba de tracción a todo el metal de soldadura</b>	
		Fuerza de tracción, psi	
		Fuerza / Punto de Fluencia, psi	
		Elongación en 2", %	
		Laboratorio, Prueba No.	
		<b>CPP 2313-13</b>	
Nombre del Soldador	David Gómez Núñez	N° Identificación	44144079
Pruebas mecánicas conducidas por	Ing. Leonardo Rodríguez	Prueba de Laboratorio	Reporte N°: ET-2013-502, 1116-13
Prueba conducida por	Ing. Leonardo Rodríguez	CWI	07070431
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas ensayadas en concordancia con los requerimientos de la Sección 4 del AWS D1.1 ( 2010)			
Fabricante	GERENCIA DE PROYECTOS SAC	Elaborado por	Hugo Icanaque cespedes
Fecha	01-10-2013	Autorizado por	Hugo Icanaque cespedes

Supervisor QA/QC de GERENPRO	Jefe de Calidad de GERENPRO	Supervisión
Nombre : Victor Portillo Soto	Nombre : Hugo Icanaque Céspedes	Nombre :
Fecha : 01/10/13	Fecha : 01/10/13	Fecha : 01/10/13

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA  
CON REGISTRO N° LE-052



LABORATORIO DE  
PRIMERA PARTE

Nombre de Cliente : Departamento Técnico - Lima  
Referencia : GERENPRO  
Descripción de la Muestra: Probetas Rectangulares  
Fecha Informe : 2013-11-14  
Informe de Ensayo N° : ET-2013-502

Código N°	Ancho mm	Sección Transversal		CARGAS		TENSIONES		Alargamiento % Lo
		Diámetro / Espesor mm	Area mm <sup>2</sup>	Fluencia N	Máxima N	Fluencia MPa	Máxima MPa	
GP-P-83-T1	20.03	5.78	115.77	36387	56106	314	485	...
GP-P-83-T2	20.05	5.75	115.29	36153	55211	314	479	...

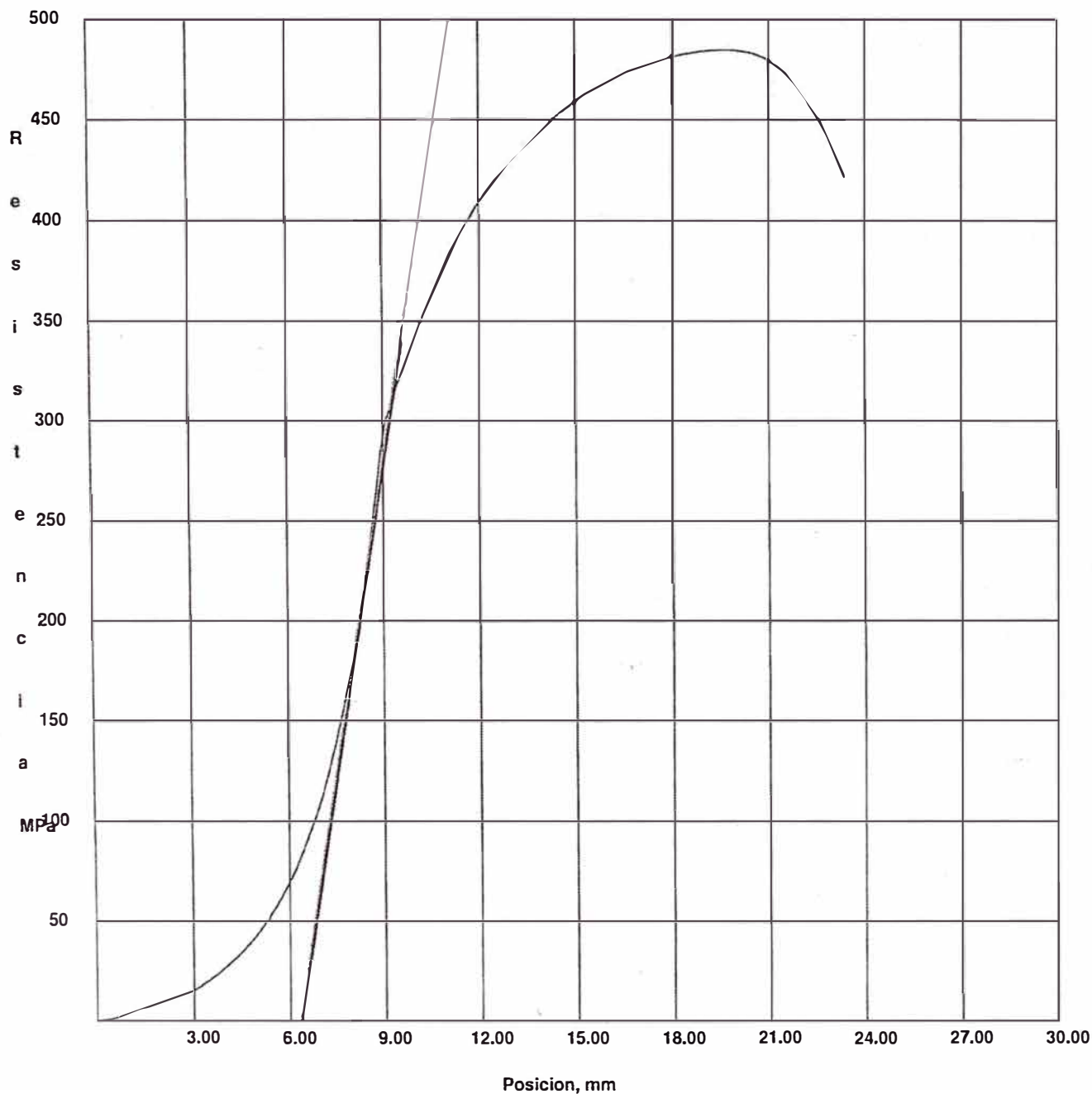
**OBSERVACIONES :**  
Material Base: ASTM A36.  
Material de Aporte: ER 70S-6  
Ambas probetas rompieron en el Material Base.

Las dimensiones de la probeta Si(X) / No( ) Cumplen con la Norma:	AWS D1.1 - 2010
Método de Ensayo :	ASTM A 370-12a
Equipo Usado :	TINIUS OLSEN SUPER L 120
Codigo Interno del Equipo :	CC-E-41
Temperatura de Ensayo :	Inicial :21.9°C , Final:21.9°C
Nombre del Analista :	J. Soto
Fecha recepción Muestra :	2013-11-12
Las muestras han sido suministradas por el solicitante	

\_\_\_\_\_  
Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad  
Pedro Coloma

La incertidumbre expandida es 4 Mpa para un nivel de confianza al 95% y un K=2.  
Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA  
Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada.  
"Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad como norma de producto o certificación del Sistema de Calidad"





**SOLDEXA S.A.**  
**CC-F-65 Ed. 03**  
**Reporte y Gráfica Ensayo Tracción**  
**Lurin-Lima-Perù**

**NORMA DE ENSAYO : ASTM A370-12a**

Ensayista	J. Soto
Configuracion de ensayo	Mtl Tensile encoder plano Soldexa 09dez2010

Nº Ensayo:	ET-2013-502
Id. Muestra:	GP-P-83-T1
a) Ancho, mm:	20.03
b) Espesor, mm:	5.78
Area, mm²:	115.77
c) Lon.Sec.Reducida, mm:	63.61
d) Lon.Sec.Agarre, mm:	135.14
e) Lon.Total Probeta, mm:	352.00
f) Radio, mm:	12.0
L. Fluencia, N:	36387
L. Fluencia, MPa:	314
Fuerza Maxima, N:	56106
R. Tracción, MPa:	485
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
Elongacion, %:	0
Datos:	2013/11/14
Hora:	10:59
Tº Ensayo:	21.9
Rotura:	Material Base
La Probeta:	Si Cumple
Norma de Calificación:	AWS D1.1 - 2010



## REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

REPORTE N°: 402 – 006 – UT/13

**PROYECTO:** PROBETA SOLDADOR

**CLIENTE:** GERENPRO S.A.C.

**ELEMENTO INSPECCIONADO:** PROBETA P8 WPS 110 – PQR 62

**ZONAS INSPECCIONADAS:** UNION SOLDADA: (J1)

**ESPESOR DE ELEMENTO:** 6 mm

**PROCEDIMIENTO:** NDT- AWS-UT003-12

**TECNICA:** PULSO - ECO

**EQUIPO UTILIZADO:** G.E. – USN 60

**TRANSDUCTOR ANGULAR:** 70°

**FRECUENCIA:** 2.25 MHz

**TAMAÑO:** 8 x18 mm.

**MATERIAL:** ASTM A-36

**PROCESO DE SOLDADURA:** GMAW

**SOLDADOR:** DGN079

**COMENTARIOS:** CONDICION DE LA JUNTA INSPECCIONADA: (J1) = **ACEPTABLE**

### RESULTADOS (Identificación y descripción de cada indicación)

N°	IDENTIFICACION DE LAS INDICACIONES	NIVEL DE AMPLITUD	LONGITUD (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	COMENTARIOS

Nosotros, suscribimos y certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 6 del código AWS D1.1 – 2010. ANEXO S

**FECHA DEL ENSAYO:** 18 de Octubre del 2013

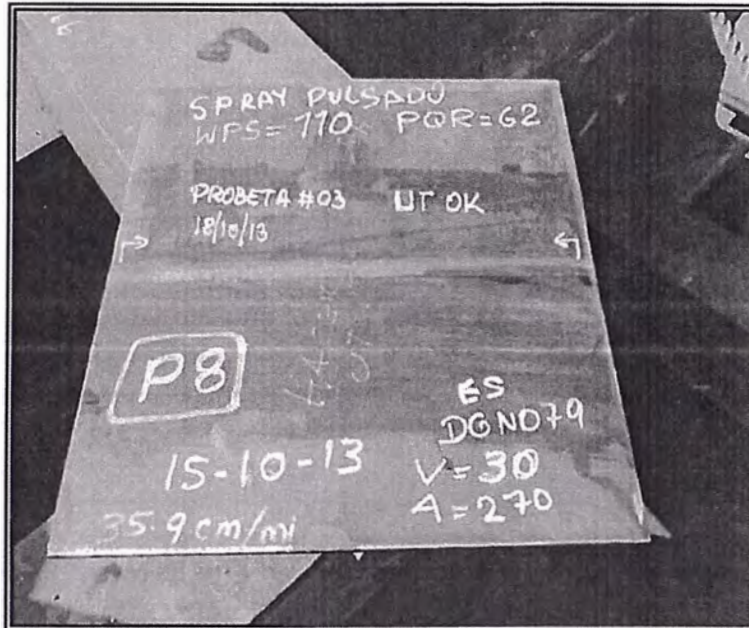
**CONTRATISTA:** GERENPRO S.A.C.

**INSPECTOR:** Erik Acosta Castilla - Nivel II SNT TC -1A

**AUTORIZADO POR:** Ing. Hugo Icanaque

UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE ULTRASONIDO

**PROBETA P8**  
**WPS 110 – PQR 62**



RECORD FOTOGRAFICO DEL ELEMENTO INSPECCIONADO  
POR ULTRASONIDO

**Metraje Total Inspeccionado: 0.36 m**

**REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)**

Nombre: **DAVID GOMEZ NUÑEZ** DNI: **44144079** No. Estampa: **DGN079** WPQR No: **111**  
Identificación del procedimiento calificado: **WPS GP-110** Rev **0** Fecha **01-10-2013**

Variables	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso / transferencia	GMAW (Spray Pulsado)	GMAW (Spray Pulsado)
Corriente / Polaridad	CCEP(+)	---
Posición	1G	Ranurada: Plana Filete: Plana y Horizontal.
Progresión de soldadura	---	---
Respaldo o Backing	Con respaldo	Con respaldo (Ver 4.23)
Material / Especificación	ASTM A36	3mm hasta 6.0 mm
Metal Base	6.0 mm	
Espesor (plancha)		---
A tope:		
Filete:	---	---
Espesor (tubería)		
A tope:	---	---
Filete:		
Diámetro (tubería)	---	---
A tope:		
Filete:	---	---
Metal de Aporte		
Nº Especificación:	A5.18	2LP2515-13
Clase:	ER70S-6	
Nombre Comercial:	CARBOFIL PS-6 GC	
Tipo gas/fundente	80%AR+20%CO2	---
Otros	---	---

**INSPECCIÓN VISUAL**

Aceptable: Si  No

**Resultados de prueba de doblez guiado**

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Cara-WPS110/GP8-3-DC	Aceptado		
Raíz-WPS110/GP8-3-DR	Aceptado		

**RESULTADOS DE PRUEBA RADIOGRÁFICA**

Identificación Placa	Resultado	Observaciones	Identificación Placa	Resultado	Observaciones
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---



Leonardo Rodriguez Piro  
CWI 07070431  
QCT EXP. 7/1/2016

Inspeccionado por: **Ing. Leonardo Rodriguez** Prueba Nº: **1116-13**  
Organización: **SOLDEX, SA** Fecha: **31-10-2013**  
Calificación conducida: Por: **CWI. Leonardo Rodriguez**

Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código estructural AWS D1.1 - 2010.

Fabricante: **GERENPRO S.A.C.** Elaborado por: **HUGO ICANAQUE**  
Fecha: **31-10-2013** Autorizado por: **HUGO ICANAQUE**

N° INFORME (Report) : 1116-13

CLIENTE (Customer): GERENPRO SAC

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): CENTRO TECNOLÓGICO DE SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): ING. CWI Leonardo Rodriguez Pino

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2013 10 31 N° de Registro (CT-F-07): 771-13

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	WPS 110/GP8-1-1	DTC	6	C	-
2	WPS 110/GP8-1-2	DTC	6	C	-
3	WPS 110/GP8-1-3	DTR	6	C	1.4
4	WPS 110/GP8-1-4	DTR	6	C	-
5	WPS 110/GP8-2-1	DTC	6	C	1.0
6	WPS 110/GP8-2-2	DTC	6	NC	4.9
7	WPS 110/GP8-2-3	DTR	6	C	-
8	WPS 110/GP8-2-4	DTR	6	C	-
9	WPS 110/GP8-3-1	DTC	6	C	-
10	WPS 110/GP8-3-2	DTC	6	C	-
11	WPS 110/GP8-3-3	DTR	6	C	-
12	WPS 110/GP8-3-4	DTR	6	C	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

PARA VERIFICAR LA AUTENTICIDAD  
 DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA  
 AL TELEFONO: 224-3768

<sup>a</sup> Tipo de ensayos (Type of test): DTC: Doble Transversal-Cara (Transverse Bend -Face) / DTR: Doble Transversal-Raiz (Transverse Bend -Root)  
 DLC: Doble Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doble Longitudinal-Raiz (Longitudinal Bend -Root)  
 DL: Doble-Lado (Bend-Side) / RSF: Ruptura Soldadura Filete (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)  
 \* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

**OBSERVACIONES (Remarks):**

1. Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): AWS D1.1-2010
2. Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal) : ASTM A36
3. Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter) : 38.00 mm
4. Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 61 mm
5. De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

\*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.  
 \*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

Leonardo Rodriguez Pino  
 CWI 07070431  
 QC1 EXP. 7/1/2016  
 2013/10/31



## REPORTE DE ENSAYO POR ULTRASONIDO

REPORTE Nº: 401 – 009 – UT/13

PROYECTO: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA NAVES INDUSTRIALES OT - 0-880

CLIENTE: GERENPRO S.A.C.

ELEMENTO INSPECCIONADO: 880-19-PT15-1

ZONAS INSPECCIONADAS: UNION SOLDADA: (J1), (J2)

ESPEJOR DE ELEMENTO: 6 mm

PROCEDIMIENTO: NDT- AWS-UT003-12 TECNICA: PULSO - ECO

EQUIPO UTILIZADO: SONATEST – MASTERSCAN 333

TRANSDUCTOR ANGULAR: 68° FRECUENCIA: 2.25 MHz TAMAÑO: 8 x18 mm.

MATERIAL: ASTM A-36

PROCESO DE SOLDADURA: GMAW SOLDADOR: DGN079

COMENTARIOS: CONDICION DE LA JUNTA INSPECCIONADA: (J1), (J2) = ACEPTABLES

### RESULTADOS (Identificación y descripción de cada indicación)

Nº	IDENTIFICACION DE LAS INDICACIONES	NIVEL DE AMPLITUD	LONGITUD (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	COMENTARIOS

Nosotros, suscribimos y certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras fueron preparadas y ensayadas en conformidad con los requerimientos de la sección 6 del código AWS D1.1 – 2010. ANEXO S

FECHA DEL ENSAYO: 02 de Octubre del 2013

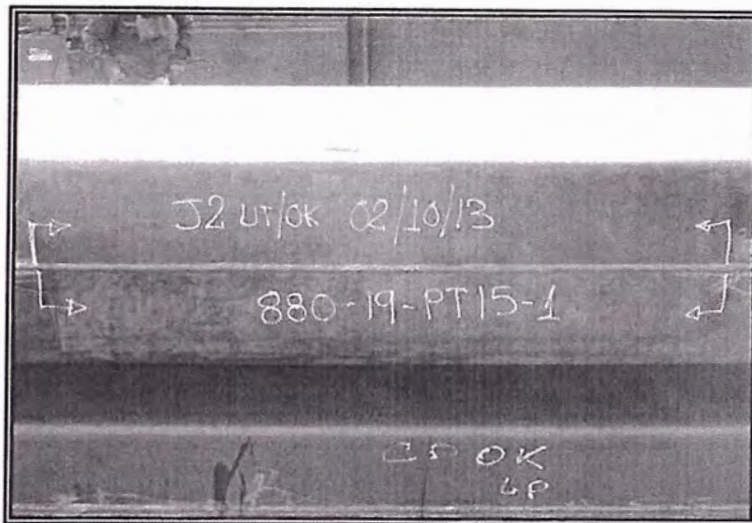
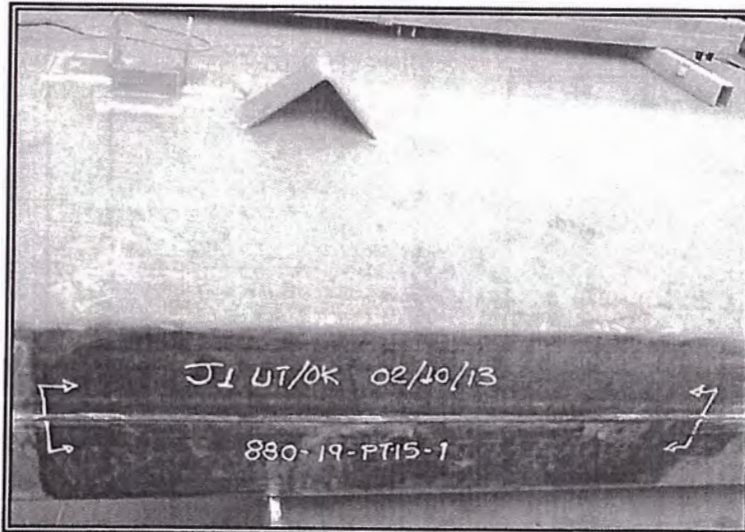
CONTRATISTA: GEREMPRO S.A.C.

INSPECTOR: Juan Estenio Guerrero Bonilla – Nivel II SNT TC 1A

AUTORIZADO POR: Ing. Hugo Icanaque

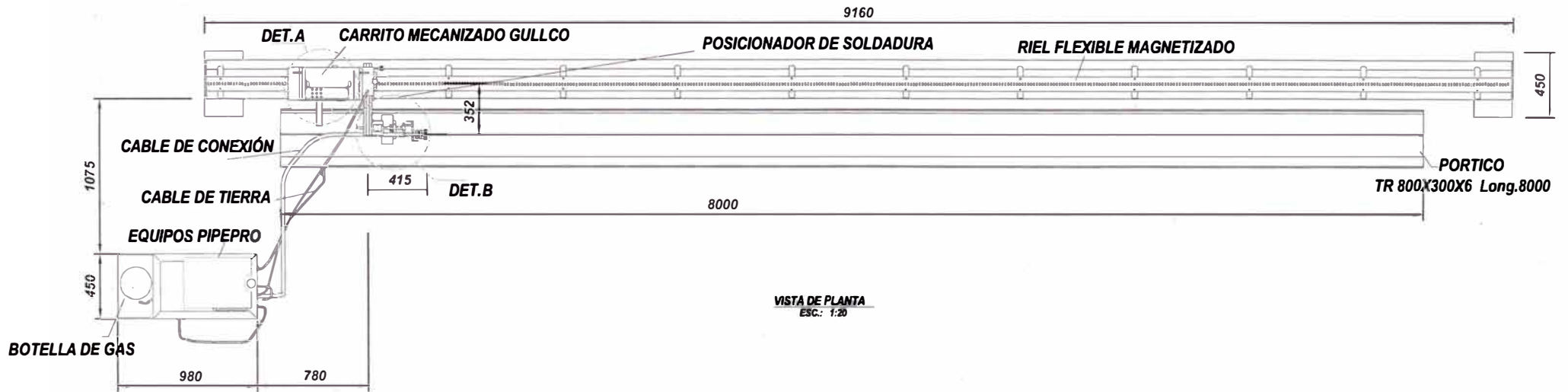
UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE ULTRASONIDO

880-19-PT-15-1

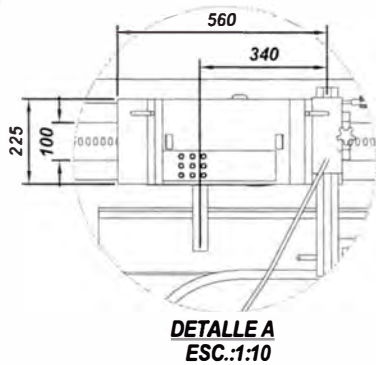


RECORD FOTOGRAFICO DEL ELEMENTO INSPECCIONADO  
POR ULTRASONIDO

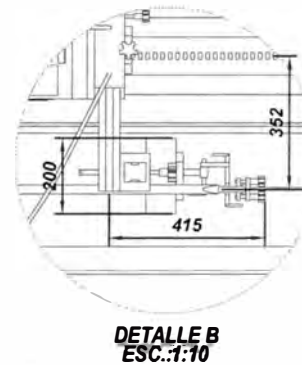
Metraje Total Inspeccionado: 1.50 m



**CARRITO MECANIZADO GULLCO**



**POSICIONADOR DE SOLDADURA**



**GP GERENPRO**

GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.  
Peru: Jr. Montano Rosas 103 Barranco - Lima  
Telefono: 251-6537  
Pagina Web: www.gerenpro.com.pe

PLANO DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA MECANIZADO

Modelado: A.G.E. Escala: 1:20 O.T.: 880

Nombre del Modelo:  
0T-880 NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Obra: NAVE ESTRUCTURAL  
Lugar: PUCUSANA - LIMA - PERU

Propietario:



CORPORACION LINDLEY S.A.

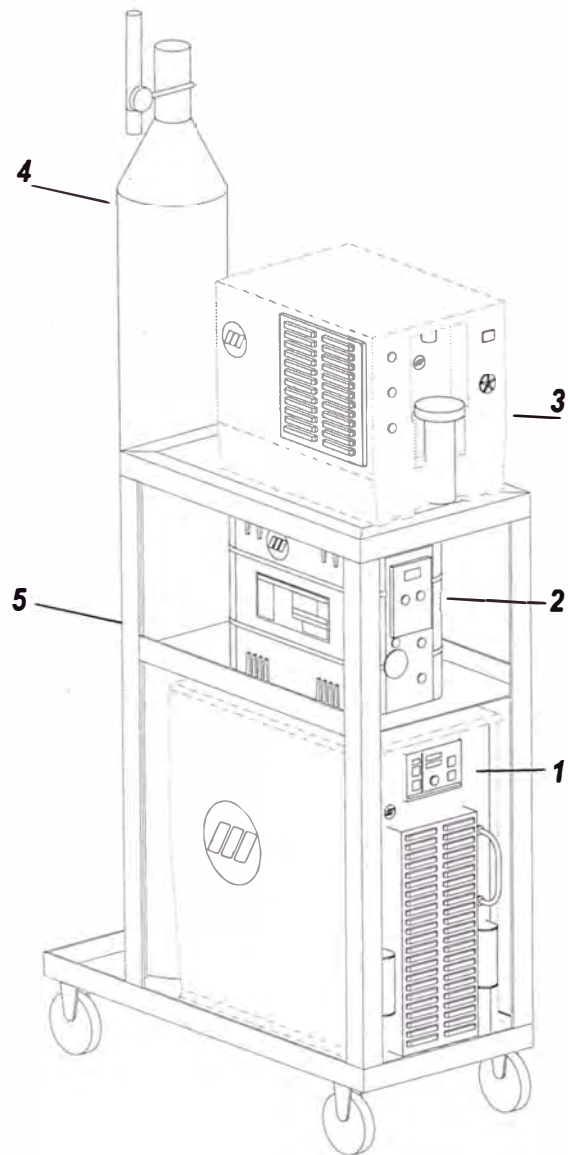
Nº DE LAMINA: PLANO Nº 1

Lámina: A4

Revisión:

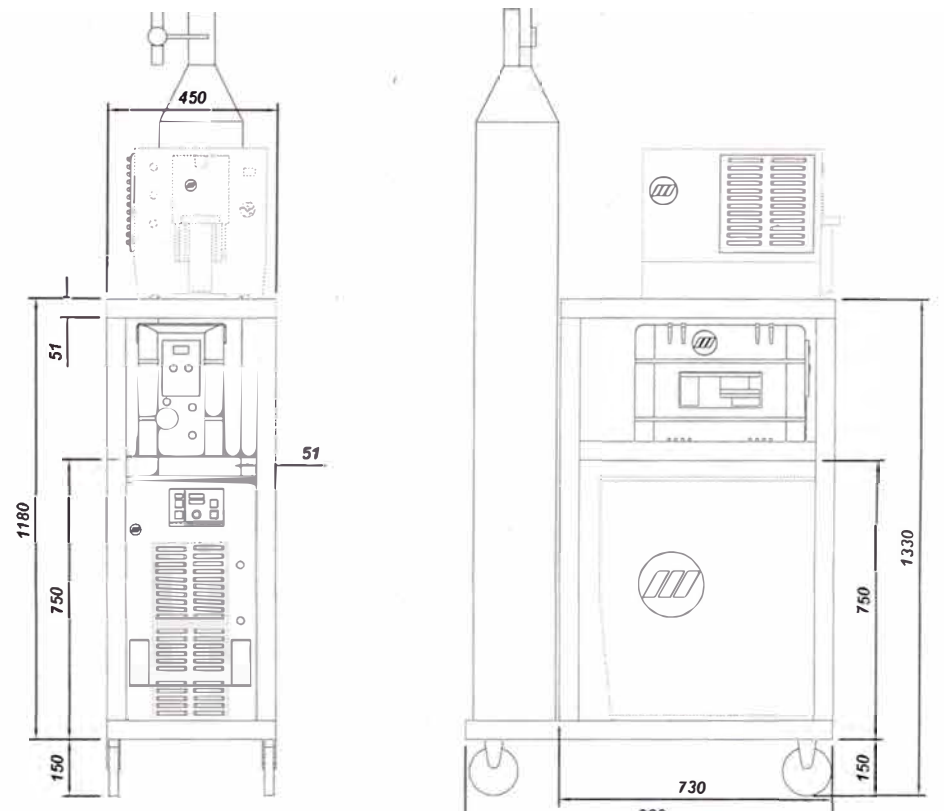
0





VISTA ISOMETRICA  
ESC.: 1:7.5

N	LEYENDA DE EQUIPOS Y ACCESORIOS
1	EQUIPO DE SOLDAR PIPEPRO 450 RFC
2	EQUIPO SUITCASE ALIMENTADOR 12 RC
3	EQUIPO REFRIGERAADOR COOLMATE 3
4	BOTELLA DE GAS MEZCLA
5	SOPORTE DE MAQUINAS DE SOLDAR



VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:10

VISTA LATERAL  
ESC.: 1:10

VISTA SUPERIOR  
ESC.: 1:10

**GP GERENPRO**  
GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.  
Pan: Jr. Montero Rosas 103 Barranco - Lima  
Telefono: 251-6537  
Pagina Web: www.gerenpro.com.pe

PLANO SOPORTE DE MAQUINAS DE SOLDAR MECANIZADO

Modelado: A.G.E. Escala: 1:20 O.T.: 880

Nombre del Modelo:  
OT-880 NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA  
Obra: NAVE ESTRUCTURAL  
Lugar: PUCUSANA - LIMA - PERU

Propietario:



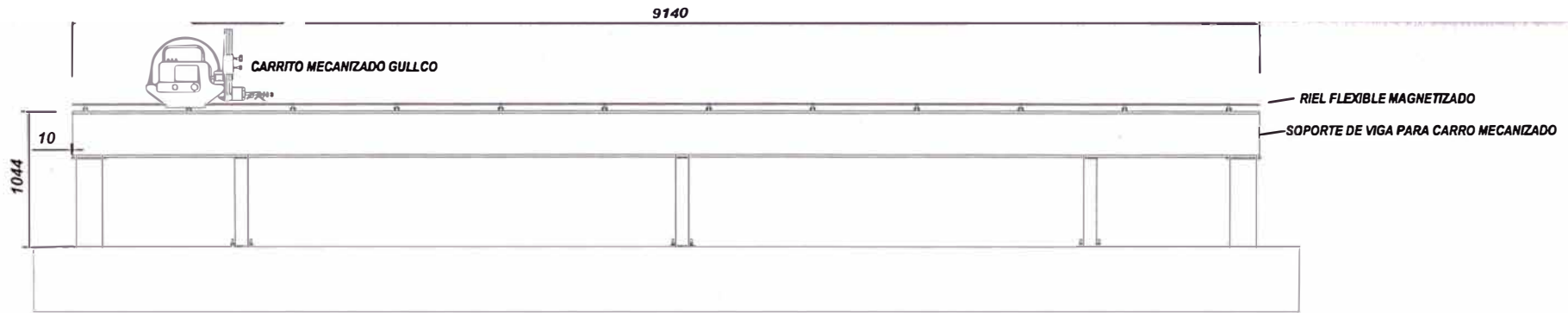
CORPORACION LINDLEY S.A.

Nº DE LAMINA: PLANO Nº 2

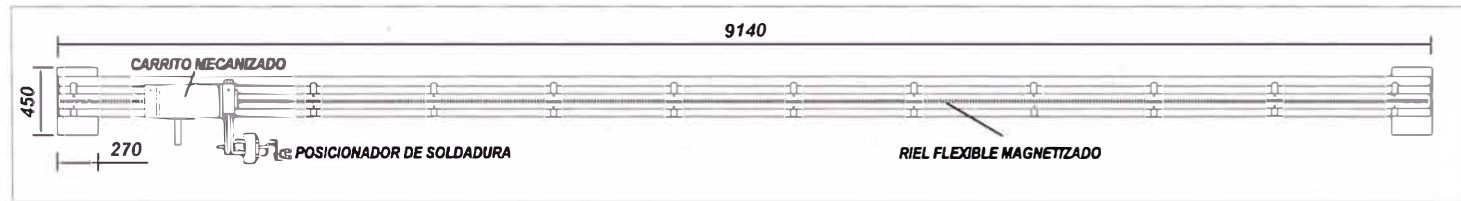
Lámina:  
A4

Revisión:

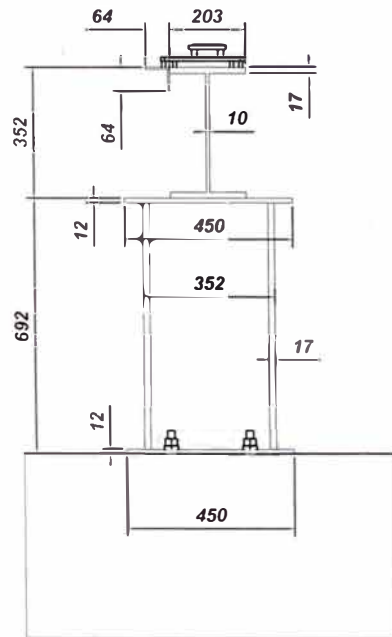
0



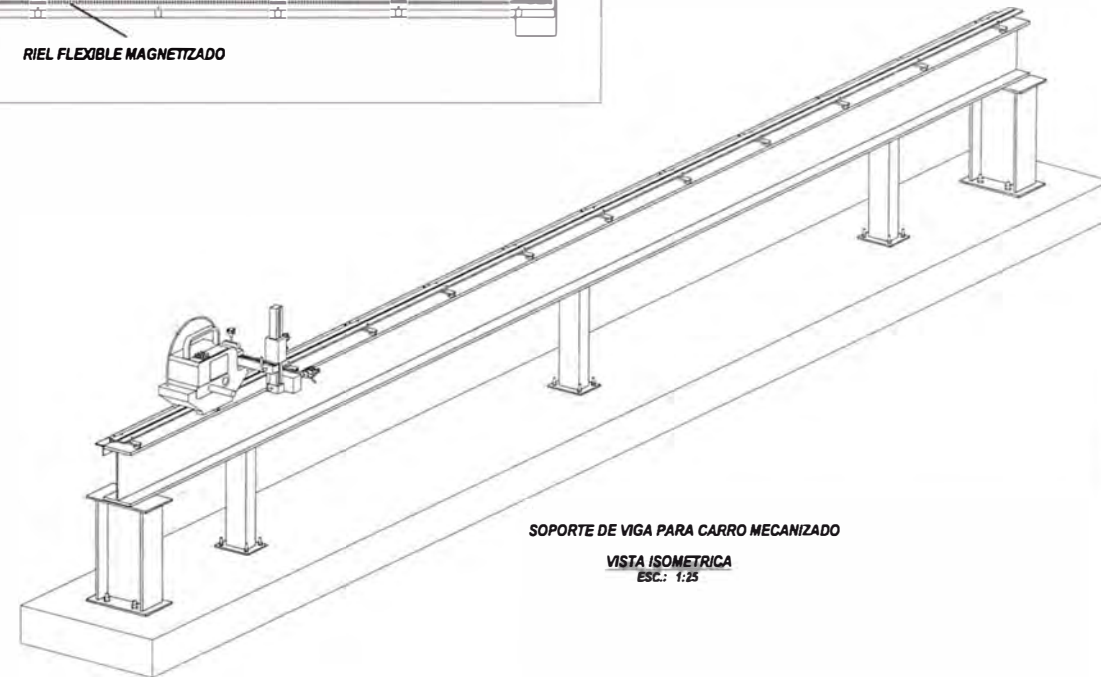
VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:25



VISTA SUPERIOR  
ESC.: 1:25



VISTA LATERAL  
ESC.: 1:10



**GP GERENPRO**  
GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.  
Perú: Jr. Montero Rosas 103 Barranco - Lima  
Teléfono: 251-6337  
Página Web: www.gerenpro.com.pe

PLANO SOPORTE DE VIGA PARA CARRO MECANIZADO

Modelado: A.G.E. Escala: 1:20 O.T.: 880

Nombre del Modelo:  
OT-880 NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA  
Obra: NAVE ESTRUCTURAL  
Lugar: PUCUSANA - LIMA - PERU

Lámina: A4

Propietario:

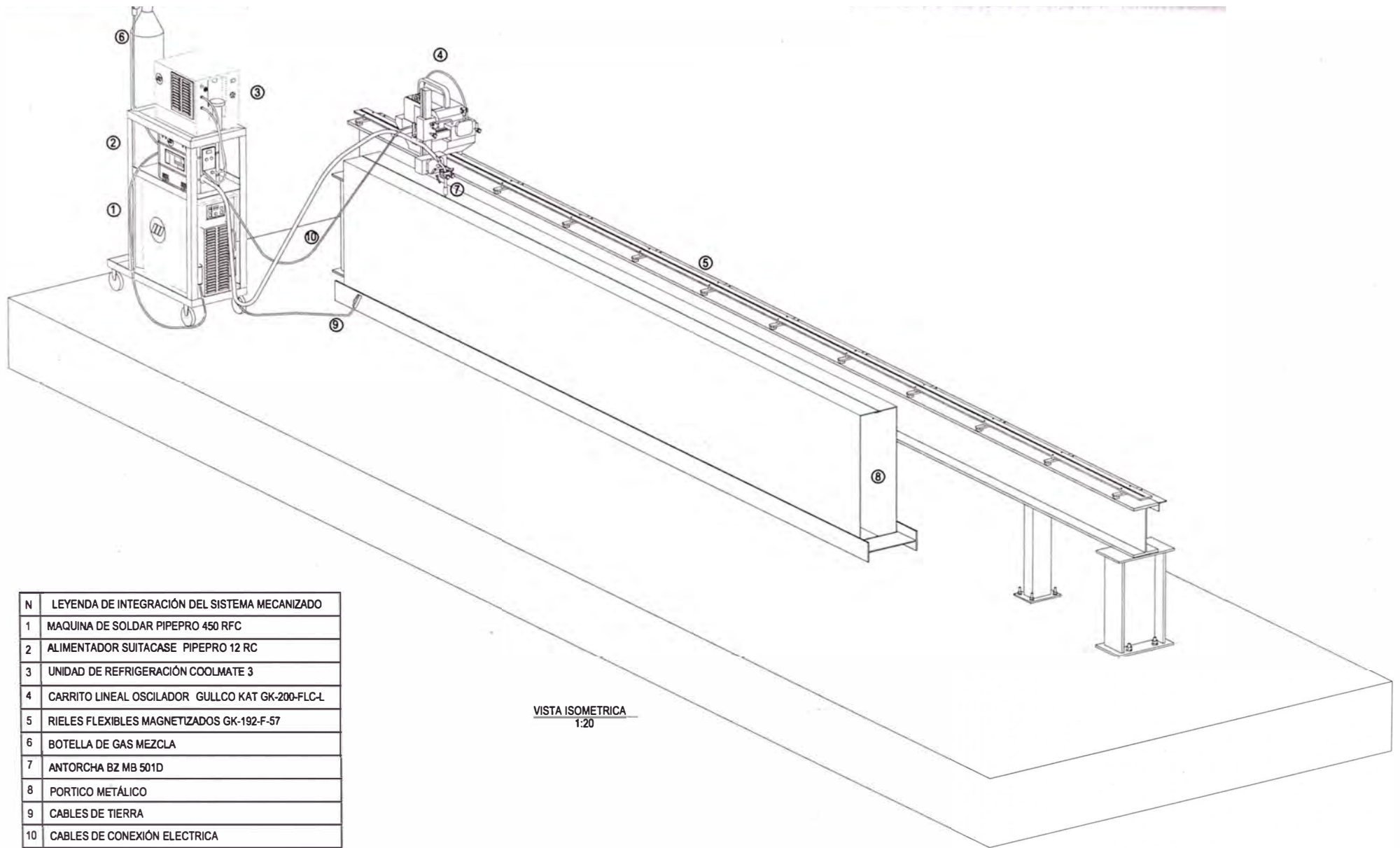
**LINDLEY**

CORPORACION LINDLEY S.A.

Nº DE LAMINA: PLANO Nº 3

Revisión:

0



N	LEYENDA DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA MECANIZADO
1	MAQUINA DE SOLDAR PIPEPRO 450 RFC
2	ALIMENTADOR SUITACASE PIPEPRO 12 RC
3	UNIDAD DE REFRIGERACIÓN COOLMATE 3
4	CARRITO LINEAL OSCILADOR GULLCO KAT GK-200-FLC-L
5	RIELES FLEXIBLES MAGNETIZADOS GK-192-F-57
6	BOTELLA DE GAS MEZCLA
7	ANTORCHA BZ MB 501D
8	PORTICO METÁLICO
9	CABLES DE TIERRA
10	CABLES DE CONEXIÓN ELECTRICA

VISTA ISOMETRICA  
1:20

**GP GERENPRO**  
GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.  
Peru: Jr. Montero Rosas 103 Barranco-Lima  
Telefono: 251-8537  
Pagina Web: www.gerenpro.com.pe

PLANO DE INTEGRACION DEL SISTEMA GMAW MECANIZADO

Modelado: A.G.E. Escala: 1:20 O.T.: 880

Nombre del Modelo:  
OT-880 NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA  
Obra: NAVE ESTRUCTURAL  
Lugar: PUCUSANA - LIMA - PERU  
Propietario:



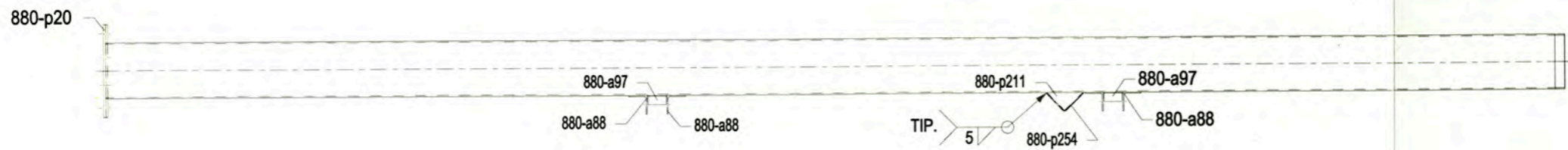
CORPORACION LINDLEY S.A.

N° DE LAMINA: PLANO N° 4

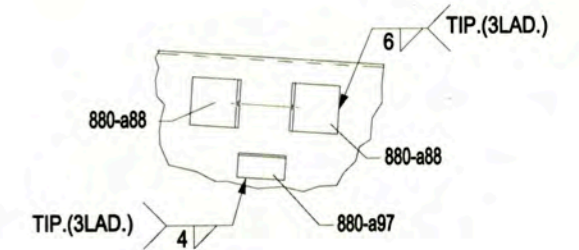
Lámina:  
A4

Revisión:

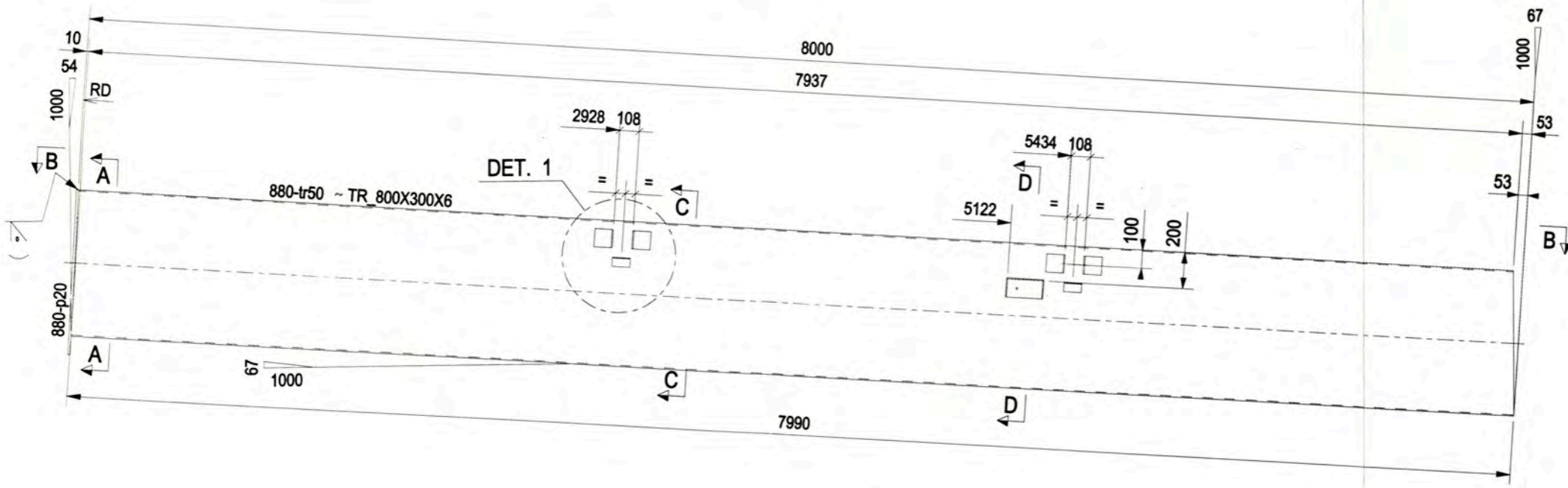
0



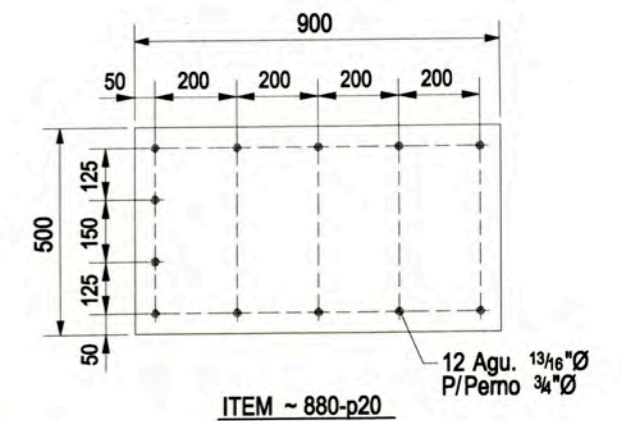
VISTA B-B  
ESC.: 1:30



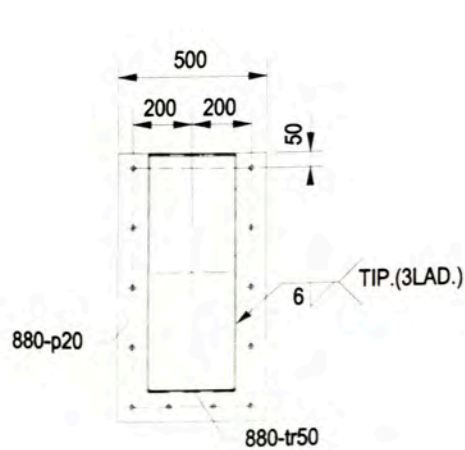
DETALLE 1  
ESC.: 1:15



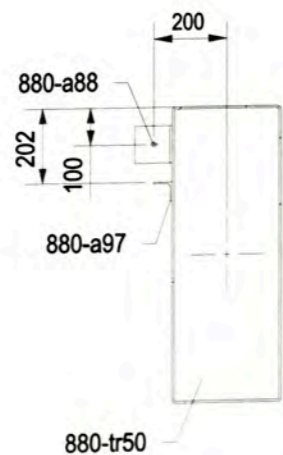
VISTA FRONTAL  
ESC.: 1:30



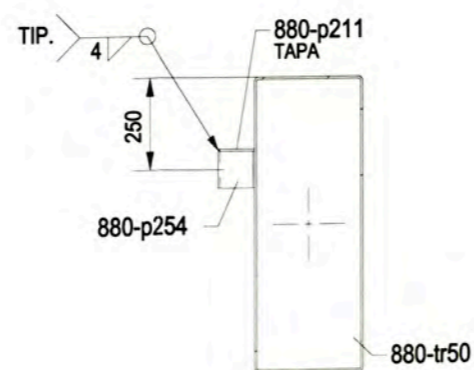
ITEM ~ 880-p20



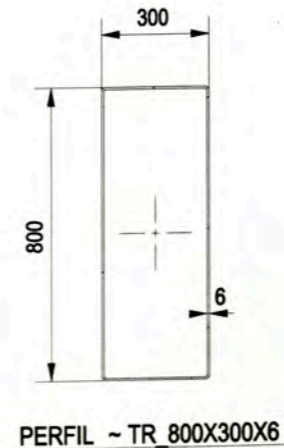
SECCION A - A  
ESC.: 1:25



SECCION C - C  
ESC.: 1:20



SECCION D - D  
ESC.: 1:20



PERFIL ~ TR 800X300X6

Codigo del Conjunto:		880-00-PT01		PORTICO		Cantidad de Conjuntos:		1		Peso Total de Conjuntos:		884.59 Kg	
						Area Total de Conjuntos:				20.31 m <sup>2</sup>			
Parte	Cant. Unit.	Cant. Total	Descripcion	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso Unit. Kg	Peso Total Kg	Area Unit. (m <sup>2</sup> )	Area Total (m <sup>2</sup> )	Material			
880-a88	1	4	L4X4X1/4	100	101.6	0.98	3.93	0.04	0.17	A36			
880-a97	1	2	L2X2X3/16	100	50.8	0.36	0.72	0.02	0.04	A36			
880-p20	1	1	PL12X500	900	500.0	42.39	42.39	0.93	0.93	A36			
880-p68	1	2	PLT_1-1/2X4.5	75	38.1	0.10	0.20	0.01	0.01	A36			
880-p74	1	1	PLT_1-1/2X4.5	7947	38.1	10.70	10.70	0.68	0.68	A36			
880-p76	1	1	PLT_1-1/2X4.5	7989	38.1	10.75	10.75	0.68	0.68	A36			
880-p211	1	1	PL6X142.97	148	143.0	0.50	0.50	0.02	0.02	A36			
880-p254	1	1	PLT6X100	281	100.0	1.32	1.32	0.06	0.06	A36			
880-tr50	1	1	TR_800X300X6	8000	300.0	814.08	814.08	17.71	17.71	A36			
Total:							884.59		20.31				

**GERENPRO**  
GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.  
Peru: Jr. Montero Rosas 103 Barranco - Lima  
Telefono: 251-8537  
Pagina Web: www.gerenpro.com.pe

Modelado: A.G.E. Escala: 1:20 O.T.: 880  
Nombre del Modelo: OT-880 NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA  
Obra: NAVES ESTRUCTURAL  
Lugar: PUCUSANA - LIMA - PERU  
Propietario: CORPORACION LINDLEY S.A.



N° DE LAMINA: PLANO N° 5

Lamina: A3

Revisión: 0