



\*D-13844\*



04/09/92  
11/15/92

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica**

\*\*\*\*\*

"ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS  
DE SOLDADURA EN ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES CON EL USO  
DE COMPUTADORA"

**PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECANICO**

**Presentado por:**

**JORGE EDUARDO MACIAS CASTRO**

\*\*\*\*\*

GUAYAQUIL

ECUADOR

AÑO

1992

## DEDICATORIA

A mis padres:

Jorge W. Macías Moreira

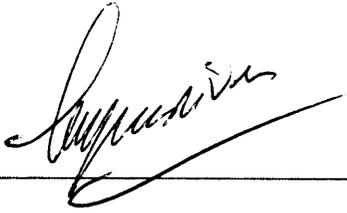
Carmen E. Castro Domenech

A mis hermanos:

Ing. Jorge S. Macías Castro

Dra. Clara A. Macías Castro

Quienes me apoyaron con sus  
sabios consejos y apoyo moral



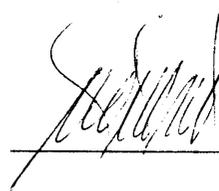
ING. JORGE DUQUE  
DECANO ENCARGADO  
FAC. ING. MECANICA



ING. OMAR SERRANO  
DIRECTOR  
PROYECTO DE GRADO



ING. M. TCHISTYAKOVA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. LUIS RODRIGUEZ  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este proyecto de grado, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral"

(Reglamento de tópicos de graduación)

---

JORGE EDUARDO MACIAS CASTRO

## RESUMEN

El propósito principal de este proyecto es elaborar especificaciones de procedimientos de soldadura (WPS) en elementos estructurales por computadora, para diversas aplicaciones en la construcción de tanques de presión y similares en conformidad con el código ASME, sección VIII.

El tipo de unión donde se requiere soldar, el cual es caracterizado por una configuración geométrica bien definida y posición en el componente a ser soldado se denomina aplicación.

El WPS es elaborado mediante un análisis previo de cada aplicación, el cual es dividido en campos, en donde a cada campo se lo identifica según rangos de parámetros y es caracterizado por una combinación dada de preparaciones de bordes, secuencia, procedimiento, y representaciones.

Además se reportan datos sobre otras variables de soldadura como: Metales base, materiales de aporte, posiciones, precalentamiento, tratamiento térmico posterior a la soldadura, gas, características eléctricas y técnica de soldadura.

Para la elaboración del WPS, se usa un programa, el cual debe ser apropiadamnete concebido desde el punto de vista de informática. El programa consta de 3 programas, estos son: "WPS", "ARCHIVOS" y " DATOS GENERALES".

Los procesos involucrados en este proyecto son GTAW, SMAW SAW y GMAW, debido a que estos son los procesos mas usados en nuestro medio.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	VI
INDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE FIGURAS .....	XI
INDICE DE TABLAS .....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS .....	XV
CAPITULO I	
INTRODUCCION TEORICA	
1.1 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA .....	18
1.2 CODIGOS DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO .....	19
1.2.1 CODIGO ASME, SECCION IX .....	23
1.2.2 CODIGO API 1104 .....	24
1.2.3 CODIGO AWS D1.1 .....	25
1.3 DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE ACUERDO AL CODIGO ASME .....	26
1.3.1 VARIABLES .....	31
1.3.1.1 VARIABLES ESENCIALES .....	31
1.3.1.2 VARIABLES SUPLEMENTARIAS ESENCIALES .....	32
1.3.1.3 VARIABLES NO ESENCIALES .....	32
1.3.1.4 TABLA DE VARIABLES .....	32
1.3.2 NUMEROS P .....	35
1.3.3 NUMEROS F .....	46

1.3.4 NUMEROS A .....	48
-----------------------	----

## CAPITULO II

### ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.1 PREPARACION DE BORDES .....	50
2.2 SECUENCIA DE SOLDADURA .....	56
2.2.1 IDENTIFICACION DE LA SECUENCIA DE SOLDADURA Y REPRESENTACION .....	62
2.2.2 GRUPOS DE SECUENCIA DE SOLDADURA .....	75
2.2.3 GRUPOS DE REPRESENTACION DE LA SECUENCIA DE SOLDADURA .....	77
2.3 CLASIFICACION DE LOS RANGOS DE APLICACION DE LOS PARAMETROS DE SOLDADURA .....	78

## CAPITULO III

### INTRODUCCION AL PROGRAMA

3.1 IMPORTANCIA DEL PROGRAMA EN SOLDADURA .....	82
3.2 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA .....	83
3.2.1 PROGRAMA "WPS" Y DIAGRAMA DE BLOQUE .....	83
3.2.2 PROGRAMA "ARCHIVOS" Y DIAGRAMA DE BLOQUE.	86
3.2.2.1 ARCHIVOS DE MATERIALES .....	86
3.2.2.2 ARCHIVOS DE APLICACIONES .....	88
3.2.2.3 ARCHIVOS DE PREPARACIONES .....	92
3.2.2.4 ARCHIVOS DE PROCEDIMIENTOS .....	94
3.2.2.5 ARCHIVOS DE SECUENCIAS .....	97
3.2.2.6 ARCHIVOS DE PARAMETROS DE	

SOLDADURA .....	101
3.2.3 PROGRAMA "DATOS GENERALES".....	103
3.3 MANUAL DE OPERACIONES .....	109
CAPITULO IV	
APLICACION PRACTICA DEL PROGRAMA	
4.1 EJEMPLO PRACTICO .....	117
4.2 GRUPOS DE APLICACION DE SOLDADURAS .....	119
4.3 EJECUCION DEL PROGRAMA .....	120
4.3.1 TABLA DE DATOS .....	120
4.3.2 TABLA DE RESULTADOS .....	123
CAPITULO V	
ANALISIS DE RESULTADOS .....	133
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	135
BIBLIOGRAFIA .....	137

## INDICE DE FIGURAS

- 1 .- Formato sugerido para especificaciones de procedimiento
- 2 .- Tipos de juntas
- 3 .- Tipos de soldaduras
- 4 .- Soldadura simple en V para juntas: en esquina, en T, y a tope
- 5 .- Rangos de aplicaciones para los procesos de soldadura usados
- 6 .- Diagrama espesor (T) Vs. diametro ( $\emptyset$ )
- 7.1 .- Campos para soldadura de la base de apoyo
- 7.2 .- Campos para soldadura de la placa de apoyo
- 7.3 .- Campos para soldadura de placa en T a la placa de apoyo
- 8.1 .- Diagrama de bloques del proceso de seleccion de una aplicación
- 8.2 .- Diagrama de bloques del proceso de determinación del campo
- 8.3 .- Diagrama de bloques del proceso de impresion del WPS
- 9.1 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de materiales
- 9.2 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de

aplicaciones

9.3 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de preparaciones

9.4 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de procedimientos

9.5 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de secuencias

9.6 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de parámetros de soldadura

10.1 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de grupos

10.2 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de la tabla de aplicaciones

10.3 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de procesos

10.4 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de procedimientos aplicables

10.5 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de metales de aporte

10.6 .- Diagrama de bloques del proceso de archivo de gas

11 .- Ejemplo modelo

12.1 .- Esquema del ejemplo 1

12.1 .- Esquema del ejemplo 2

12.3 .- Esquema del ejemplo 3

## INDICE DE TABLAS

- 1 .- Tabla de variables
- 2 .- Números P: Agrupación de metales base para calificación .
- 3 .- Números F: Agrupación de electrodos y varillas de soldadura .
- 4 .- Clasificación del análisis de soldadura para calificación de procedimiento.
- 5 .- Preparaciones para elementos estructurales.
- 6 .- Rangos de aplicaciones para los procesos de soldadura usados
- 7.1 .- Identificación de preparación y secuencia para soldadura de la base de apoyo.
- 7.2 .- Identificación de preparación y secuencia para la soldadura de la placa de apoyo.
- 8.1 .- Registro de datos para la soldadura de la base de apoyo.
- 8.2 .- Registro de datos para la soldadura de la placa de apoyo.
- 9 .- Grupos de secuencia de soldadura.
- 10 .- Grupos de representación de la secuencia de soldadura.
- 11 .- Modelo para la tabla del archivo de parámetros de

soldadura

- 12 .- Archivo de materiales.
- 13.1 .- Archivo de aplicación 10.
- 13.2 .- Archivo de aplicación 11.
- 13.3 .- Archivo de aplicación 12.
- 14 .- Archivo de preparaciones.
- 15.1 .- Archivo de procedimiento 2.
- 15.2 .- Archivo de procedimiento 4.
- 16.1 .- Archivo de secuencia 8.
- 16.2 .- Archivo de secuencia 15.
- 16.3 .- Archivo de secuencia 16.
- 17 .- Archivo de parámetros de soldadura.
- 18 .- Datos generales.
- 19 .- Aplicaciones de soldadura en elementos estructurales.
- 20 .- Tabla de datos.
- 21.1 .- Tabla de resultados 1
- 21.1 .- Tabla de resultados 2
- 21.3 .- Tabla de resultados 3

## LISTA DE ABREVIATURAS

AC	.-	Corriente alterna
A No.	.-	Numero A
API	.-	Instituto Americano del petroleo
APLICACI	.-	Aplicación
ASME	.-	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
ASTM	.-	Sociedad Americana de ensayos de materiales
AWS	.-	Sociedad Americana de soldadura
D.C.	.-	Corriente continua
DCPD	.-	Corriente continua polaridad directa
DCPI	.-	Corriente continua polaridad inversa
E	.-	Electrodo
F	.-	Posiciones para soldadura en filete
F No.	.-	Número F
G	.-	Posiciones para soldadura con borbes biselados
GMAW	.-	Soldadura al arco-metal con gas
Grup no.	.-	Número de grupo
GTAW	.-	Soldadura al arco-tungsteno con gas
H	.-	Máximo valor del parámetro
L	.-	Mínimo valor del parámetro
Max.	.-	Máximo
MIG	.-	Metal inert gas
Min	.-	minuto

M.M.	.-	Milimetro
N.A.	.-	No admitido
No. F	.-	Número F
No. G	.-	Número G
No. Ref.	.-	Número de parámetro referencial
PARAMETR	.-	Parámetro
PARASOLD	.-	Parámetro de soldadura
P No.	.-	Numero P
QW	.-	Calificacion de soldadura
SAW	.-	Soldadura al arco sumergido
SECUENCI	.-	Secuencia
SMAW	.-	Soldadura al arco-metal revestido
Sut	.-	Resistencia última a la tracción
Sy	.-	Resistencia a la fluencia
T	.-	Espesor
T APLICACI	.-	Tabla de aplicaciones
Temp.min.	.-	Temperatura minima
T GAS	.-	Tabla de gases
T GRUPOS	.-	Tabla de grupos
T MATERIA	.-	Tabla de materiales
T Max.	.-	Espesor Máximo
T METALES	.-	Tabla de metales
T min.	.-	Espesor minimo
t min	.-	Tiempo minimo
T PROCEDI	.-	Tabla de procedimientos
T PROCESOS	.-	Tabla de procesos
Trenz.	.-	Trenzado



## INTRODUCCION TEORICA

### 1.1 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Una práctica o método detallado de todos los pasos a seguir para realizar la unión de una junta por soldadura, se denomina procedimiento de soldadura.

El procedimiento de soldadura ideal es aquel que producirá soldaduras de calidad aceptables al mas bajo costo. Varios factores influyen en las condiciones de soldaduras óptimas que es imposible escribir procedimientos para cada grupo de aplicaciones. Para seleccionar un procedimiento el mejor enfoque es estudiar las condiciones de una aplicación en particular y luego elegir el procedimiento que mas se ajuste.

Estos procedimientos estan dirigidos a producir soldaduras que cumplan los requisitos del código particularmente usado.

Cada fabricante o contratista deberá preparar especificaciones de procedimiento de soldadura escrito los cuales son definidos como sigue.

### **Especificación de procedimiento de soldadura (WPS)**

Es un procedimiento de soldadura escrito preparado para dirigir al soldador u operador del equipo de soldadura mientras ejecuta la soldadura en concordancia con el código aplicado. Una especificación de procedimiento completo describirá en todo detalle las variables, las cuales pueden ser esenciales, suplementarias esenciales y no esenciales a los procesos de soldadura involucrados en ese procedimiento. Un formato sugerido por el código ASME es dado en la figura 1 (QW-482;Ref.1).

Pruebas de calificación de procedimientos son recomendados por los códigos, para confirmar la aceptabilidad del procedimiento seleccionado para la aplicación de interés.

## **1.2 CODIGOS DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO**

Antes de comenzar la producción de juntas soldadas, una especificación de procedimiento de soldadura debiera ser establecido y calificado para demostrar que

FIGURA 1 FORMATO SUGERIDO PARA ESPECIFICACIONES DE

PROCEDIMIENTO (REF. 1)

WPS N<sup>o</sup>                      Fecha:                      Por:

Revisión N<sup>o</sup>

Proceso(s):

**JUNTAS (QW-402)**

Diseño de juntas:

Respaldo (si/no)

Tipo de material de respaldo

- ( ) Metal                      ( ) No fundibles  
 ( ) No metálico              ( ) Otros

**METAL BASE (QW-403)**

Material	PN <sup>o</sup> /gruN <sup>o</sup>	Precalen- tamiento °C	Post-calentamiento Espesor (mm.)	Temp. °C	t Min. Min/mm	Prueba de tenac.
----------	------------------------------------	-----------------------------	--	-------------	------------------	------------------------

Composición química	Sy (Kpsi)	Sut (Kpsi)	%E
---------------------	-----------	------------	----

Parámetros ingresados

parámetro 1:

Parámetro 2:

**METALES DE APORTE (QW-404)**

Proceso	AWS clas.	SFA	F-N <sup>o</sup>	A-N <sup>o</sup>
---------	-----------	-----	------------------	------------------

**GAS (QW-408)**

Gas protector	Gas	Composición %	Flujo Lt./min.
------------------	-----	------------------	-------------------

**FIGURA 1 FORMATO SUGERIDO PARA ESPECIFICACIONES DE  
PROCEDIMIENTO (REF.1) (Continuación)**

**PARAMETROS DE SOLDADURA (QW-409)**

Proceso	Electrodo		Corriente		Amp.	Volt.	Vel.de Sold. mm/min
	Diam. (mm)	AWS	Tipo	Polaridad			

**TECNICA (QW-410)**

Proc.	tipo	Espesor deposit (mm)	Pos. de Sold. G	Poc. de Sold. F	Elec- trodo	Espac. elect. (mm)	Cordon Trenzado o vaiven
-------	------	-------------------------	--------------------	--------------------	----------------	--------------------------	--------------------------------

Oscilacion	Distancia tubo de contacto a pieza (mm.)	Tamaño copa de gas(mm)	Progresión de la sold.
------------	--	------------------------	------------------------

la junta soldada siguiendo ese procedimiento tiene adecuadas propiedades mecánicas; (tales como: resistencia, ductilidad, dureza, etc) y aceptable calidad. Esto se hace para minimizar el peligro de fallas prematuras o catastróficas en el diseño y fabricación de estructuras tales como: Puentes, edificios, líneas de tubería, embases de presión, medios de transportación pública, etc.

Dichas bondades de la junta serán establecidas por pruebas destructivas y no destructivas, realizado en concordancia con el código aplicado.

La mayoría de códigos y especificaciones concernientes con la calificación de procedimientos en estructuras de aceros soldadas en los estados unidos son los códigos de:

- American welding of mechanical engineers ;(ASME)
- american welding society; (AWS)
- American petroleum institute, (API).

Otros códigos han sido escritos por organizaciones para pruebas de calificación de procedimientos incluyendo compañías privadas, grupos industriales, o agencias gubernamentales tomando como referencia las especificaciones de los códigos ASME, AWS, o API.

## 2.1 CODIGO ASME, SECCION IX

El comité de calderas a vapor y embases de presión del código ASME, establecen normas y reglas de seguridad para diseño, fabricación, e inspección durante la construcción de calderas y recipientes de presión.

El objetivo de las reglas es establecer razonablemente cierta protección de vida, propiedades y preveer una deteriorización en servicio, hasta dar un razonable y seguro periodo de utilidad.

Sección IX del código ASME se refiere a la calificación de procedimientos de soldaduras, soldadores y operadores de equipo, mediante pruebas que establecen las propiedades mecánicas del miembro soldado.

Las reglas establecidas en este código para la preparación de especificaciones de procedimientos de soldadura; (WPS) y la calificación de procedimientos de soldaduras son para todo tipo de procedimiento de soldadura; manual, automático, o semiautomático.

CODIGO API 1104

Estas normas cubren la soldadura al gas y al arco en tuberías usadas en la compresión, bombeo, y líneas de transmisión de petróleo crudo, derivados del petróleo y gases combustibles, así como sistemas de distribución de estos productos.

La soldadura puede ser producida por soldadura de posición fija o de rotación o por combinación de ellas.

También se incluyen las normas de aceptabilidad para ser aplicadas a las pruebas de calificación. Antes de empezar la producción de la soldadura una especificación de procedimiento detallado deberá ser establecido y calificado para demostrar que las soldaduras tendrán adecuadas propiedades mecánicas, cuando son hechas siguiendo este procedimiento.

Ciertos cambios pueden ser hechos en la especificación de procedimientos sin necesidad de recalificación.

Los detalles de cada procedimiento calificado deberán ser registrados, reportando los resultados

de las pruebas de calificación.

### 1.2.3 CODIGO AWS D1.1

Procedimientos de soldaduras empleados en el diseño de puentes, estructuras tubulares, elementos estructurales, etc. Deberan ser calificados por pruebas mecánicas, conducidas por el constructor o ingeniero en soldadura. Dichos procedimientos deberan ser preparados por el constructor como un documento escrito, en donde se reportan las variables de soldadura involucrados en la soldadura

Cambios en algunas de esas variables en un procedimiento calificado son permitidos, para cada proceso, aplicado dentro de ciertos límites establecidos por el código sin necesidad de recalificación. como en el código anterior la especificación de procedimiento de soldadura escrito debiera seguir cualquier formato conveniente, y debe ser registrado en forma adecuada.

#### Registro de calificación de procedimiento (PQR)

El acto de calificación de una especificación de procedimiento de soldadura WPS, por la soldadura de especímenes de prueba, los ensayos de los

especímenes, y el registro de los datos de soldadura y resultados de las pruebas se lo realiza en un documento conocido como registro de calificación de procedimiento PQR.

### 1.3 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME.

Como se mencionó anteriormente, la sección IX del código ASME de calderas y recipientes de presión establece reglas aplicadas a la preparación del WPS y la calificación de procedimiento de soldadura, soldadores y operadores de equipo para todo tipo de procesos de soldadura manual, semiautomático y automático.

La Sección IX establece los criterios básicos en soldadura usados en la preparación de requerimientos que afecta el procedimiento de soldadura y rendimiento del soldador, tales criterios están relacionados para cada proceso de soldadura por medio de variables, las cuales tienen efectos sobre los procedimientos.

El propósito del WPS y PQR, es para determinar que el miembro soldado propuesto para construcción es capaz de proveer las propiedades requeridas para su

aplicación proyectada, en el sentido que el soldador o operador del equipo es calificado.

Las pruebas de calificación de soldadura establecen las propiedades de la soldadura, la habilidad del soldador u operador del equipo. Imposición de los requerimientos especiales, con consideración especial es dada cuando la prueba de capacidad es requerida por otras secciones del código.

En el desarrollo de la norma IX, cada proceso de soldadura es revisado con atención a las variables, las cuales tienen efecto sobre la operación de soldadura según el procedimiento aplicado en criterios de eficiencia. La parte de este documento consiste en los siguientes artículos:

- I Requerimientos generales
- II Calificación de procedimientos
- III Calificación de soldadores y operadores de equipo
- IV Datos de soldadura

**I Requerimientos generales (Ref.1)**

Este artículo contiene referencias generales y guías las cuales se aplican a requerimientos de procedimiento, tales como:

a) Orientación de la soldadura, generalmente mas

conocida como posiciones.

- b) El tipo de prueba mecánica empleada con sus criterios de aceptación y
- c) Macroexaminación con sus criterios de aceptación.

## II Calificación de procedimiento (Ref.1)

En cada proceso se listan separadamente las variables esenciales, suplementarias esenciales, y no esenciales aplicadas a ese proceso en particular. La misma variable puede aparecer como variable suplementaria esencial y variable no esencial; y es considerada como esencial sólo cuando requerimientos de tenacidad son establecidos por otras secciones del código. En general, requerimientos de tenacidad son obligatorios para todo metales con número P = 11.

Las variables para un proceso específico están contenidas en forma tabulada en la tabla 1 (QW-415; ref.1), en donde cada proceso de soldadura es identificado por números de párrafos separados, este párrafo adicionalmente se divide en:

- Variables esenciales
- Variables suplementarias esenciales
- Variables no esenciales

Estas variables deberán ser incluidas en la especificación de procedimiento de soldadura escrito.

Si un cambio es hecho en una o mas de las variables esenciales, se requiere preparar un nuevo WPS que debiera ser recalificado. Los tipos de pruebas para calificar un WPS son:

- Pruebas de tensión
- Pruebas de doblado
- Pruebas de tenacidad

### III Calificación de soldadores y operadores de equipo (Ref.1)

Este artículo lista los procesos de soldadura separadamente con las variables esenciales, las cuales son aplicadas en la calificación de la eficiencia del soldador y operador de equipo. Las variables esenciales son listadas en el artículo IV de datos de soldadura, y son resumidas en forma tabulada en QW-416;(ref.1).

El operador de soldadura puede ser calificado por radiografía de una plancha de prueba, la radiografía de su producción inicial de soldadura o por prueba de doblado de una plancha de prueba. El operador de soldadura califica por proceso de soldadura solamente, no con límites específicos. La lista de las variables esenciales no son aplicables a la calificación del soldador u operador de equipo.

#### IV Datos de soldadura (Ref.1)

estos datos incluyen las variables de soldaduras agrupadas como:

- Juntas
- metales base
- metales de aporte
- posiciones
- precalentamiento
- tratamiento térmico posterior
- tipo de gas
- Características eléctricas y
- Técnica



Las tablas de números p son incluidas, estas a su vez son divididas en números de grupo, para clasificar los metales ferrosos y no ferrosos, generalmente en función de sus niveles de resistencia, con el propósito de calificar un procedimiento, cuando requerimientos de tenacidad son un factor. las tablas concernientes con las pruebas y límites de calificación están en el QW-451 y QW-452;(ref.1). De las tablas QW-451.3 y QW 451.4;(ref.1) se obtienen los rangos de espesores calificados y las pruebas requeridas para la soldadura de filete.

### 1.3.1 VARIABLES

Las variables de soldadura las cuales son descritas en el artículo IV, son especificadas para cada proceso en QW-252 hasta QW-282; (ref.1), estas se reportan el WPS y PQR. Esas variables son subdivididas en grupos asignados como:

- Variables esenciales
- Variables suplementarias esenciales
- variables no esenciales

#### 3.1.1 VARIABLES ESENCIALES

Son aquellas variables en las cuales un cambio en su condición, afecta las propiedades mecánicas de la soldadura, ( excepto tenacidad ) del miembro soldado y debera requerir la recalificación del WPS. Por ejemplo un cambio en el proceso o procesos de soldadura, eliminación del respaldo, un cambio del número F del electrodo, técnica etc.

Tabla 1. = TABLA DE VARIABLES (REF. 1)

	VARIABLES	BÁSICAS				SUPLEMENTARIAS				NO BÁSICAS				
		SMAW	SAW	EMAW	GTAW	SMAW	SAW	EMAW	GTAW	SMAW	SAW	EMAW	GTAW	
JUNTAS QW-404	1.1 Ø Diseño del borde										X	X	X	X
	1.2 - Respaldo										X	X	X	X
	1.3 + Resp. o química del resp.										X	X	X	X
	1.4 Ø Espacio de la raíz										X	X	X	X
	1.5 + Retenedores										X	X	X	X
METAL DE APOY. QW-404	2.6 Ø Número-F					X	X	X	X					
	2.7 ± Límites SFA					X	X	X	X					
	2.8 ± Límites X (SFA, Aro)	X	X	X	X									
	2.9 Ø Espesor calificado	X	X	X	X									
	2.10 Límite de espesor por pasos	X	X	X	X									
	2.11 ± Límite de esp. (SFA, Aro)			X										
	2.12 Ø Número-F (Excepción)	X	X	X	X									
2.13 Ø Nom. F y Núm. grupo	X	X	X	X										
MATERIAL DE APOY. QW-404	3.1 Ø Diámetro													X
	3.2 Ø Número-F	X	X	X	X									X
	3.3 Ø Composición Química	X	X	X	X									X
	3.4 Ø Diámetro									X	X	X	X	
	3.5 Ø Diámetro > 1/4					X								
	3.6 Ø Fundente		X											
	3.7 Ø Fundente aleado		X											
	3.8 Ø Especificación SFA					X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3.9 ± Insertos				X									
	3.10 ± Metal de aporte				X									
	3.11 Ø Sólido o tubular			X										
	3.12 ± Suplementario					X		X	X					
	3.13 ± Folio suplementario		X											
3.14 > Folio suplementario		X												
3.15 Ø Química del polvo		X												
3.16 Ø Designación del fundente										X				



### 1.3.2 NUMEROS P

QW-421 Generalidades (Ref.1)

Para reducir el número de calificaciones de procedimientos de soldadura requeridos, a los metales base se les han sido asignados números P, en función de características comparables tales como composición, soldabilidad y propiedades mecánicas; y para metales base ferrosos para los cuales se requiere pruebas de impacto específicas, los números P; (P No.) se subdividen a su vez en números de grupo; (Grup.No.). Esas designaciones no implican que metales base puedan indiscriminadamente ser sustituidas por un metal base diferente al usado en el procedimiento calificado sin considerar la compatibilidad desde el punto de vista de propiedades metalúrgicas, tratamiento térmico posterior, diseño, propiedades mecánicas y requerimientos de servicio.

Estas designaciones de los números P, se presentan en la tabla 2, (QW-422;ref.1), también se reporta en esta tabla composición nominal del metal base, su mínima resistencia específica y las especificaciones del metal base, las cuales provienen de las especificaciones de la ASIM. Ejemplo; en la tabla 1 se presenta el metal SA-333 Grado 6, este equivale o proviene del acero ASTM A-333 Grado 6.

TABLA 2 NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:1 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 )

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-81 Grado A Grado E	45 55	Remaches de acero al carbono Remaches de acero al carbono
SA-88 .....	58	Planchas de acero al carbono ( C-Mn-Si )
SA-53 Bessemer acido Hogar abierto Grado A Grado E	50 45 45 50	Tuberia soldada para horno de acero al carbono Tuberia soldada para horno de acero al carbono Tuberia de acero al C soldada o sin costura Tuberia de acero al C soldada o sin costura C-Mn
SA-108 Grado A Grado E	41 35	Tuberia de acero al carbono C-Si Tuberia de acero al carbono C-Si
SA-134	.....	De SA-268 y SA-188
SA-135 Grado A Grado E	48 50	Tuberia de acero al C soldada por resistencia eléctrica Tuberia de acero al C soldada por resistencia eléctrica ( C-Mn )
SA-155 Grado C45	45	Tuberia de acero al carbono

TABLA 2 NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:1 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 ). (continuación)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-155 Grado C50 Grado C55 Grado KC55 Grado KCF55	50 55 55 55	Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Si )
SA-155 Grado KC60 Grado KCF60 Grado KC65 Grado KCF65	60 60 65 65	Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Mn-Si )
SA-178 Grado A Grado C	47 60	Tubo para caldera de acero al C soldado eléct. Tubo para caldera de acero al C soldado eléct.
SA-179 .....	.....	Tubos de acero de bajo carbono sin costura
SA-181 Clase 60	60	Eridas para tuberia de acero al carbono ( C-Si )
SA-192	47	Tubos para calderas de acero al C sin costura
SA-210 Grado A-1 SA-214	60 .....	Tubos de acero al carbono Tubos de acero soldados por resistencia eléc.
SA-216 Grado WCA	60	Fundiciones de acero al carbono ( C-Si )
SA-226	47	Tubos de aceros al C soldados eléctricamente

TABLA 2 NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:1 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 ). (Continuacion)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-234 marking WPA	48 50 50	Accesorios para tuberias de acero al carbono Accesorios para tuberias de acero al carbono Accesorios para tuberias de acero al carbono
SA-234 marking WPE	50 55 55	Accesorios para tuberias de acero al carbono Accesorios para tuberias de acero al C-Si Accesorios para tuberias de acero al C-Mn-Si
SA-286 clase 1	60	
SA-283 grado A grado B grado C grado D	45 50 55 60	Planchas de acero al carbono Planchas de acero al carbono Planchas de acero al carbono Planchas de acero al carbono
SA-285 grado A grado B grado C	45 50 55	Planchas de acero al carbono Planchas de acero al carbono Planchas de acero al carbono
SA-333 grado 1 grado 6	55 60	Tuberia de acero al C para servicio a baja temp. ( C-Mn ) Tuberia de acero al C para servicio a baja temp. ( C-Mn-Si )
SA-334 grado 1 grado 6	55 60	Tubos de acero al C para servicio a baja temp. ( C-Mn ) Tubos de acero al C para servicio a baja temp.

TABLA 2 NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:1 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 ). (continuación)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-350 Grado LF1	60	Aceros al carbono forjado ( C-Mn-Si )
SA-352 Grado LCA Grado LCB	60 65	Fundiciones de acero al carbono ( C-Si ) Fundiciones de acero al carbono ( C-Si )
SA-369 Grado FPA	48	Aceros al carbono forjados
SA-372 Tipo I	60	Aceros al carbono forjados ( C-Mn-Si )
SA-414 Grado A Grado B Grado C Grado D Grado E	45 50 55 60 65	Laminas de acero al carbono Laminas de acero al carbono Laminas de acero al carbono Laminas de acero al carbono Laminas de acero al carbono ( C-Mn )
SA-420 Grado WPL8	60	Accesorios para tuberías de aceros al carbono
SA-442 Grado 55 Grado 60	55 60	Planchas de acero al carbono ( C-Mn-Si ) Planchas de acero al carbono ( C-Mn-Si )
SA-487 Grado A y AN	60	Fundiciones de acero al carbono
SA-515 Grado 55 Grado 60 Grado 65	55 60 65	Planchas de acero al ( C-Si ) Planchas de acero al ( C-Si ) Planchas de acero al ( C-Si )

**TABLA 2**    **NUMEROS P :**    **AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )**  
**NUMERO P:1 /**    **NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 ). (continuación)**

<b>ESPECIFICACION DEL METAL BASE</b>	<b>RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )</b>	<b>TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)</b>
SA-516 Grado 55 Grado 60 Grado 65	55 60 65	Planchas de acero al ( C-Si ) Planchas de acero al ( C-Mn-Si ) Planchas de acero al ( C-Mn-Si )
SA-524 Grado I Grado II	60 55	Tuberia de acero al carbono ( C-Mn-Si ) Tuberia de acero al carbono ( C-Mn-Si )
SA-558 Grado A2 Grado B2	47 60	Tubos de acero al carbono-sin costura Tubos de acero al carbono-sin costura (C-Mn-Si)
SA-557 Grado A Grado E	47 60	Tubos de acero al carbono-soldados por res. eléc. Tubos de acero al carbono-soldados por res. eléc.
SA-557     ....	45	Tuberia de acero de bajo carbono
SA-660 Grado WCA	60	Tuberia de acero al carbono
SA-662 Grado A SA-442 Grado B	58 65	Planchas de acero al carbono ( C-Mn-Si ) Planchas de acero al carbono ( C-Mn-Si )
SA-671 Grado CA55 Grado CE55	55 55	Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al carbono
SA-671 Grado CE60 Grado CE65 Grado CE68	60 60 60	Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de aceros al carbono ( C-Mn-Si )

TABLA 2      NUMEROS P :      AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:1 /      NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.1; REF.1 ). (continuación)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-671 Grado CB65 Grado CC65	65 65	Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Mn-Si )
SA-672 Grado A45 Grado A50 Grado A55 Grado B55 Grado C55 Grado E55	45 50 55 55 55 55	Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al carbono Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al carbono ( C-Mn-Si )
SA-672 Grado B60 Grado C60 Grado E60 Grado B65 Grado C65	60 60 60 65 65	Tuberia de acero al ( C-Si ) Tuberia de acero al ( C-Mn-Si )
SA-675 Grado 45 Grado 50 Grado 55 Grado 60 Grado 65	45 50 55 60 65	Barras de acero al carbono Barras de acero al carbono Barras de acero al carbono Barras de acero al carbono Barras de acero al carbono
SA-695 tipo B Grado 35	60	Barras de acero al ( C-Mn-Si )
SA-696 Grado B	60	Barras de acero al carbono
SA-727 . . . .	60	Aceros al carbono forjados

**TABLA 2    NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )**  
**NUMERO P:3 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.3; REF.1 ).**

<b>ESPECIFICACION DEL METAL BASE</b>	<b>RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )</b>	<b>TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)</b>
SA-155 Grado ½ Cr Grado CM85	55 65	Tuberia al ( ½ Cr-½ Mo ) Tuberia de acero al ( C-½Mo )
SA-204 Grado A	65	Planchas de acero al ( C-½Mo )
SA-209 Grado T1 Grado T1a Grado T1b	55 60 53	Tubos de ( C-½Mo ) Tubos de ( C-½Mo ) Tubos de ( C-½Mo )
SA-213 Grado T2	60	Tubos de ( ½Cr-½Mo )
SA-217 Grado WC1	65	Fundiciones de acero ( C-½Mo )
SA-234 Marca WF1	55	Accesorios para tuberias de ( C-½Mo )
SA-250 Grado T1 Grado T1a Grado T1b	55 60 53	Tubos para calderas soldados ( C-½Cr ) Tubos para calderas soldados ( C-½Cr ) Tubos para calderas soldados ( C-½Cr )
SA-335 Grado P1 Grado P2 Grado P15	55 55 60	Tuberia de ( C-½Cr ) Tuberia de ( ½Cr-½Mo ) Tuberia de ( 1½Si-½Mo )
SA-352 Grado LC1	65	Fundiciones ( C-½Mo )
SA-369 Grado FP1	55	Tuberia ( C-½Mo )

TABLA 2 NUMEROS P : AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:3 / NUMERO DE GRUPO: 1 ( QW-422.3; REF.1 ). (continuación)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-369 Grado FP2	55	Tuberia al ( $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-387 Grado B Clase 1	55	Planchas ( $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-415 Grado CP1	55	Tuberia fundiciones de aceros aleados ( C- $\frac{1}{2}$ Mo )
Grado CP2	55	Tuberia fundiciones de aceros aleados ( $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo)
Grado CP15	60	Tuberia fundiciones de aceros aleados (C-Si-Mo)
SA-672 Grado L85	65	Tuberias de aceros al ( C- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-891 Grado CM-t5	65	Tuberias de aceros soldadas por fusión (C- $\frac{1}{2}$ Cr)
Grado $\frac{1}{2}$ Cr	55	Tuberias soldadas por fusión ( $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
Clase 1		

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-155 Grado 1Cr Grado 14Cr	55 50	Tuberia al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Tuberia al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si )
SA-156 Grado T11 Grado T12	50 50	Bridas para tuberia al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Bridas para tuberia al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-158 Grado T38 Grado T11	60 60	Tubos de aceros sin costuras ( 2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Tubos de aceros sin costuras ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si )
SA-202 Grado A Grado B	75 65	Planchas ( $\frac{1}{2}$ Cr-1 $\frac{1}{2}$ Mn-Si ) Planchas ( $\frac{1}{2}$ Cr-1 $\frac{1}{2}$ Mn-Si )
SA-213 Grado T38 Grado T11 Grado T12	60 60 60	Tubos al ( 2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Tubos al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Tubos al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-217 Grado WC4 Grado WC5 Grado WC6	70 70 70	Fundiciones de aceros al ( 1Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Fundiciones de aceros al ( Ni-1Mo- Cr ) Fundiciones de aceros al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-284 Marca WF11 Marca WP12	60 55	Accesorios de tuberias ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Accesorios de tuberias ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-335 Grado P11	60	Tuberia al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si )

TABLA 2    NUMEROS P :    AGRUPACION DE METALES BASE PARA CALIFICACION    ( QW-422; REF.1 )  
 NUMERO P:4    /    NUMERO DE GRUPO: 1    ( QW-422.4; REF.1 ).    (continuación)

ESPECIFICACION DEL METAL BASE	RESISTENCIA TENSIL ( Kpsi. )	TIPO DE METAL BASE (COMPOSICION NOMINAL)
SA-335 Grado P12	60	Tuberia al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-336 Clase F12 Clase F11 Clase F11A	70 70 75	Acero forjado ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Acero forjado ( $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Acero forjado ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si )
SA-369 Grado FP3B Grado FP11 Grado FP12	60 60 60	Tubos al ( 2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Tubos al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Tubos al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-387 Grado 11 clase 1 Grado 11 clase 2 Grado 12 clase 1 Grado 12 Clase 2	60 75 55 65	Planchas al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Planchas al ( 1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si ) Planchas al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Planchas al ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )
SA-428 Grado CP11 Grado CP12	70 60	Tuberias fundiciones de aceros aleados (1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo) Tuberias fundiciones de aceros aleados (1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo)
SA-691 Grado 1Cr Clase 1 Clase 2	55 65	Tuberias soldadas por fusion ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo ) Tuberias soldadas por fusion ( 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo )

### 1.3.3 NUMEROS F

QW-431 Generalidades (ref.1)

Las siguientes agrupaciones de los números F de electrodos y varillas de soldadura se muestran en la tabla 3. (QW-432;ref.1). Están basado esencialmente sobre sus características de uso, lo cual determina fundamentalmente la habilidad del soldador para fabricar soldaduras satisfactorias con un metal de aporte dado. Esta agrupación es hecha para reducir el número de procedimientos de soldadura y calificaciones de procedimientos.

La agrupación no implica que metales base o metales de aporte en un grupo puede ser indiscriminadamente sustituido por un metal diferente al usado en el procedimiento calificado sin considerar la compatibilidad del metal base y el metal de aporte desde el punto de vista de propiedades mecánicas, metalurgia, tratamiento térmico posterior, requerimientos de servicio, etc.

**TABLA 3 NUMEROS F: AGRUPACION DE ELECTRODOS Y VARILLAS DE SOLDADURA (REF.1)**

QW	No-F	No. Especificación ASME	No. Clasificación AWS
432.1	1	SFA-5.1 & 5.5	EXX 20, EXX 24, EXX 27, EXX 28
	2	SFA-5.1 & 5.5	EXX 12, EXX 13, EXX 14
	3	SFA-5.1 & 5.5	
	4	SFA-5.1 & 5.5	EXX 15, EXX 16, EXX 18
	4	SFA-5.4 Total de aleación $\leq$ 6 %	EXX 15, EXX 18
	4	SFA-5.4 Total de aleación $\geq$ 6 %	EXX 15, EXX 18
	5	SFA-5.4 Electrodo Cr-Ni	EXX 15, EXX 18
	6	SFA-5.6	EXXX
	6	SFA-5.17	FXX-XXXX
	6	SFA-5.9	ERXX
	6	SFA-5.18	EXXS-X, EXXU-X
	6	SFA-5.20	EXXT-X
	6	SFA-5.22	EXXT-X
	6	SFA-5.23	FXX-EXXX-X, FXX-ECXXX-X, y
	6	SFA-5.28	ERR-XXX-X y E-XXX-X

#### 1.3.4 NUMEROS A

QW-441 Generalidades (Ref.1)

La clasificación del análisis del depósito de soldadura para calificación de procedimiento, es dado en la tabla 4, ( QW-442;ref.1 ). Cuando el análisis no se encuentra en un número A, pero es incluido en una especificación SPA, puede ser sustituido en el WPS y PQR para identificación, y metales de aporte serán manejados por QW-404.5; (Ref.1), como un análisis del depósito no listado en QW-442.

**TABLA 4 Clasificación del análisis de soldadura para calificación de procedimiento (REF.1)**

QW	A-No.	Tipos de depósito de soldadura	C %	Cr %	Mo %	Ni %	Mn %	Si %
442	1	acero suave	0.15	...	...	...	1.60	1.00
	2	carbono-Molyd.	0.15	0.50	0.40-0.65	...	1.60	1.00
	3	Cromo(0.4% a 2%)-Mo.	0.15	0.40-2.00	0.40-0.65	...	1.60	1.00
	4	Cromo(2% a 6%)-Mo.	0.15	2.00-6.00	0.40-1.50	...	1.60	2.00
	5	Cromo(8% a 10.5%)-Mo	0.15	6.00-10.50	0.40-1.50	...	1.20	2.00
	6	Cromo-martensíticos	0.15	11.00-15.00	1.00	...	1.20	1.00
	7	Cromo-Ferrítico	0.15	11.00-30.00	1.00	...	1.00	2.00
	8	Cromo-Niquel	0.15	14.50-30.00	4.00	7.50-15.00	2.50	1.00
	9	Cromo-Niquel	0.30	25.00-30.00	4.00	15.00-37.00	2.50	1.00
	10	Niquel a 4%	0.15	...	0.55	0.80-4.00	1.75	1.00
	11	Manganeso-Mo.	0.17	...	0.25-0.75	0.85	1.25-2.25	1.00
	12	Niquel-Cromo-Mo.	0.15	1.50	0.25-0.80	1.25-2.90	0.75-2.25	1.00

## CAPITULO II

### ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### 2.1 PREPARACION DE BORDES

Varios tipos de preparación de bordes son incluidos en la práctica de la compañía. Existen varios factores que afectan la selección de una preparación; tales como:

- El tipo de maquinaria disponibles para la fabricación de los biseles; ( los cuales pueden ser por corte oxiacetilénico, esmerilado, maquinado o por plasma libre de suciedades y lubricantes, etc. )
- El costo de la soldadura.
- Tipo de aplicación.
- Tipo de junta, etc.

La figura 2 y 3, muestran tipos de juntas y de soldadura, respectivamente. Diez tipos de soldadura son mostrados para fabricar una junta a tope. Un tipo de soldadura puede ser usado para varios tipos de juntas. Así, una soldadura simple en V puede ser usado

para una junta en esquina a tope figura 4.

### Juntas soldadas de filete

Las soldaduras de filete con cualquiera preparación de bordes, es una de las soldaduras más comúnmente usadas.

El tamaño de la soldadura deberá también ser diseñado con referencia al tamaño del miembro más delgado, ya

FIGURA 2. TIPOS DE JUNTAS (REF.2)

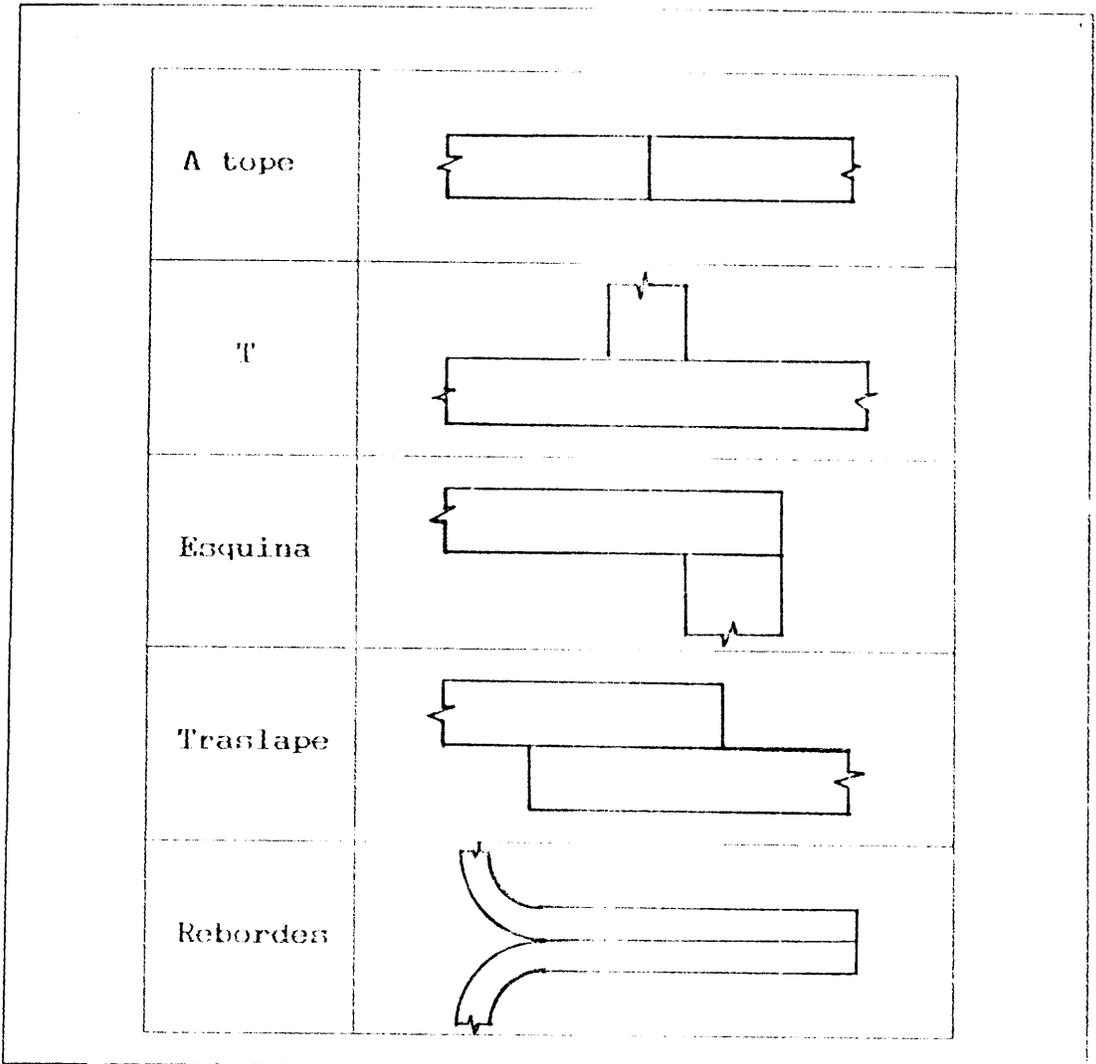
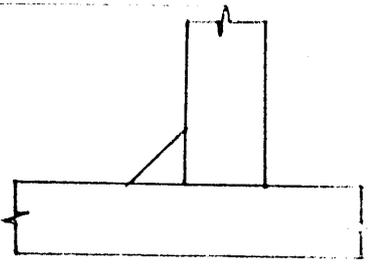
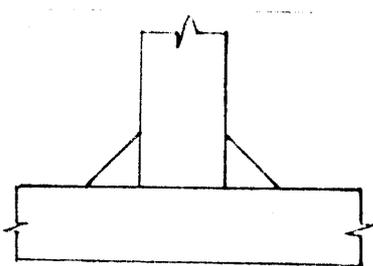
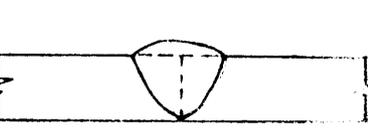
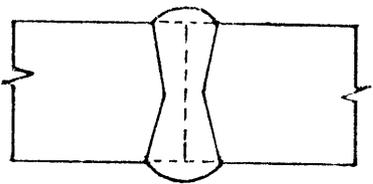
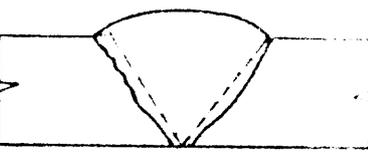
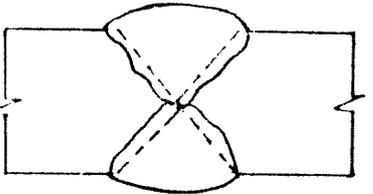
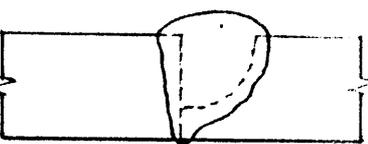
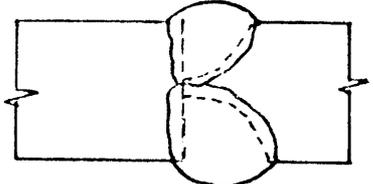
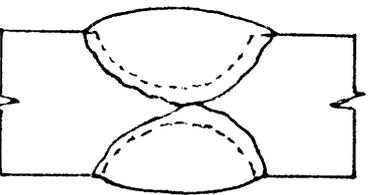


FIGURA 3 TIPOS DE SOLDADURAS (REF. 2)

	SIMPLE	DOBLE
Relleno		
Cuadrados		
Bisel V		
Bisel J		
Bisel U		

que lo contrario la cantidad del depósito de soldadura sera mayor, para la misma resistencia del miembro soldado, aumentando costos.

### **Juntas biseladas**

Los bordes de la plancha son biselados para permitir accesibilidad a todas las partes de la junta y asegura buena fusión através de toda la sección transversal de la soldadura.

Una abertura de la raíz es usada para la accesibilidad del electrodo a la base o raíz de la junta. A menos ángulo de bisel, mayor debe ser la abertura de la raíz para conseguir buena fusión de la raíz. Si la abertura de la raíz es demasiado pequeña, la fusión de la raíz es mas difícil de obtener y electrodos mas pequeños deberan ser usados, de lo contrario el metal aportado formará un puente disminuyendo la fusión.

Si la abertura de la raíz es demasiado grande, la calidad de la soldadura no se altera pero mas metal de aporte es requerido; esto incrementa la distorsión, costos y producirá escurrimiento del metal fundido.

Bandas o laminas espaciadoras pueden ser usadas, especialmente en el caso de juntas en doble V para prevenir escurrimiento.

Preparación de juntas invertidas. El trabajo requerido sobre los bordes de una placa antes de la soldadura e incluye biselado y obtención de una cara de raíz.

El principal propósito de la cara de la raíz es para proveer un espesor adicional del metal minimizando cualquier tendencia a escurecimiento, especialmente si la abertura de la raíz es de tamaño grande.

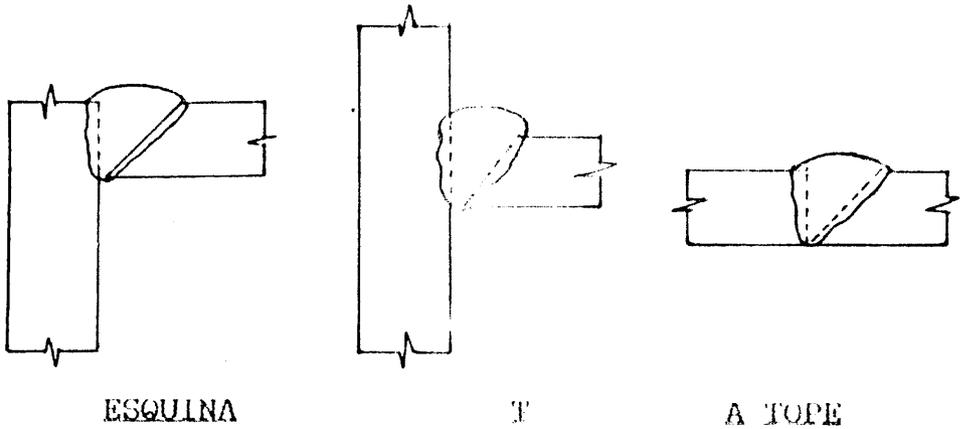


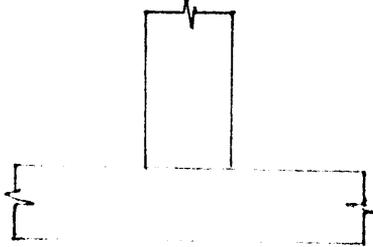
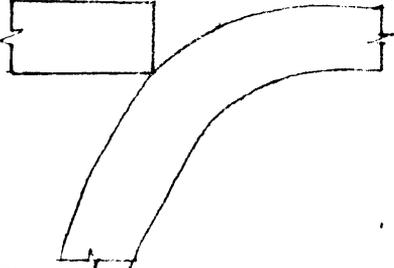
FIGURA 4 SOLDADURA SIMPLE EN V PARA JUNTAS: EN ESQUINA, EN T, y A TOPE (REF.2)

Una cara de la raíz no es tan fácil de obtener como un borde sin ella. Un borde totalmente inclinado resulta generalmente de un corte con una antorcha, mientras que para obtener una cara de la raíz usualmente requerirá de dos cortes o posiblemente un corte con antorcha y maquinado.

En base a los conceptos establecidos se identifican preparaciones de bordes en la tabla 5: (Ref.3). Las

TABLA 5 PREPARACIONES PARA SOLDADURA DE TUBERIA

(CONT.)

Pre. No.	ESQUEMA	APLICACION REFERENCIAL No.		
22		13		
23		19		
24		11		



soldadura. Incluye a otros tipos de soldadura que se emplean de manera preponderante de soldadura en el mundo, en la práctica de la compañía.

- A.- Soldadura al arco tungsteno con gas ( GTAW )
- B. Soldadura al arco con metal recubierto ( SMAW )
- C.- Soldadura al arco sumergida ( SAW )
- D. soldadura al arco metal con gas ( GMAW )

A continuación se ha resumido los principales tipos de estos procesos:

### **Soldadura al arco-tungsteno con gas**

Este proceso es usado para la soldadura de piezas de acero de origen en soldaduras de calidad, de un solo lado.

Este es normalmente un proceso manual el cual usa un metal de aporte en forma de varilla. El proceso puede ser usado también de la siguiente forma:

- Manualmente sin metal de aporte.
- Como arriba, con un material de relleno fundible
- Automáticamente con un metal de aporte en forma de una bobina de electrodo continuo.

### **Soldadura al arco con metal recubierto ( SMAW )**

El proceso SMAW es el proceso de soldadura al arco más ampliamente usado y el más tradicional. Emplea el electrodo recubierto con un material de protección

AC o DC. Es el más usado y con una gran aplicación en la soldadura de procesos manuales y automáticos.

Como en cualquier proceso manual, la habilidad y destreza del operario es importante para trabajar de calidad. Pero igualmente importante es la selección del tipo correcto de electrodo.

Este proceso es corrientemente usado para soldadura de juntas biseladas por uno o dos lados en todas las posiciones. Es ampliamente usado para depositar pasos de apoyo, en combinación con GTAW, para juntas que serán completadas por el proceso SAW.

### **Soldadura al arco sumergido**

El SAW difiere de otros procesos de soldadura al arco en que una cubierta de material fusible granular, comúnmente llamado fundente es usado para revestir el arco y el metal fundido.

SAW puede ser hecho con cualquier fuente de poder: AC o DC. Corriente directa da mejor control sobre forma del cordón, penetración, velocidad de soldadura y es fácil arrancar el arco. La forma del cordón es usualmente mejor con corriente DC polaridad inversa DCPI; (electrodo positivo), lo cual también provee



promover preferible con la utilización de soldadura y resistentes de penetración, como en el caso de una ablación.

Este proceso puede ser muy útil para el tema de alta penetración (pero limitados en profundidad) de soldadura. La última técnica es preferible debido a los mejores resultados dando el punto de partida de calidad y propiedades mecánicas. En este caso, las preparaciones de bordes son similares a los procesos manuales convencionales.

Algunas variaciones de los procesos de soldadura al arco sumergido establecidos hoy en día en la industria son los siguientes:

- Soldadura por arco sumergido, cada uno conectado a una fuente separada, (usualmente una a AC y el otro a DC).
- Soldadura de cordón anidado, que hace uso de preparaciones de bordes anidados, caracterizados por caras paralelas o casi paralelas.

### **Soldadura al arco metal con gas (MAG)**

Soldadura al arco metal con gas, popularmente conocido como soldadura MIG, que usa electrodos continuo como metal de aporte, que son gas suministrado externamente o mediante de alguna forma protección.

Algunas veces revestimientos ligeros son aplicados al electrodo para estabilizar el arco u otros propósitos.

Soldadura **MIG** es un proceso de soldadura DC: corriente AC es rara veces, o nunca usado. La mayoría de soldadura **MIG** es hecha con polaridad inversa: (DC-), ya que penetración de la soldadura es mas profunda con polaridad inversa, que con polaridad directa: (DC+).

Soldadura **MIG** es rara veces hecho con polaridad directa, debido a la inestabilidad del arco y problemas de salpicaduras que se presentan lo que lo hace indeseable para la mayoría de aplicaciones.

La mayoría de los aceros pueden ser satisfactoriamente unidos por soldadura **MIG**, incluyendo los aceros al carbono y de baja aleación.

**GMAW** puede ser consumado por dos distintos modos de transferencia metálica: Spray o por corto circuito.

Refiriendose al ejemplo acumido, los tres primeros procesos de soldadura son considerados en la elaboración de procedimientos, para soldadura en elementos estructurales en tanques de presión.

Un número de código en algunos casos este proceso de soldadura, según se muestra en la tabla 5 (ref. 6). Aquí se detalla también el código de aplicación para cada proceso de soldadura en un ejemplo casado (tanque de presión).

En la figura 5 se muestran los códigos para el ejemplo considerado. Los datos de depósito de soldadura resultante para cada proceso se indican.

Cuando los procesos son combinados en combinación el número asignado a la combinación resultará de los números de los procesos simples involucrados. Ejemplo si una soldadura es ejecutada por:

- a) GTAW para paso inicial (código del proceso = 1)
- b) SMAW para un paso de apoyo adicional (código del proceso = 2).
- c) SAW para el acabado (código del proceso = 3)

La soldadura será identificada por el número de código 123.

## 2.2.1 IDENTIFICACION DE LA SECUENCIA DE SOLDADURA Y REPRESENTACION

Existen ciertos parámetros que limitan la técnica de soldadura de una aplicación en particular,

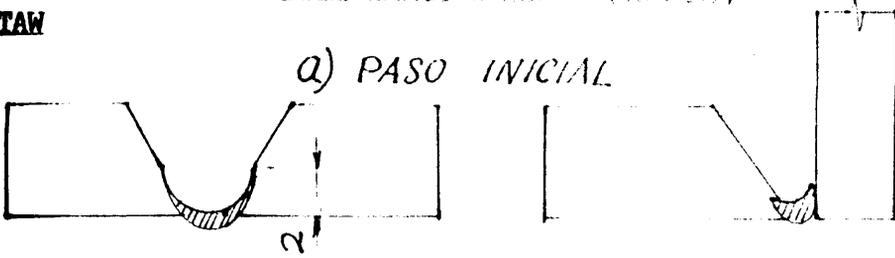
**TABLA 6 RANGOS DE APLICACIONES PARA LOS PROCESOS DE SOLDADURA USADOS (TABLA 2)**

PROCESOS DE SOLDADURA	SIMB. AWS	COD. NO	RANGO DE APLICACIONES
Soldadura al arco - tungsteno con gas	GTAW	1	a) Faja inicial para completa por el otro lado de un solo lado b) Faja inicial completa de exterior con espesores de 3.5 mm.
Soldadura al arco - metal revestido	SMAW	2	a) Faja de resaca adicional en costuras completadas con SAW cuando el caso origen es GTAW b) Faja de resaca soldadura cuando el caso origen es con GTAW y el SAW no esta disponible. c) Soldadura completa de juntas con ribetes de ambos lados, si SAW no esta disponible. d) Soldaduras de filete en miembros estructurales. e) Soldadura de juntas de un solo lado cuando el otro lado será completada con SAW.
Soldadura al arco sumergido	SAW	3	Relleno de soldaduras para: a) Juntas circunferenciales de tuberías sobre los 8 inc. de diametro y sobre los 9mm. de espesor. b) Soldadura circunferenciales y longitudinales en casquetes con un diametro no menor de 800 mm. y sobre los 6mm. de espesor. c) Soldaduras completas circunferenciales y longitudinales de casquetes con un diametro no menor de 800 mm. y sobre los 6 mm. de espesor. d) Soldadura de filete en miembros estructurales.
Soldadura al arco - metal con gas	GMAW	4	a) Soldaduras de relleno por rotacion de tuberías con un diametro entre 127 y 610 mm. y un espesor entre 6.35 y 12.7 mm.

FIGURA 5 RANGOS DE APLICACIONES PARA LOS PROCESOS DE SOLDADURA USADOS (EPP. 3)

GTAW

a) PASO INICIAL

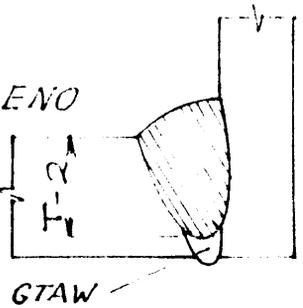
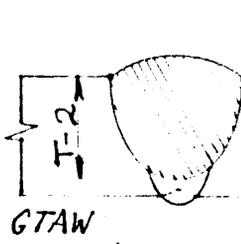
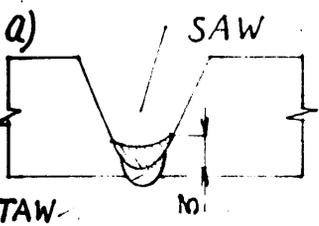


b) SOLDADURA COMPLETA

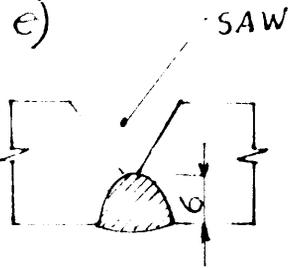
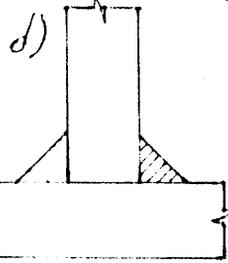
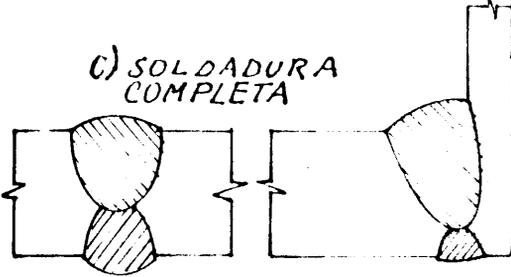


SMAW

PASO DE APOYO ADICIONAL

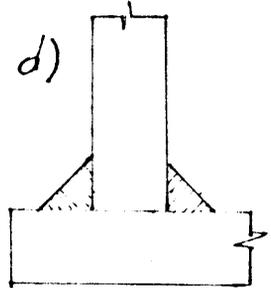
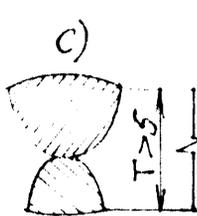
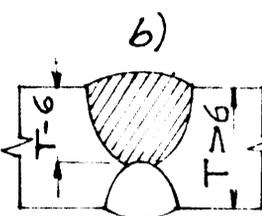
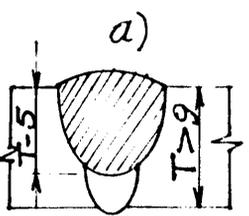


c) SOLDADURA COMPLETA



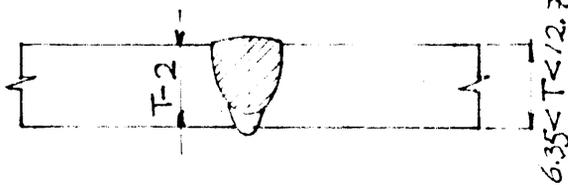
SAW

RELLENO



GMAW

RELLENO



generalmente estos son:

- a.- El espesor de la parte a ser soldada
- b.- El diámetro de la parte (si es de interés)

Consecuentemente el análisis será efectuado sobre las variables previamente listadas, para cada una de las aplicaciones de interés para la compañía.

Es razonable para el análisis de los campos para cada aplicación, usar un diagrama en coordenadas de espesor y diámetro; (si el último es de interés).

Esto ayuda al correcto desarrollo del análisis sin riesgo de traslapar campos o dejar áreas vacías.

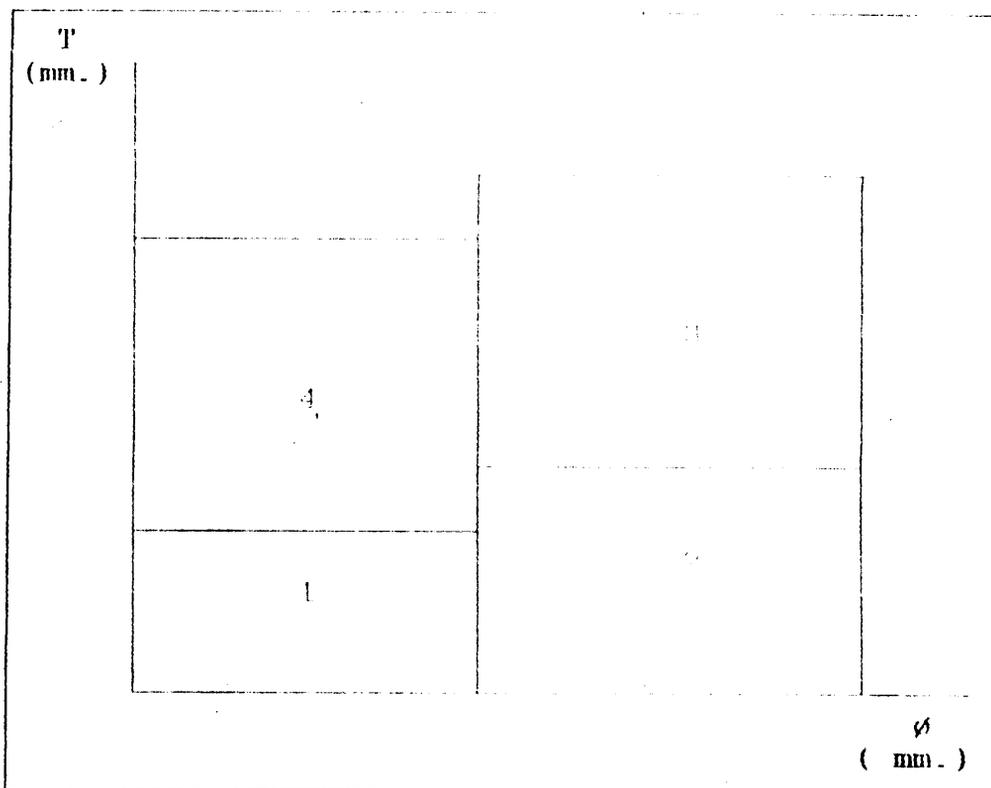
El resultado del análisis es representado por la subdivisión del diagrama en áreas figura 6. Cada campo es identificado por un número progresivo y es caracterizado por:

- Una preparación de borde
- La secuencia de soldadura y
- Representación de la secuencia de soldadura.

En las figuras 7.1, 7.2, y 7.3, se muestran los campos para las aplicaciones números 10, 11, 12 respectivamente.

Un punto de particular interés observado se refiere a la posibilidad de obtener resultados con técnicas distintas para el mismo tiempo y lugar

FIGURA 6 DIAGRAMA EXPERIMENTAL vs. DIÁMETRO ( $\phi$ )  
( REFERIR )



coexistir. Es decir que para el mismo espesor y diámetro hay un tercer parámetro separado controlando la técnica aplicable.

la influencia de los materiales sera limitado a:

- Los parámetros de soldadura: ( voltaje, corriente, velocidad de soldadura )

- Material de aporte
- Tratamiento térmico post-soldadura
- Pre calentamiento
- Gases para los procesos CHAW y GTAW

Refiriéndose al ejemplo anexo, el análisis de los campos resultantes se detallan en la tabla 7.1, 7.2. En donde se identifican la secuencia de soldadura y su representación, para las aplicaciones 10 y 11 respectivamente.

Consecuentemente la secuencia de soldadura es identificada por asignación de un número progresivo al espesor significativo del metal de soldadura depositado, por cada proceso de soldadura, usado en la ejecución de la soldadura.

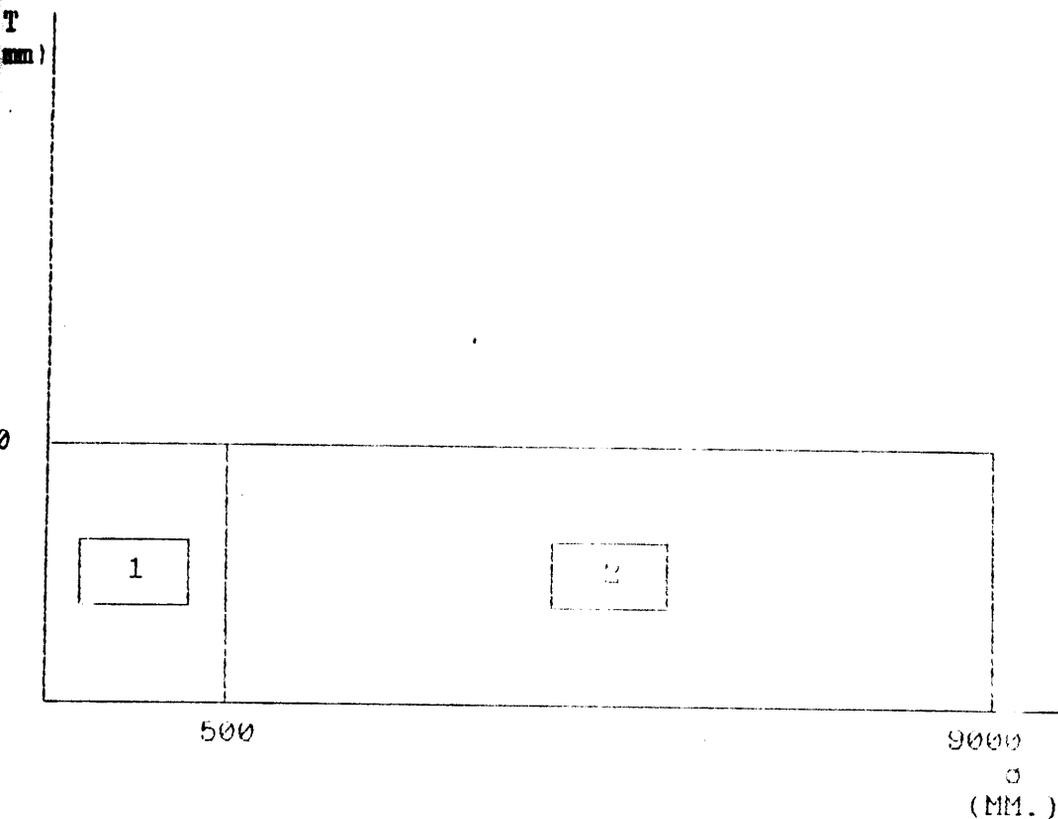
Cuando la secuencia de soldadura involucre el depósito de dos distintos espesores por el mismo proceso con diferentes diámetros de electrodo, esos espesores depositados deberán ser caracterizado por números distintos.

Finalmente los resultados han sido resumizados para las aplicaciones 10 y 11 en las tablas 8.1, 8.2 respectivamente. Este es el modo de registro de datos mas adecuado para el manejo sucesivo de datos

FIGURA 7.1 CAMPOS PARA SOLDADURA DE LA BASE DE APOYO

(REF. 3)

CATEGORIA N <sup>o</sup> .	1
GRUPO N <sup>o</sup> .	3
APLICACION N <sup>o</sup> .	10 : BASE DE APOYO



**TABLA 7.1 IDENTIFICACION DE LOCALIZACION Y FRECUENCIA**

**PARA SOLDADURA DE LA BASE DE APOYO (VER 3.1)**

CATEGORIA	NO. 1
GRUPO	NO. 3
APLICACION	NO. 10

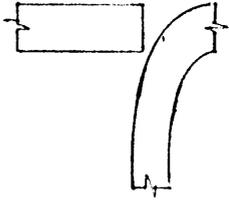
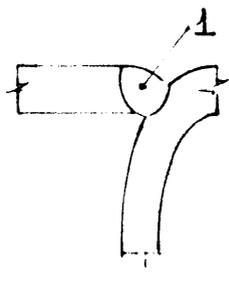
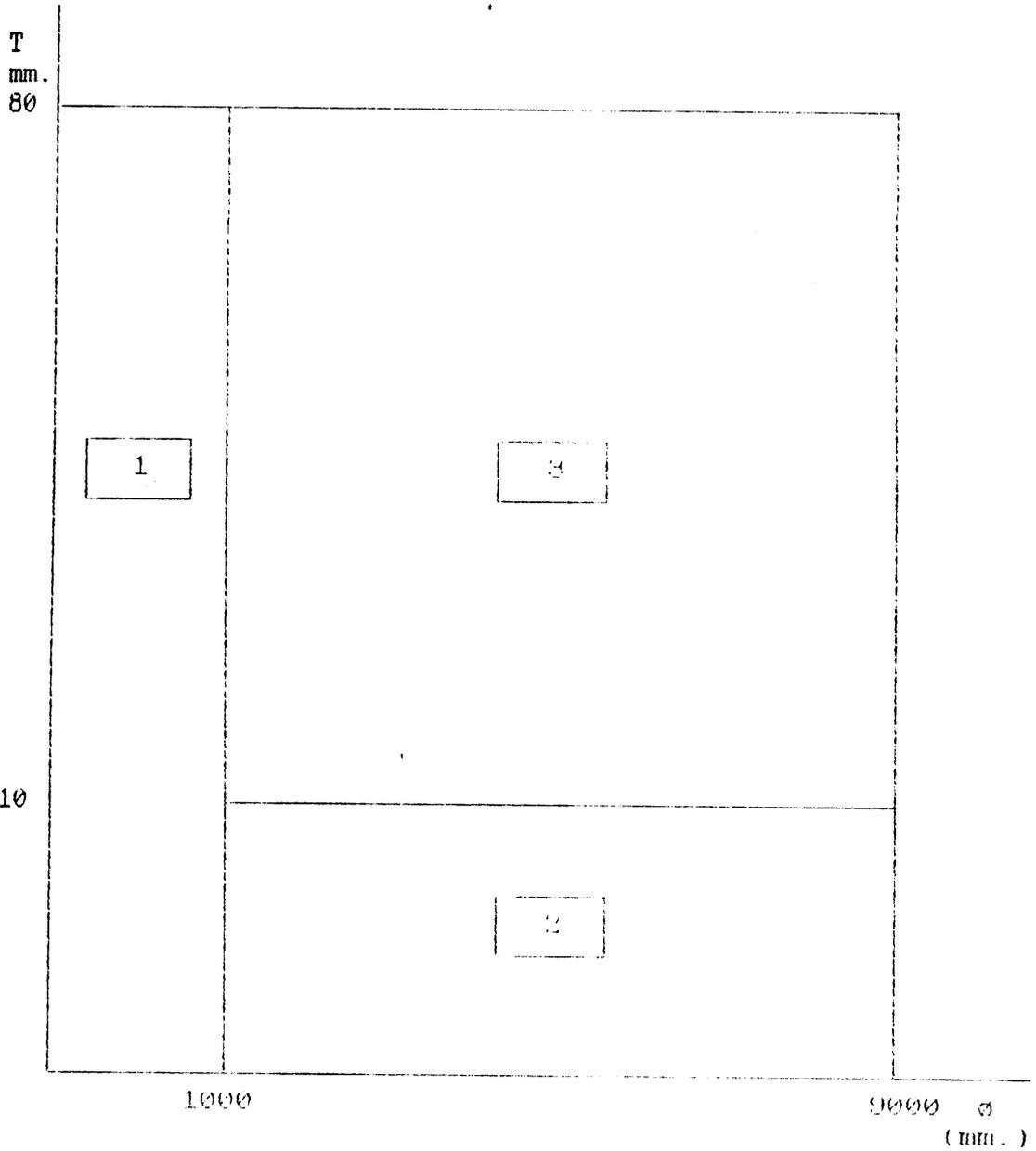
CAMPO No.	PREPARACION		SECUECIA	
	No.	ESQUEMA	PROCEDIM. No.	REPRESENTACION
1	23		1 SHAW 3 b	
2	23	lo mismo de arriba	1 SAW	lo mismo de arriba



FIGURA 7.2 CAMPOS PARA SOLDADURA DE LA PLACA DE APOYO (REF. 3)

CATEGORIA	Nº.	1
GRUPO	Nº.	3
APLICACION	Nº.	11 : PLACA DE APOYO



**TABLA 7.2 IDENTIFICACION DE PREPARACION Y SECUENCIA  
PARA LA SOLDADURA DE LA PLACA DE APOYO (REF. 3)**

CATEGORIA	Nº.	1
GRUPO	Nº.	3
APLICACION	Nº.	11

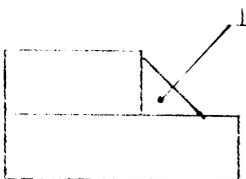
CAMPO Nº.	PREPARACION		SECUENCIA	
	Nº.	ESQUEMA	PROCESOS	REPRESENTACION
1	24		1-SMAW ø 5	
2	24	IGUAL QUE ARRIBA	1-SMAW ø 5	IGUAL QUE ARRIBA
3	24	IGUAL QUE ARRIBA	1-SAW	IGUAL QUE ARRIBA

TABLA 8.2 REGISTRO DE DATOS PARA LA SOLDADURA DE LA  
 PLACA DE APOYO (REF. 3)

CATEGORIA	Nº.	1
GRUPO	Nº.	3
APLICACION	Nº.	11

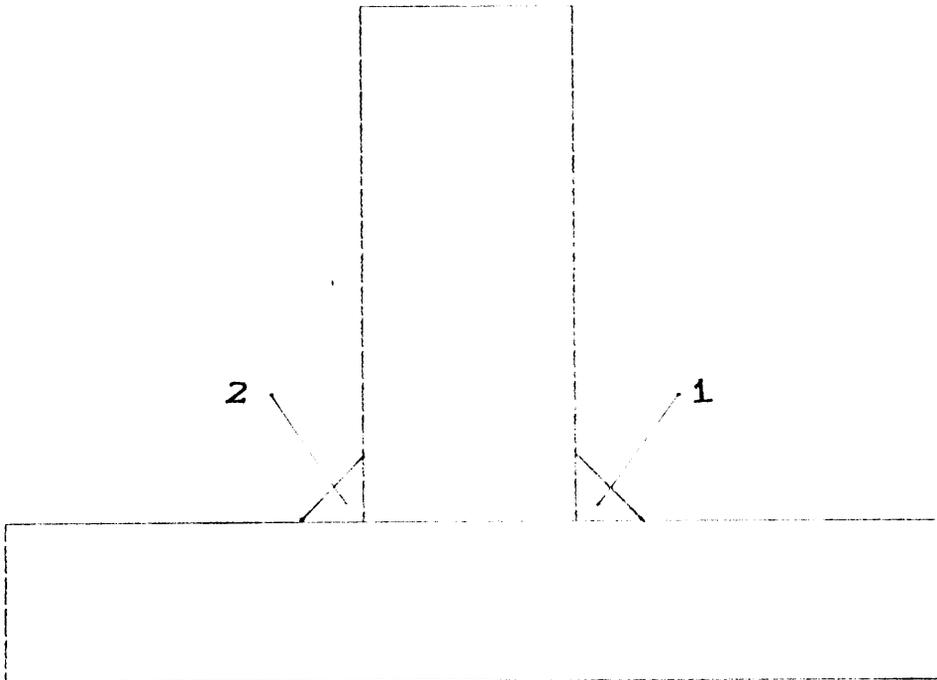
CAMPO Nº.	T min. (mm.)	T max. (mm.)	σ min. (mm.)	σ max. (mm.)	Pres. Nº.	Secuencia Nº.
1	0	80	0	0000	24	1-SMAW ø 5
2	0	10	1000	0000	24	1-SMAW ø 5
3	10.1	80	1000	0000	24	1-SAW

**FIGURA 7.3 CAMPOS PARA SOLDADURA DE PLACA EN T A LA PLACA DE APOYO (CBE 3)**

CATEGORIA	Nº.	1
GRUPO	Nº.	2
APLICACION	Nº.	12 - PLACA EN T

**Un solo campo**

- Preparacion : NQ. 20
- Procedimiento : NQ. 13
- Secuencia de soldadura: NQ. 8
  - 1 - SHAW ø 4
  - 2 - SHAW ø 4
- Representación: NQ. 14



## 2.2.2 GRUPOS DE SECUENCIA DE SOLDADURA

Los detalles de la secuencia de soldadura, expresando la progresión lineal de los depósitos de soldadura significativos, han sido reportados en la última columna de la tabla 7 para cada aplicación.

De los procesos de soldadura listados, podemos notar que varias secuencias se pueden aplicar para la misma aplicación, y una misma secuencia se puede aplicar para varias aplicaciones.

Estas coincidencias no están en conflicto con la práctica de fabricación. Por lo tanto la secuencia de soldadura puede ser agrupadas en tipos, se reduce así el número de casos. Cada tipo es caracterizado por un número de código llamado "número de secuencia". Esto simplifica el programa en relación a la introducción de datos al computador.

En la tabla 9, la agrupación de secuencias para el ejemplo asumido es reportada como una demostración de como proceder en la implementación del programa.

TABLA 9 GRUPOS DE SECUENCIA DE SOLDADURA (REF. 3)

Nº.	SECUENCIA DE SOLDADURA	INDICADORES DE COMPLETUDINPLICABLES
8	1- SHAW $\phi$ 4 2- SHAW $\phi$ 4	1- 100 10
15	1- SAW	1- 100 104
16	1- SHAW $\phi$ 5	1- 100 104

### 2.2.3 GRUPOS DE REPRESENTACION DE LA SECUENCIA DE SOLDADURA

La protección en el desarrollo del depósito de soldadura significativo para cada aplicación, de acuerdo a la secuencia definida, es normalmente mostrada por un esquema, donde los depósitos simples son identificados por el número numérico progresivo asignado al proceso, más que la secuencia de soldadura.

Este esquema aunque no es obligatorio, es a menudo reportado en el WPS, para una documentación mas completa de las condiciones de soldadura.

La representación de la secuencia de soldadura no es prevista por la sección de impresión del programa, que presenta un espacio en el documento WPS. El esquema puede ser reportado manualmente en este espacio o puede ser impreso aparte por un sistema gráfico computarizado. La clasificación de las representaciones de la secuencia reducirá el número de dibujos necesarios.

Esta clasificación es hecha por agrupación de las representaciones sobre la base del número así como

la proyección de las distancias para el eje  $W$  siendo con una similitudinal a la de la figura 10. La gráfica resultante se muestra en la figura 11.

La representación de las distancias en el eje  $W$  de por un número "1" a "10" se denominará "Número de representación" que en la práctica se indica en el espacio asignado en el eje  $W$ .

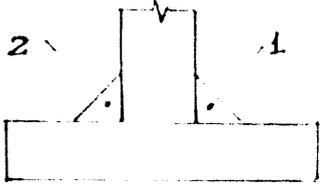
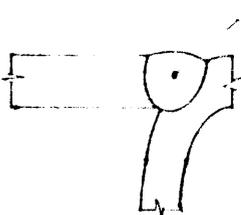
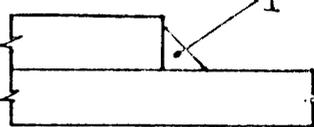
Con referencias a los ejes  $W$  y  $Y$  se clasifican las representaciones resultantes de la distancia en las mostradas en la tabla 10, el cual es:

Cada representación, al haberle asignado un número progresivo, es documentada con los números de secuencia así como los números de representación a los cuales la representación se refiere al eje  $W$ .

### 2.3 CLASIFICACION DE LOS RANGOS DE APLICACION DE LOS PARAMETROS DE SOLDADURA

El análisis será completado con la definición de los rangos de aplicación de los parámetros de soldadura así como las condiciones eléctricas convenientes para cada uno de los procesos de soldadura mencionados.

**TABLA 10 GRUPOS DE REPRESENTACION DE LA SOLDADURA EN**  
**SOLDADURA**

REPRESENTACION No.	SOLDADURA	SISTEMAS DE REPRESENTACION	
		MEMBRAS	REPRESENTACION
13		1	23
14		14	23
15		15	24

El proceso de soldadura por arco eléctrico puede ser siempre que la técnica de soldadura no sufra una variación significativa en los parámetros de soldadura.

Esto ocurre cuando se cumplen:

- la categoría del metal de aporte (de acuerdo a la tabla 11)
- El proceso SAW; o el tipo de soldadura (por electrodo).
- El proceso SAW; o el tipo de soldadura (por electrodo).
- El tipo de metal de aporte.

En general, al analizar los datos obtenidos a la identificación de cada tipo de soldadura se influyen en los parámetros de soldadura como en las características de la corriente; (Tipo y polaridad).

En la tabla 11: CRITERIO, se muestra la clasificación de los procesos de soldadura en función de las condiciones mencionadas arriba, con los datos resultando en la clasificación de los parámetros de soldadura, identificados por un número de soldadura llamado "número de parámetro".



## INTRODUCCIÓN AL TERCERA

### 3.1 IMPORTANCIA DEL TERCERA EN LA SOLDADURA

El uso de la computadora en la soldadura consiste en un avance tecnológico que ha permitido mejorar en las actividades del soldador, como es el caso de la soldadura.

Los programas computacionales utilizados en este campo facilitan y optimizan el manejo de información referente a datos técnicos utilizados en la elaboración de procedimientos de soldadura, generando un ahorro de tiempo y recursos de dinero, ya que evitan un tedioso manejo y manejo de información.

Los programas poseen una alta flexibilidad, lo que permite innovaciones, mejoramiento y modificaciones, haciéndolo adaptable a distintos aplicaciones en diversos componentes.

El subprograma de la rutina "EDIT" es el siguiente lenguaje "FORTRAN" y "LAMP" que genera el programa más adecuado en el momento de ser llamado por el usuario.

El usuario debe conocer los tipos de información y la forma de ingresarla al computador.

El programa se compone de los siguientes programas:

- Programa " WPS "
- Programa " ARCHIVO "
- Programa " DATOS GENERALES "

#### 4.2.1 PROGRAMA " WPS " Y DIAGNOSTICA DE ERROR.

El programa " WPS " cumple la función de ejecutar la edición e impresión de toda la información concerniente con la aplicación de interés, mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

- I Selección de una aplicación
- II Determinación del campo
- III Impresión del WPS

Estas etapas se muestran en los diagramas 8.1, 8.2 y 8.3 respectivamente.

FIGURA 8.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE SELECCION DE UNIA ALTERNATIVA

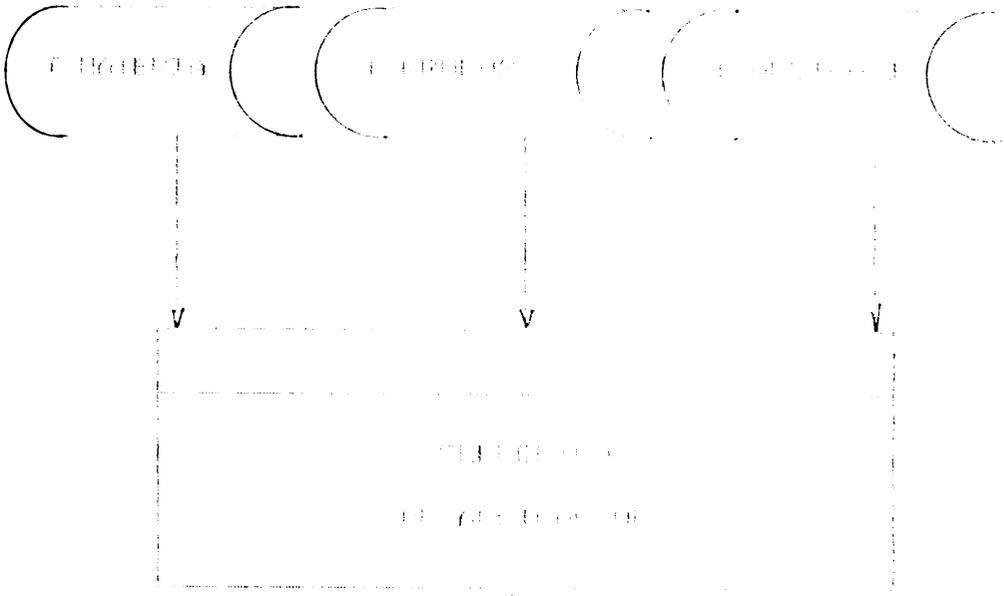


FIGURA 8.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE DETERMINACION DEL CAMPO

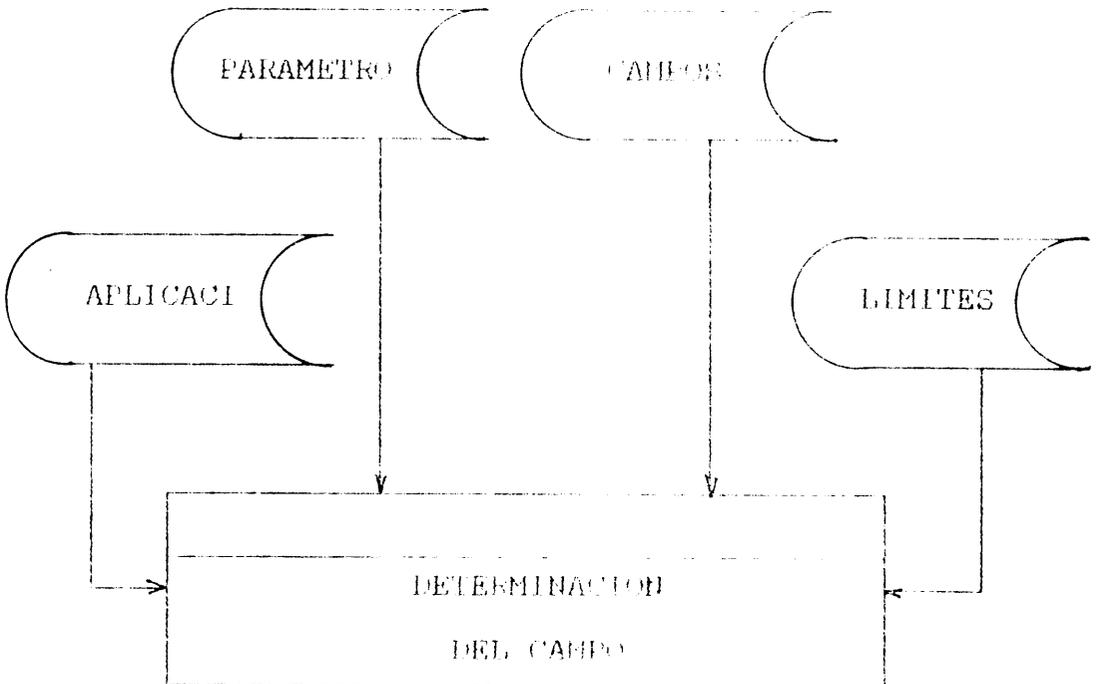
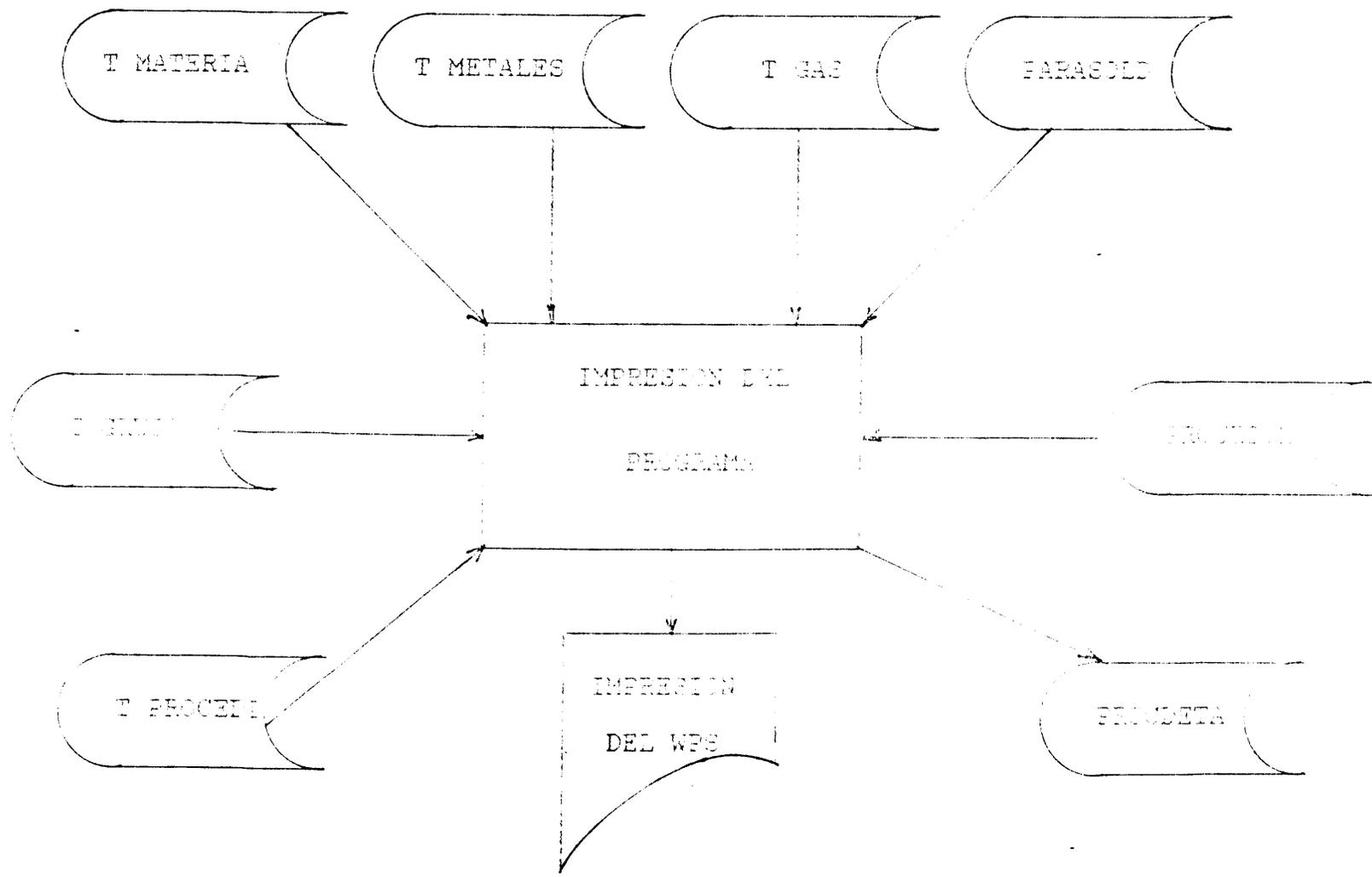


FIGURA 8.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE IMPRESION DEL WPS



### 3.2.2 PROGRAMA " ARCHIVOS " Y DIAGRAMA DE BLOQUE

En este programa se crean datos referentes a toda la información concerniente con un componente en particular, para facilitar este proceso, este programa se encuentra dividido en los siguientes archivos: materiales, aplicaciones, operaciones, procedimientos, secuencia y parámetros de soldadura.

#### 3.2.2.1 ARCHIVOS DE MATERIALES

En este archivo se entran los datos referentes a metales base en donde el programa muestra la tabla vacía 12, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.1.

FIGURA 9.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE MATERIALES

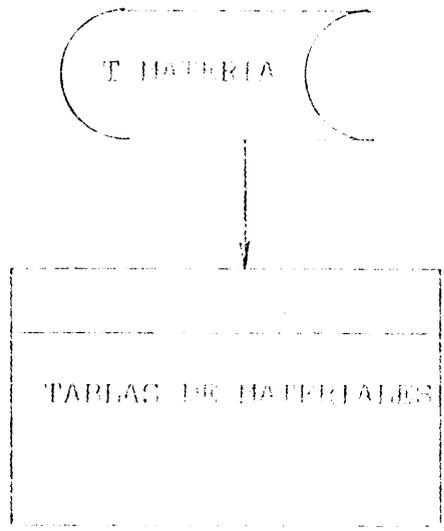


TABLA 12 ARCHIVO DE MATERIALES

METALES BASE	NCP/MCG ( REF. 1 )	Pre calentamiento (°C) ( REF. 4 )	Post-calentamiento			Prueba de tenacidad (SI/NO) (REF. 3)	COMPOSICION  QUIMICA  ( REF. 5 )	Sy  (Kpsi)  REF. 6	Sut  (Kpsi)  REF. 6	E  ( % )  REF. 6
			T(máx) que no Req. REF. 3	Temp. (°C) Min. REF. 4	t min. minuto REF. 4					
SA-662 Grado A	1 / 1	79	38	593	2.36	NO	C:0.17 Cr:0.95-1.10 Mn:0.035 P:0.040 S:0.13-0.30 Si	55	40	23
SA-442 Grado 60	1 / 1	79	38	593	2.36	NO	C:0.24 Cr:0.76-1.14 Mn:0.04 P:0.05 S:0.13-0.30 Si	60	32	23
SA-283 Grado C	1 / 1	79	38	593	2.36	NO	C:0.34 P:0.05 S	55	38	25
SA-204 Grado A	3 / 1	79	16	593	2.36	SI	C:0.19 Cr:0.30 Mn:0.04 P:0.04 S:0.15-0.30 Si 0.41-0.64 Mo	55	37	23
SA-337 Grado 11	4 / 1	121	N/A	593	2.36	NO	C:0.17 Cr:0.33-0.39 Mn:0.035 P:0.040 S:0.14-0.30 Si 0.04-1.56 Cr:0.40-0.70 Mo	74	45	20
SA-203 Grado D	3B / 1	149	16	593	2.36	SI	C:0.17 Cr:0.70 Mn:0.04 P:0.04 S:0.15-0.30 Si 3.13-3.32 Ni	55	37	19
SA-225 Grado C	10A / 1	149	38	593	2.36	SI	C:0.25 Cr:1.30 Mn:0.04 P:0.04 S:0.13-0.30 Si 0.07-0.78 Ni:0.11-0.20 Ti	115	70	19
SA-612 Grado A	10C / 1	N/A	38	593	2.36	NO	C:0.19 Cr:0.95-1.10 Mn:0.035 P:0.040 S:0.13-0.30 Si	55	50	22
SA-517 Grado B	11B / 4	79	15	593	2.36	NO	C:0.13-0.23 Cr:0.65-1.05 Mn:0.035 P:0.04 S:0.13-0.37Si 0.35-0.50 Cr: 0.12-0.33 Mo:0.02-0.39 V:0.01-0.04 Ti	115	100	16

### 3.2.2.2 ARCHIVOS DE APLICACIONES

En este archivo se entran datos referentes a aplicaciones, en donde el programa muestra la tabla vacia 13, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.2.

FIGURA 9.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE APLICACIONES

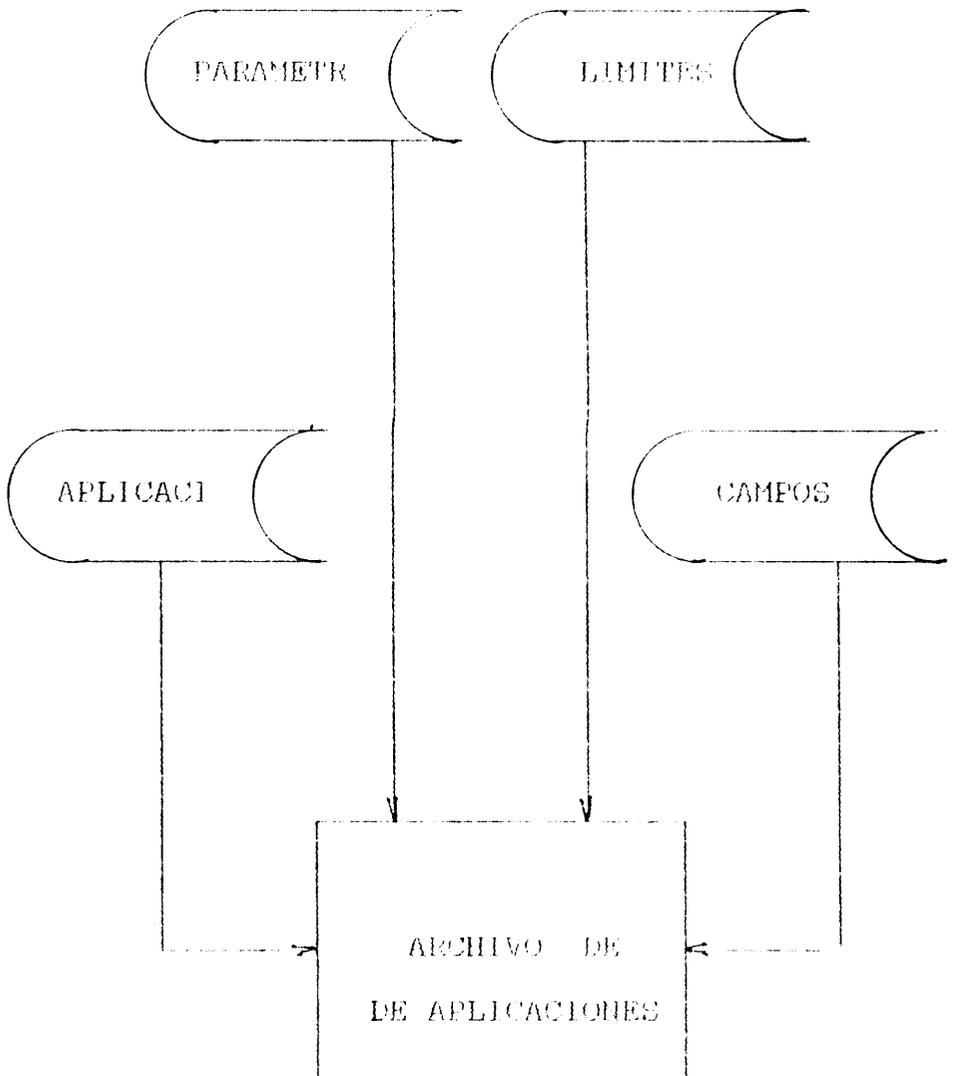


TABLA 13.1 ARCHIVO DE APLICACION 10

CATEGORIA	1
GRUPO	3
APLICACION	10

Nº DE CAMPO 2  
 Nº DE PARAMETROS 2  
 JUNTA DE TUBERIA II  
 UNIDAD DE MEDIDA mm

PARAMETROS

1. ESPESOR
2. DIAMETRO
- 3.
- 4.

CAMPO	1	2			
1 L	0	0			
1 H	100	80			
2 L	0	501			
2 H	500	9000			
3 L					
3 H					
4 L					
4 H					
PREPARACION Nº	23	23			
PROCEDIMIENTO Nº	2	4			
SECUENCIA Nº	16	15			
REPRESENTACION Nº	19	19			

TABLA 13.3 ARCHIVO DE APLICACION 12

CATEGORIA	1
GRUPO	3
APLICACION	12

NO DE CAMPO 1  
 NO DE PARAMETROS 1 1. ESPESOR  
 JUNTA DE TUBERIA N 2.  
 UNIDAD DE MEDIDA mm 3.  
 4.

CAMPO	1				
1 L	9				
1 H	89				
2 L					
2 H					
3 L					
3 H					
4 L					
4 H					
PREPARACION N°	22				
PROCEDIMIENTO N°	2				
SECUENCIA N°	8				
REPRESENTACION N°	14				

### 3.2.2.3 ARCHIVOS DE PREPARACIONES

En este archivo se entran los datos referentes a preparaciones de bordes, en donde el programa muestra vacía la tabla 14, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.3.

FIGURA 9.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE PREPARACIONES

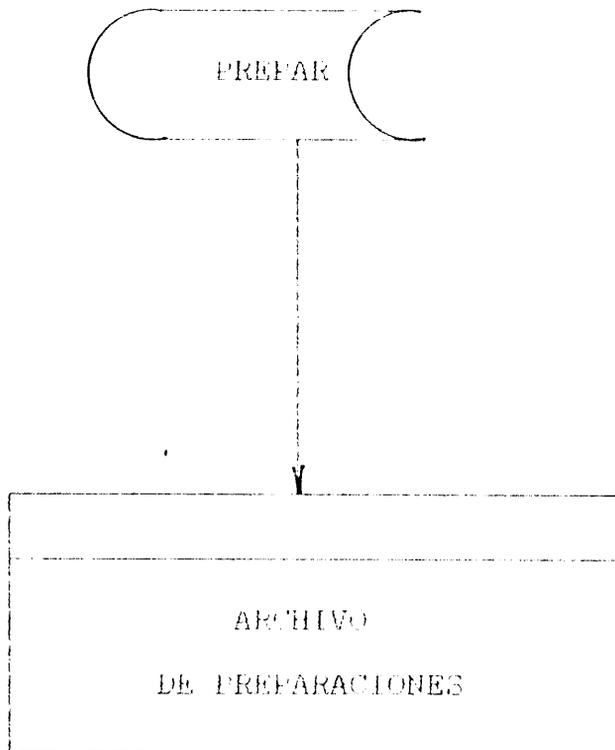


TABLA 14 ARCHIVO DE PREPARACIONES

Nº	TIPO DE JUNTA	TIPO DE SOLDADURA	APERTURA		ESPALDO
			(C) (H) (L)	(C) (Z) (H)	MATERIAL
22	T	ELÉCTRICA	100	100	100
23	TRACIABLE	ELÉCTRICA	100	100	100
24	TRACIABLE	ELÉCTRICA	100	100	100

### 3.2.2.4 ARCHIVOS DE PROCEDIMIENTOS

En este archivo se entran los datos referentes a procedimientos. En donde el programa muestra la tabla vacía 15, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.4.

FIGURA 9.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE PROCEDIMIENTOS

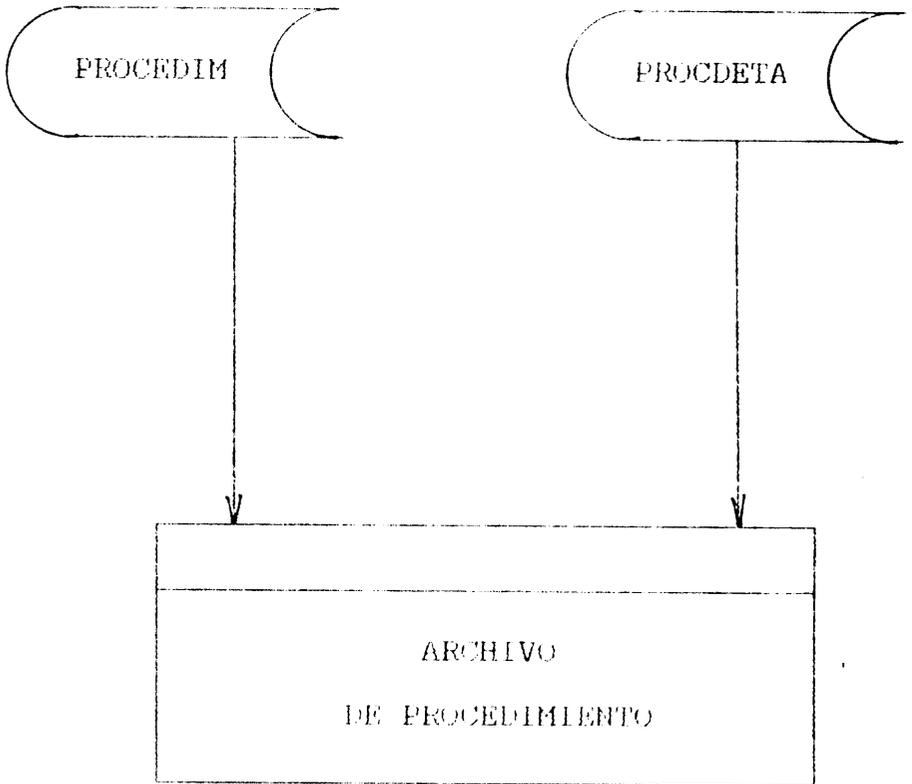


TABLA 15.1 ARCHIVO DE PROCEDIMIENTO 2

NO PROCEDIMIENTO	2	CODIGO DE PROCESO	2
------------------	---	-------------------	---

DIAMETRO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO (mm)	N.A.
TIPO DE ELECTRODO DE TUNGSTENO	N.A.
MODO DE TRANSFERENCIA	N.A.
PASO SIMPLE O MULTIPLE POR LADO	Multiple

PROCESOS DE SOLDADURA	1		
TIPO	Manual		
ESPESOR DEPOSITADO (mm)	T		
POSICION DE SOLDADURA G	Todas		
POSICION DE SOLDADURA F	Todas		
ELECTRODOS MULTIPLES O SIMPLES	Simple		
ESPACIAMIENTO DEL ELECTRODO	N.A.		
CORDON TRENZADO O DE VAIVEN	Trenz.		
OSCILACION	N.A.		
DISTANCIA DEL TUBO DE CONTACTO	N.A.		
TAMANO DE LA COPA DE GAS	N.A.		
PROGRESION DE SOLDADURA	Asc.		

Nº PROCEDIMIENTO	4	CONTO DE TUBO	3
------------------	---	---------------	---

DIRECCION DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO (mm)	0.00
TIPO DE ELECTRODO DE TUNGSTENO	N.A.
MODO DE TRANSFERENCIA	N.A.
PASO SIMPLE O MULTIPLE POR LAPSO	Multiple

PROCESOS DE SOLDADURA	3		
TIPO	Autom.		
ESPESOR DEPOSITADO (mm)	T		
POSICION DE SOLDADURA G	1G		
POSICION DE SOLDADURA F	2F		
ELECTRODOS MULTIPLES O SIMPLES	Simple		
ESPACIAMIENTO DEL ELECTRODO	N.A.		
CORDON TRENZADO O DE VAIVEN	N.A.		
OSCIACION	No		
DISTANCIA DEL TUBO DE CONTACTO	35		
TAMADO DE LA COPA DE GAS	N.A.		
PROGRESION DE SOLDADURA	N.A.		

### 3.2.2.5 ARCHIVOS DE SECUENCIAS

En este archivo se entran los datos referentes a secuencias de soldadura, en donde el programa muestra la tabla válida 16, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.5.

FIGURA 9.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE SECUENCIAS

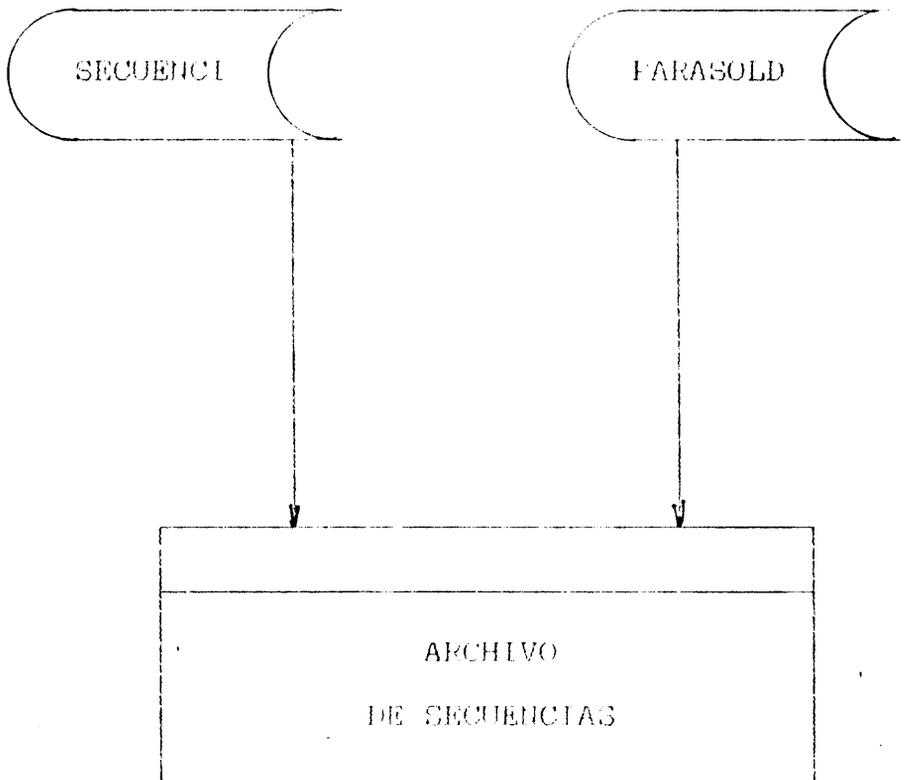


TABLA 16.1 ARCHIVO DE SECUENCIA 8

SECUENCIA N <sup>o</sup>	8	N <sup>o</sup> DE DEPOSITOS DE SOLDADURA	2
--------------------------	---	--	---

DEPOSITOS DE SOLDADURA N <sup>o</sup>	PROCESOS DE SOLDADURA	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	PARAMETRO DE REFERENCIA N <sup>o</sup>
1	SMAW	4	5
2	SMAW	4	5

TABLA 16.2 ARCHIVO DE SECUENCIA 15

SECUENCIA N <sup>o</sup>	15
--------------------------	----

N <sup>o</sup> DE DEPOSITOS DE SOLDADURA	1
---	---

DEPOSITOS DE SOLDADURA N <sup>o</sup>	PROCESOS DE SOLDADURA	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	PARAMETRO DE REFERENCIA N <sup>o</sup>
1	SAW	3.2	11

TABLA 16.3 ARCHIVO DE SECUENCIA 16

SECUENCIA N°	16	NO DE DEPOSITOS DE SOLDADURA	1
--------------	----	------------------------------	---

DEPOSITOS DE SOLDADURA NO	PROCESOS DE SOLDADURA	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	PARAMETRO DE REFERENCIA NO
1	SMAW	5	6

### 3.2.2.6 ARCHIVOS DE PARAMETROS DE SOLDADURA

En este archivo se entran los datos referentes a los parámetros de soldadura, en donde el programa muestra la tabla vacía 17, para el ingreso de datos. El diagrama de bloques se muestra en la figura 9.6.

FIGURA 9.6 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE PARAMETROS DE SOLDADURA

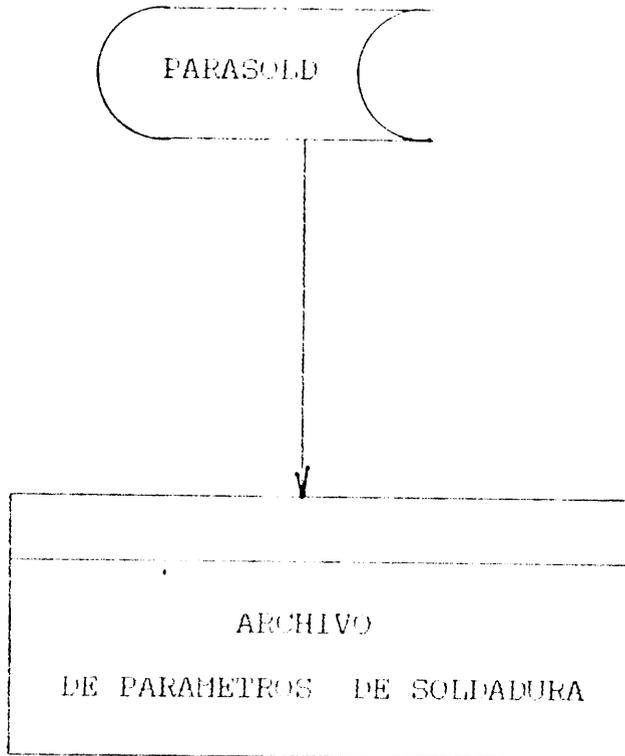


TABLA 17 ARCHIVO DE PARAMETROS DE SOLDADURA

NO REF.	Codigo del proceso	Nombre	ELECTRODO		CORRIENTE			Voltaje (REF.7)	veloc.' de soldadura (mm/min) (REF.7)
			Diam.(mm.)	Clas. AWS	Tipo REF.6	polaridad (REF.6)	Ampereaje (REF.6)		
01	1	GTAW	3.00	ER-312	D.C.	Directa	70/120	11/15	Manual
03	2	SHAW	3.50	E6011	DC/AC	directa	70/200	24/28	Manual
					DC/AC	indirecta	60/200	18/20	Manual
04	2	SHAW	3.25	E6010	D.C.	Directa	80/130	24/28	Manual
					DC/AC	Indirecta	100/140	18/22	Manual
					D.C.	Directa	80/130	24/26	Manual
					DC/AC	Directa	100/140	22/24	Manual
					DC/AC	Indirecta	120/150	24/26	Manual
05	2	SHAW	4.00	E6010	D.C.	Directa	140/175	24/28	Manual
					DC/AC	Indirecta	100/190	18/22	Manual
					D.C.	Directa	110/140	24/26	Manual
					DC/AC	Directa	140/190	22/24	Manual
					DC/AC	Indirecta	140/200	24/26	Manual
06	2	SHAW	5.00	E7010-A1	D.C.	Directa	140/200	24/27	Manual
					DC/AC	Directa	190/230	22/24	Manual
					DC/AC	Indirecta	180-240	24/27	Manual
11	3	SAW	3.20	E5-12	D.C.	Indirecta	380/500	28/30	350/400
13	3	SAW	3.20	E5-12	D.C.	Indirecta	380/550	30/32	350/400
15	4	SHAW	1.60	ER-40S-F1	D.C.	Indirecta	100-130	27/23	350/400

### 3.2.3 PROGRAMA " DATOS GENERALES "

Cumple una función similar al programa " archivos " en el se graba el tipo de información permanente o general que no varia durante a la ejecución del programa y que podrian definirse como datos o parámetros fijos del programa.

Para ingresar la información, este programa se encuentra dividido en las siguientes tablas:

- Grupos
- Aplicacion
- Procesos
- Procedimientos aplicables
- Metales de aporte
- Gas

Estas tablas son mostradas en la tabla 18 y sus diagramas de bloques en las figuras 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 y 10.6.

TABLA 18 DATOS GENERALES

NUMERO DE CATEGORIA DEL MATERIAL: 1

NUMEROS DE GRUPO: 3

	ACEROS AL CARBONO Y DE BAJA A.
JUNTAS A TOPE	1
JUNTAS TUBULARES	2
JUNTAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	3

NUMEROS DE APLICACIONES: 12

	Aplic.	Grupo
Soldaduras de planchas	1	1
Soldaduras longitudinales	2	1
Soldaduras circulares accesibles de un solo lado por SAW	3	1
Soldaduras circulares accesibles por ambos lados con SAW	4	1
Soldadura de tuberías	5	1
Soldadura de tuberías sin refuerzo	6	2
Soldadura de tuberías insertadas	7	2
Soldadura de tubería con refuerzo	8	2
Soldadura de tubería inclinada	9	2
Soldadura de la base de apoyo	10	3
Soldadura de la placa de apoyo	11	3
Soldadura de placa en T a placa de apoyo	12	3

TABLA 18 DATOS GENERALES (Cont. Inversión)

NUMEROS DE PROCESOS DE SOLDADURA APLICABLES: 4

PROCESOS DE SOLDADURA	CODIGO
GTAW	1
SHAW	2
SAW	3
GMAW	4

NUMEROS DE PROCEDIMIENTOS APLICABLES: 8

Nº.	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO	CODIGO
1	GTAW	1
2	SHAW	2
3	SAW* (Paso simple por lado)	3
4	SAW (multipasos)	4
5	GTAW + SHAW	12
6	SHAW + SAW	23
7	GTAW + GMAW	14
8	GTAW + SHAW + SAW	123

NUMEROS DE PREPARACIONES DE BORDES: 24

NUMEROS DE SECUENCIA DE SOLDADURA: 17

NUMEROS DE GRUPOS DE PARAMETROS DE SOLDADURA: 8

METALES DE APORTE

CODIGO DEL PROCESO	CLAS	ELECTRODO	NUMERO	
	AWG		B	A
1	ER-3018	5.135	6	6
2	E6013	5.1 Y 5.5	2	1
2	E6019	5.1 Y 5.5	2	1
2	E6011	5.1 Y 5.5	3	1
2	E7010-A1	5.1 Y 5.5	3	2
2	E7018	5.1 Y 5.5	4	2
2	E7024	5.1 Y 5.5	1	2
3	EM-12	5.17	6	4
4	ER-70 56	5.135	6	1

GAS DE PROTECCION

TIPO DE GAS	COMPOSICION (%)	FLUJO (L/MIN)
ARGON	99.99	10

FIGURA 10.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE PROCEDIMIENTOS APLICABLES

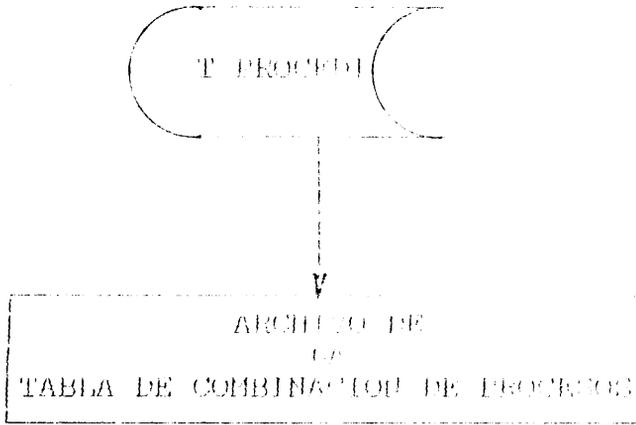


FIGURA 10.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE METALES DE APORTE

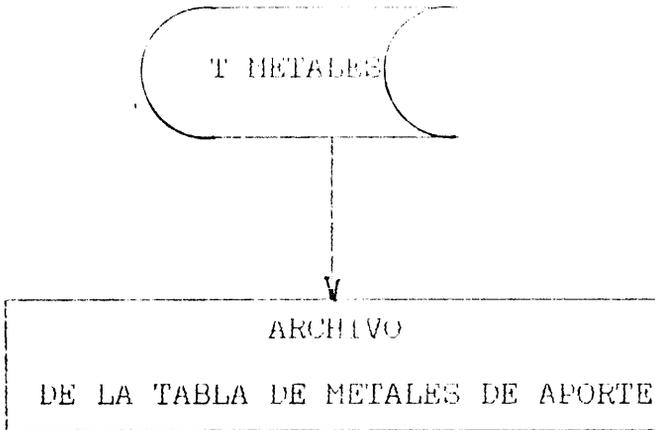
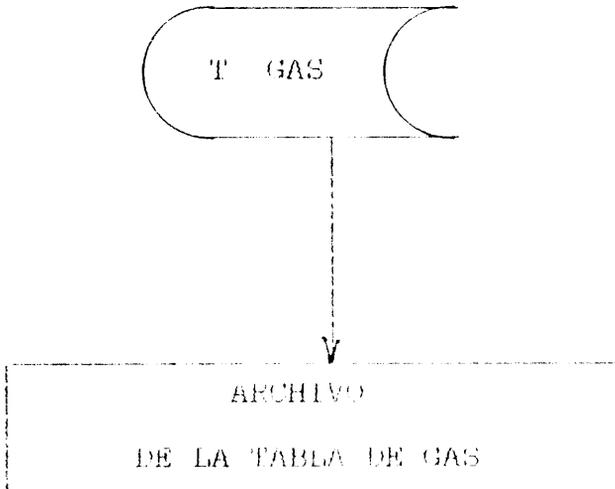


FIGURA 10.6 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ARCHIVO DE GAS



El manual de operación tiene como propósito instruir al usuario en el manejo del programa . El computador debe ser IBM PC o compatible para trabajar con diskette de alta densidad y el disco duro del computador debe proporcionar el sistema operativo DOS o ser grabado por medio de un diskette.

Con el computador seleccionado si se desea trabajar con el disco duro se inserta el diskette que contiene el programa y se procede a cargar el disco duro con la instrucción **INSTAL** , o simplemente no trabaja con el diskette . Con el programa ya cargado se procede a llamarlo con la clave **SOLDADOR** para proceder en su ejecución .

Aparece en la pantalla del computador las siguientes opciones: **ARCHIVOS** , **WPS** y **FIN** . Presionando la tecla **F 10** y luego la clave **ENTER** se logra seleccionar algunas de las opciones presentadas.

Si se selecciona la opción **ARCHIVOS**, la instrucción **Ctrl End** permite ejecutar cualquiera de las opciones que se presentan en los archivos y permite también el ingreso de datos. Con la instrucción **Ctrl N** se logra el ingreso de nuevos datos aumentando la

especialidad de los archivos. El Ctrl End se utiliza cuando se desea borrar alguna información de un archivo.

Si se selecciona la opción WPS de la instrucción Ctrl End permite seleccionar el tipo de acero a utilizar, el grupo y la aplicación requerida. Con la clave ENTER se ingresan los valores de los parámetros de cada aplicación y se da paso a la ejecución del Procedimiento Específico de Soldadura.

Seleccionando la opción FIN se sale completamente del programa. Las siguientes son las pantallas que muestra el programa una vez que se lo ejecuta.

## PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS DE SOLDADURA

W.P.S

REALIZADO POR: JORGE MACIAS CASTRO

DIRECTOR : ING. OMAR SERRANO

## Archivos W.P.S. Fin

Aplicaciones  
Procedimientos  
Secuencias  
PaRametros de Soldadura  
Materiales  
Datos Generales

## Archivos W.P.S. Fin

Aplicaciones  
Procedimientos  
Secuencias  
PaRametros de Soldadura  
Materiales  
Datos Generales

Aceros al Carbono

## Archivos W.P.S. Fin

JUNTAS A TOPE  
JUNTAS TUBULARES  
JUNTAS ESTRUCTURALES

Archivos W.P.S. Fin

Aceros al Carbono y de baja aleacion °C

Archivos W.P.S. Fin

SA-204-GR A  
SA-283-GR C  
SA-283-GR D  
SA-442-GR 60  
SA-662-GR A

Archivos W.P.S. Fin

SA-204-GR A  
SA-283-GR C  
SA-283-GR D  
SA-442-GR 60  
SA-662-GR A

JUNTAS A TOPE  
JUNTAS TUBILARES  
JUNTAS ESTRUCTURALES

Archivos W.P.S. Fin

8:35:49 pm

SA-204-GR A  
SA-283-GR C  
SA-283-GR D  
SA-442-GR 60  
SA-662-GR A

JUNTAS A TOPE  
JUNTAS TUBULARES  
JUNTAS ESTRUCTURALES

Sold. de la base de apoyo  
Sold. en placas de apoyo o refuerzo  
Soldadura en T



Aplicaciones  
Procedimientos  
Secuencias  
PaRametros de Soldadura  
Materiales  
Datos Generales

Grupos  
Aplicacion  
Procesos  
Procedimientos Aplicables  
Metales de Aporte (QW 409)  
Gas (QW 408)

## CAPITULO IV

### APLICACION PRACTICA DEL PROGRAMA

#### 4.1 EJEMPLO PRACTICO

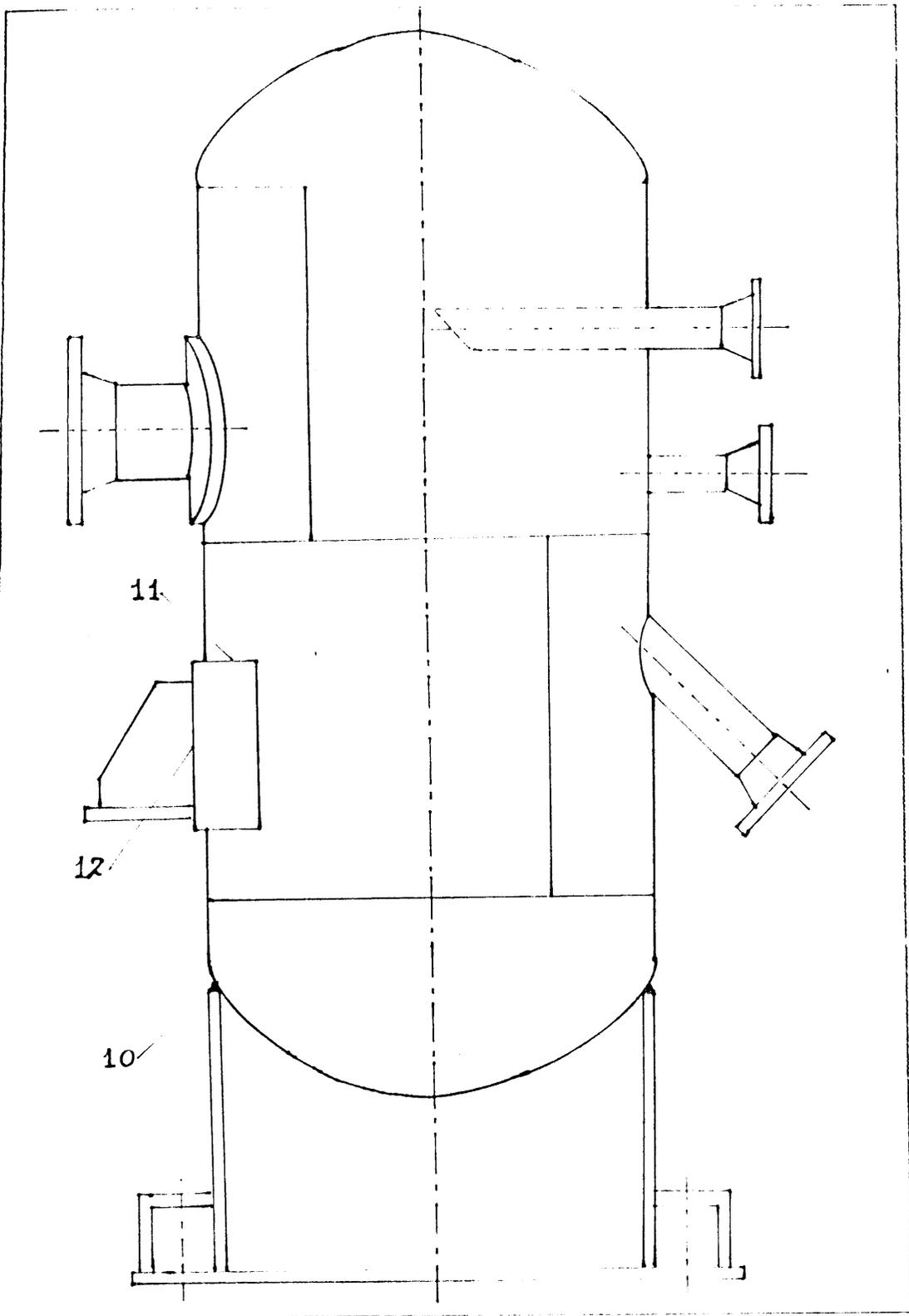
Se toma como ejemplo de modelo un embudo de presión, según se muestra en la figura 11, en donde se señalan todas las posibles aplicaciones que comúnmente se encuentran en este tipo de componentes.

De este modelo se pueden derivar diversos tipos de embases al variar las dimensiones de las partes y/o el material, así como reduciendo el número de aplicaciones. Esto se hace en base a la función que va a desarrollar el recipiente por sí mismo.

Entre los embases compatibles con el modelo podemos mencionar:

- Tanques de almacenamiento de sustancias líquidas y gaseosas a presión.
- Reservorios de agua, petróleo y sus derivados, etc
- Evaporadores para destilación de agua.
- Líneas de vapor, etc.

FIGURA 11 EJEMPLO MODELO



## 2 GRUPOS DE APLICACION DE SOLDADURAS

Una aplicación se define como una junta en la cual se requiere realizar una soldadura y tiene una configuración bien definida y localización en el componente: ( en este caso el ejemplo de la figura 11 ), lo cual la diferencia de las otras aplicaciones.

Una aplicación puede ser adicionalmente distinguida en función del metal base, cuando el mismo influye en la técnica de soldadura tales como:

- 1) los procesos aplicados
- 2) los rangos de parámetros de soldadura
- 3) la preparación de bordes.

Cuando uno a más de los casos listados arriba ocurre, la aplicación será considerada diferente a pesar de su equivalencia geométrica.

Los metales base se los identifica por su número de categoría así tenemos que para:

- Acero al carbono y de baja aleación ( se lo identifica con un número de categoría 1 )
- Acero inoxidable ( con un número de categoría 2 ).
- etc.

En este proyecto se trabajará con aceros al carbono y

de baja aleación.

Las aplicaciones tienen ciertas características por lo que se las pueden reunir en grupos, los cuales se denominan " Grupos de aplicaciones " .

Entre estos grupos se identifican los siguientes grupos de aplicaciones :

- 1.- Juntas a tope
- 2.- Juntas tubulares
- 3.- Juntas en elementos estructurales.

Dentro de un grupo de aplicación se identifica cada aplicación por un número progresivo. Este proyecto esta dirigido a tratar y analizar todas las aplicaciones referentes al grupo número 3, los cuales se tabulan y se describen en la tabla 19.

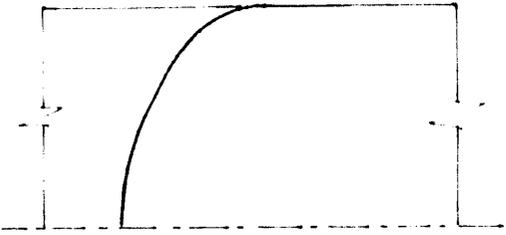
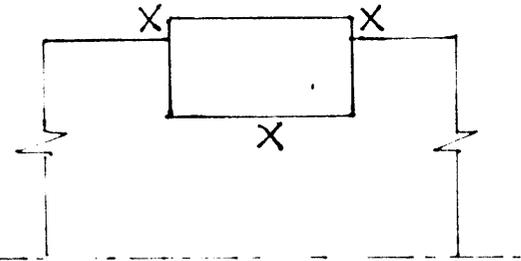
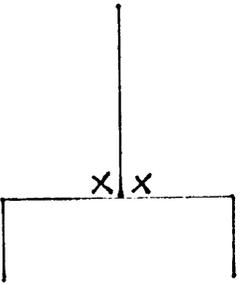
### 3 EJECUCION DEL PROGRAMA

#### 3.1 TABLA DE DATOS

para la ejecución del programa es necesario que el usuario identifique la aplicación de particular interes del modelo en el ejemplo asumido ( Fig. 11 ) que se ajuste a sus necesidades de construcción.

**TABLA 19 APLICACIONES DE SOLDADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

CATEGORIA	ISO	1
GRUPO	ISO	3

APLIC. No.	ESQUEMA	DESCRIPCION
10		SOLDADURA DE LA BASE DE APOYO
11		SOLDADURA DE LA PLACA DE APOYO
12		SOLDADURA DE PLACA EN T A PLACA DE APOYO

### Ejemplo 1:

Se desea elaborar un procedimiento de soldadura para soldar una base de apoyo en un cilindro para su estabilidad, (Figura 12.1), observando la figura 11, se identifica la aplicación número 10, la cual corresponde al grupo de aplicaciones número 3 ; ( soldaduras en elementos estructurales ). El programa inicialmente presenta una lista de materiales del que se escoge el de interés, luego se ingresa el tipo de grupo; en este ejemplo es el 3 y finalmente el tipo de aplicación, en este ejemplo es el 10. El programa procesa estos datos para luego presentar un listado de parámetros para que sus valores sean introducidos al computador por el usuario para lograr la impresión del WPS. Los datos y parámetros ingresados son tabulados en la tabla 20.

### Ejemplo 2:

Si tenemos un tanque y queremos soldar una placa de apoyo, para su fijación y montaje, (figura 12.2), observamos el modelo e identificamos la aplicación número 11, del tipo de aplicaciones número 3, como en el ejemplo 1, una vez seleccionado el material, ingresamos este dato junto con el tipo de grupo y tipo de aplicación y digitamos el valor de los parámetros que el programa pide (estos datos estan

representados en la tabla 20) y de esta forma obtenemos el WPS de interes.

Ejemplo 3:

Se requiere fijar un tanque a un piso o a una pared para evitar que se mueva, del ejemplo modelo observamos que la aplicacion que se ajusta a esta necesidad es la numero 12, según muestra la figura 12.3, como en los ejemplos anteriores entramos los datos y parámetros de interes al computador, ( los cuales son tabulados en la tabla 20 ), para lograr la impresión del WPS.

3.2 TABLA DE RESULTADOS

La tabla de resultados corresponde a los impresos de los WPS, los cuales son mostrados en las tablas 21.1, 21.2 y 21.3 para los ejemplos 1, 2 y 3 respectivamente.

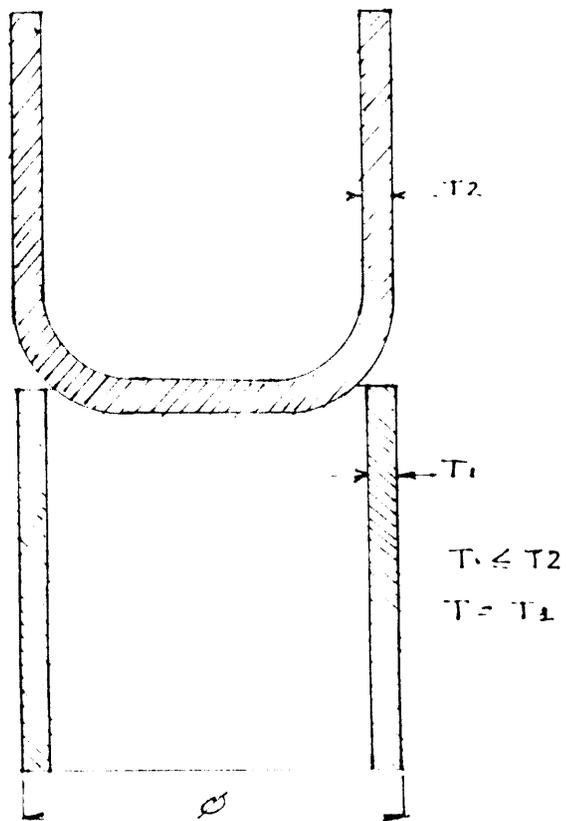


FIGURA 12.1 ESQUEMA DEL EJEMPLO 1

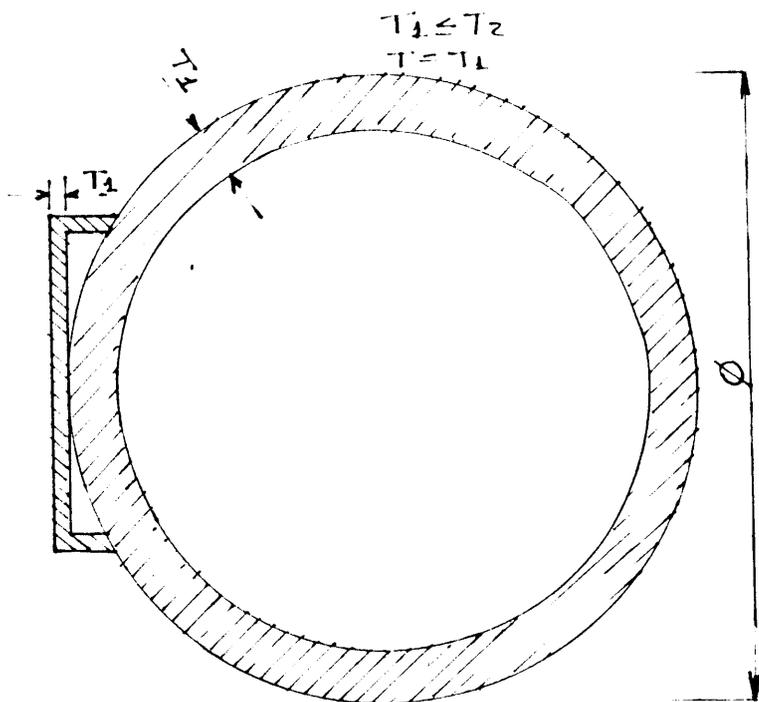


FIGURA 12.2 ESQUEMA DEL EJEMPLO 2

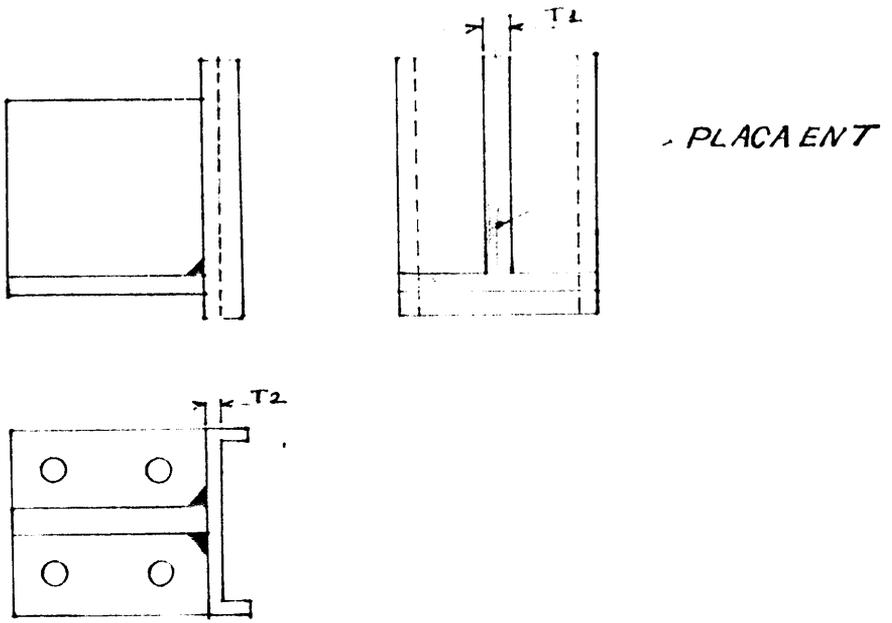


FIGURA 12.3 ESQUEMA DEL EJEMPLO 3

EJEMPLO	DATOS A INGRESAR				
Nº.	MATERIAL	GRUPO DE APLICACIONES DESCRIPCION	Nº.	APLICACION DESCRIPCION	PARAMETROS
1	SA-442 G-60	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	10	SOLDADURA DE LA BASE DE APOYO	ESPESOR: 13 DIAMETRO: 3000
2	SA-288 G-C	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	11	SOLDADURA DE LA PLACA DE APOYO	ESPESOR: 13 DIAMETRO: 850
3	SA 204 G-A	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	12	SOLDADURA DE PLACA EN T A LA PLACA DE APOYO	ESPESOR: 10

TABLA 21.1 TABLA DE RESULTADOS PARA EJEMPLO 1 (WPS)

PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA

WPS 001  
Revision 001

Fecha 12/09/92

Por JORGE MACIAS

Proceso(s): SAW\* PASO SIMPLE

JUNTAS (QW-402)

DETALLES

Diseño de Juntas : JUNTAS ESTRUCTURALES



RESPALDO : NO

TIPO DE MATERIAL DE RESPALDO

- ( ) Metal ( ) No fundibles
- ( ) No metálico ( ) Otros

METAL BASE (QW-403)

Material	Pno/Grupno	Pre calentamiento °C	Post-calentamiento			Prueba de Tenacidad
			Espesor (mm)	Temp. °C	t minimo (min/mm)	
SA-442-GR 60	001/001	79	38	593	2.4	N

Composicion Quimica	Sy (Kpsi)	Sut (Kpsi)	% e
0.24 C;0.76-1.14 Mn;0.04 P;0.05 S;0.13-0.33 SI	60	32	23

PARAMETROS INGRESADOS

ESPESOR 13.00  
DIAMETRO 3.000.00

METALES DE APORTE (QW-404)

Proceso	AWS Clasific.	SFA	F.No	. A No
3 SAW	EM-12	5.17	6	4

GAS (QW-408)

Gas Protector	Gas	Composicion %	Flujo lt/min

**TABLA 21.1 TABLA DE RESULTADOS PARA EJEMPLO 1 (WPS)**  
(continuación)

PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA

WPS 001                                      Fecha 12/09/92                                      Por JORGE MACIAS  
Revision 001

Proceso(s): SAW\* PASO SIMPLE

PARAMETROS DE SOLDADURA (QW-409)

Proceso	Electrodo		Corriente		Amperaje	Voltaje	Vel.Sold. mm/min
	Dia.(mm)	AWS	Tipo	Polaridad			
SAW	3.20	EL-12	DC	Indirecta	380/500	28/30	350/400

TECNICAS (QW-410)

Proc	Tipo	Espesor Deposit (mm)	Posic. Soldad G	Posic. Soldad F	Electr.	Espac. Elect. (mm)	Str/weav bead	Oscil- lacion (mm)	Distan. T.Cont. (mm)	Tamaño C.Gas (mm)	Pro- gre- sion
SAW	Autom.	T	1G	2F	Simple	N.A.	N.A.	NO	25	N.A.	N.A.

**TABLA 21.2 TABLA DE RESULTADOS PARA EJEMPLO 2 (WPS)**

**PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA**

WPS 002  
Revision 002

Fecha 12/09/92

Por JORGE MACIAS

Proceso(s): SHAW

JUNTAS (QW-402)

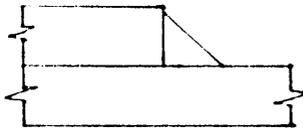
DETALLES

Diseño de Juntas : JUNTAS ESTRUCTURALES

RESPALDO : NO

TIPO DE MATERIAL DE RESPALDO

- ( ) Metal ( ) No fundibles
- ( ) No metálico ( ) Otros



METAL BASE (QW-403)

Material	Pno/Grupo	Pre calentamiento °C	Post-calentamiento			Prueba de Tenacidad
			Espesor (mm)	Temp. °C	t minimo (min/mm)	
SA-283-GR C	001/001	79	38	593	2.4	N

Composicion Quimica	Sy (Kpsi)	Sut (Kpsi)	% ε
0.04P:0.05S	55	30	25

PARAMETROS INGRESADOS

ESPESOR 13.00  
DIAMETRO 850.00

METALES DE APORTE (QW-404)

Proceso	AWS Clasific.	SFA	F.No	A No
2 SHAW	E6013	5.1 Y 5.5	2	1
	E6010	5.1 Y 5.5	3	1
	E6011	5.1 Y 5.5	3	1
	E7010-A1	5.1 Y 5.5	3	2
	E7018	5.1 Y 5.5	4	2
	E7024	5.1 Y 5.5	1	2

GAS (QW-408)

Gas Protector	Gas	Composicion %	Flujo lt/min
---------------	-----	---------------	--------------

**TABLA 21.2 TABLA DE RESULTADOS PARA EJEMPLO 2 (WPS)**  
(continuación)

PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA

WPS 002  
Revision 002

Fecha 12/09/92

Por JORGE MACIAS

Proceso(s): SMAW

PARAMETROS DE SOLDADURA (QW-409)

Proceso	Electrodo		Corriente		Amperaje	Voltaje	Vel.Sold. mm/min
	Dia.(mm)	AWS	Tipo	Polaridad			
SMAW	5.00	E7010-A1	DC	Directa	140/200	24/27	MANUAL
		E7018	DC/AC	Directa	190/230	22/24	MANUAL
		E7024	DC/AC	Indirecta	180/240	24/27	MANUAL

TECNICAS (QW-410)

Proc	Tipo	Espesor Deposit (mm)	Posic. Soldad G	Posic. Soldad F	Electr.	Espac. Elect. (mm)	Str/weav bead	Oscilacion (mm)	Distan. T.Cont. (mm)	Tamaño C.Gas (mm)	Progre- sion
SMAW	Manual	T	TODA	TODA	Simple	N.A.	WEAVE	N.A.	N.A.	N.A.	ASC.

TABLA 21.3 TABLA DE RESULTADOS PARA EJE(17) 3 (WISS)

PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA

WPS 003 Fecha 12/09/92 For JORGE MACIAS

Revision 003

Proceso(s): SMAW

JUNTAS (QW-402)

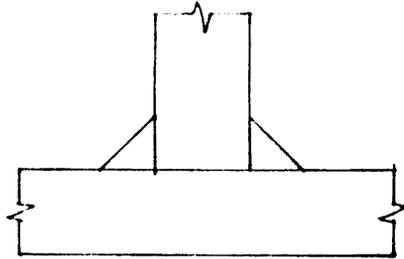
DETALLES

Diseño de Juntas : JUNTAS ESTRUCTURALES

RESPALDO : NO

TIPO DE MATERIAL DE RESPALDO

- ( ) Metal ( ) No fundibles
- ( ) No metálico ( ) Otros



METAL BASE (QW-403)

Material	Pno/Grupno	Pre calentamiento °C	Post-calentamiento			Prueba de Tenacidad
			Espesor (mm)	Temp. °C	t minimo (min/mm)	
SA-204-GR A	003/001	79	16	593	2.4	S

Composicion Quimica	Sy (Kpsi)	Sut (Kpsi)	% C
0.18C;0.90Mn;0.04P;0.04S;0.15-0.30Si;0.41-0.64Mo	65	37	23

PARAMETROS INGRESADOS

ESPESOR 19.00

METALES DE AFORTE (QW-404)

Proceso	AWS Clasific.	SFA	F.No	A No
2 SMAW	E6013	5.1 Y 5.5	2	1
	E6010	5.1 Y 5.5	3	1
	E6011	5.1 Y 5.5	3	1
	E7010-A1	5.1 Y 5.5	3	2
	E7018	5.1 Y 5.5	4	2
	E7024	5.1 Y 5.5	1	2

GAS (QW-408)

Gas Protector	Gas	Composicion %	Flujo lt/min

TABLA 21.3 TABLA DE RESULTADOS PARA EJEMPLO 3 (WPS)  
(continuación)

PROCEDIMIENTO ESPECIFICO DE SOLDADURA

WPS 003  
Revision 003

Fecha 12/09/92

Por JORGE MACIAS

Proceso(s): SMAW

PARAMETROS DE SOLDADURA (QW-409)

Proceso	Electrodo		Corriente		Amperaje	Voltaje	Vel Sold. mm/min
	Dia. (mm)	AWS	Tipo	Polaridad			
SMAW	4.00	E6010	DC	Directa	140/175	24/28	MANUAL
		E6013	DC/AC	Indirecta	130/180	18/22	MANUAL
		E7010-A1	DC	Directa	110/140	24/26	MANUAL
		E7018	DC/AC	Directa	140/190	22/24	MANUAL
		E7024	DC/AC	Indirecta	140/200	24/26	MANUAL
SMAW	4.00	E6010	DC	Directa	140/175	24/28	MANUAL
		E6013	DC/AC	Indirecta	130/180	18/22	MANUAL
		E7010-A1	DC	Directa	110/140	24/26	MANUAL
		E7018	DC/AC	Directa	140/190	22/24	MANUAL
		E7024	DC/AC	Indirecta	140/200	24/26	MANUAL

TECNICAS (QW-410)

Proc	Tipo	Espesor Deposit (mm)	Posic. Soldad G	Posic. Soldad F	Electr.	Espac. Elect. (mm)	Str/weav bead	Oscilacion (mm)	Distan. T.Cont. (mm)	Tamaño C.Gas (mm)	Progre- sion
SMAW	Manual	T	TODA	TODA	Simple	N.A.	WEAVE	N.A.	N.A.	N.A.	ASC.

## CAPITULO V

### ANALISIS DE RESULTADOS

En el ejemplo 1, observamos que por la configuración de la aplicación, la preparación de bordes no es necesaria y que los procesos a utilizar, según la tabla 6 para miembros estructurales son el SMAW y el SAW\* (paso simple) tenemos sin embargo que por un espesor de 13 mm. y un diámetro de 1500 mm. de la base de apoyo el proceso a usar es el SAW\* (técnica de alta penetración). Esto se debe a que para un diámetro mayor de 500 mm., la cantidad de soldadura necesaria hace inconveniente usar el SMAW, ya que se requiere una alta razón de deposición. Además como se necesita máxima penetración debido a que no hay acceso por el lado interior de la base se utiliza corriente directa polaridad inversa.

El precalentamiento es opcional y su temperatura es de 79 °C, la que se puede conseguir fácilmente girando el componente y calentando la unión a soldar con una antorcha.

De la tabla de metales base el programa extrae el espesor máximo que no requiere post-calentamiento que es de 16 mm.

, por lo que para un espesor de 13 mm. este no se aplica.

Para el ejemplo 2 el WPS determina que el proceso a usar es el SMAW para un espesor de la placa en T de 13 mm. y un diametro del tanque de 850 mm.

Para el metal base usado, la temperatura de precalentamiento es de 79 °C, temperatura que se puede alcanzar facilmente , pasando una antorcha en la zona a ser soldada.

El máximo espesor que no requiere post-calentamiento es de 38 mm. , por lo que para un espesor de 13 mm. este no se requiere. Del listado de los metales de aporte el electrodo a usar es el EL-12, el cual se suelda con corriente directa polaridad inversa.

En la aplicación 12 correspondiente al ejemplo 3, existe un solo campo, donde el unico parámetro es el espesor, el cual no puede ser mayor de 80 mm.

Esta es una soldadura de filete, donde el único proceso a usar es el SMAW. Del listado de materiales de aporte se puede escoger electrodos que pertenecen tanto a la serie E60XX y E70XX

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- 1.- El programa permite la optimización en el manejo de información, ya que esta se archiva de manera ordenada inicialmente, para la ejecución del programa.
- 2.- Este proyecto indica la forma como se debe proceder en el análisis, el cual está dirigido para definir los detalles que influyen en el rendimiento de las aplicaciones de soldadura, desde el punto de vista técnico y económico en función de la práctica del fabricante en base de:
  - Maquinaria para la preparación de bordes
  - Procesos de soldadura dictaminados
  - Materiales base en el mercado local
  - Metales de aporte disponibles, etc.
- 3.- El programa puede ajustarse para la manufactura de otros tipos de componentes, en donde se realizaría un nuevo análisis para el ingreso de datos a los archivos

## Recomendaciones

- Este trabajo ha sido proyectado para usar aceros al carbono y de baja aleación. Sin embargo una extensión de su uso sería adecuarlo para que trabaje con aceros inoxidable, en donde los datos a cambiar serian: materiales de aporte, condiciones térmicas: (precalentamiento, temperatura de interpasos, tratamientos térmicos, etc) y parámetros de soldadura.
- Se recomienda elaborar un programa grafico adicional para obtener los esquemas de preparaciones de bordes y representaciones de secuencia en base de sus números de código.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ASME : QUALIFICATION FOR WELDING AND BRAZING PROCEDURE , WELDER , BRAZER AND WELDING, AND BRAZING OPERATORS : Section IX: USA- New York 1980.
- 2.- THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY : THE PROCEDURE HANDBOOK OF ARC WELDING : twelfth edition: Cleveland - Ohio; June 1973.
- 3.- ING. V. BETTINI : COMPUTER AIDED PREPARACION OF WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS:Genova -Italia 1986.
- 4.- ASME : BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE AND AMERICAN NATIONAL STANDAR : Section VIII . RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS. Division 2 - Alternative Rules: USA-New York 1980 .
- 5.- WORLDWIDE GUIDE TO EQUIVALENT IRONS AND STEEL : ASM AMERICAN SOCIETY FOR METALS : METALS PARK OHIO 44073, 1979 .
- 6.- ESCUELA DE SOLDADURA : CLUB AGA ; Guayaquil-Ecuador 1991-1992 .

7.- WELDING TECHNOLOGY : THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY  
SECOND EDITION, APPENDIX B; Espol Guayaquil-Ecuador.  
1986.