

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**REPARACIÓN INTEGRAL DE CUCHARON DE 80
TONELADAS DE CAPACIDAD DE PALA ELÉCTRICA
BUCYRUS MODELO 495 BI**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**PRESENTADO POR:
OSCAR GONZALO QUINTANILLA GIBAJA**

PROMOCIÓN 1988-I

LIMA – PERÚ

2006

DEDICATORIA

A mis padres por su constante ejemplo de trabajo y responsabilidad, así como a mi esposa e hija por su invaluable apoyo y compañía.

INDICE

PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	03
1.1 Ubicación y Antecedentes del Proyecto	05
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS DE LAS PALAS ELÉCTRICAS	09
2.1 Descripción Técnica De Las Palas Eléctricas Bucyrus 495BI.	09
2.2 Dimensiones, Rangos de Trabajo y Pesos	12
CAPITULO III: UTILIZACIÓN DE CUCHARONES DE GRAN	
CAPACIDAD EN LAS PALAS ELÉCTRICAS BUCYRUS 495 BI	17
3.1 Descripción General	17
3.1.1 Labio (LIP)	17
3.1.2 Cuerpo Inferior	18
3.1.3 Cuerpo Superior	19
3.1.4 Compuerta	20
3.1.5 Accesorios Complementarios	20
3.1.6 Dimensiones y peso del cucharon	25
3.2 Materiales Empleados en la Fabricación de Cucharones	26
3.2.1 Labio	26
3.2.2 Cuerpo Inferior	26

3.2.3	Cuerpo Superior y Compuerta	27
3.3	Fenómenos de desgaste presentes en los Cucharones	27
3.3.1	Abrasión metal-tierra.	28
3.3.2	Abrasión metal – metal.	28
3.3.3	Alto impacto y moderada abrasión.	29
3.4	Materiales empleados para la Protección Antidesgaste	33
3.4.1	Planchas antiabrasivas tipo 400 BHN y 500 BHN	33
3.4.2	Planchas antiabrasivas bimetálicas de carburo de cromo.	35
3.4.3	Planchas de alta resistencia tipo ASTM A514-B	36
3.4.4	Placas, barras de carburo de tungsteno.	37
3.4.5	Protectores de labio y zonas laterales	38
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LAS REPARACIONES		43
4.1	Tipos de Reparaciones	43
4.1.1	Reparación Parcial	43
4.1.2	Reparación Integral	44
4.2	Selección del Proceso de Soldadura	45
4.2.1	Fundamentos del proceso de soldadura con alambres tubulares.	45
4.2.2	Proceso de soldadura con alambres tubulares autoprottegidos.	46
4.2.3	Proceso de soldadura usando alambres tubulares con protección externa de Gas.	47
4.2.4	Principales características.	47

4.2.5	Materiales base soldables y aplicaciones.	49
4.2.6	Equipamiento Básico.	50
4.2.7	Gases de Protección.	52
4.2.8	Clasificación de los alambres tubulares.	55
4.2.9	Funciones de los elementos que integran el fundente del núcleo.	58
4.2.10	Variables del proceso de soldadura.	60
4.2.11	Selección del proceso de soldadura con alambre tubular en comparación al proceso manual con electrodos	70
4.3		72
		72
		73
4.4		73
4.5		75
4.6		75
		76
		76
4.7		77
		77
		79

CAPÍTULO V: COSTOS DE LA REPARACION	89
5.1 Costos de Acero	89
5.2 Costos de Consumibles (Gases, soldadura, accesorios)	90
5.3 Costos Mano de Obra	93
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	100
PLANOS	

PROLOGO

En el presente Informe por Ingeniería que se presenta a consideración del jurado está basado en los procedimientos de trabajo aprobados por fábrica y aportes propios por la experiencia adquirida en este tipo de reparaciones para la empresa Bucyrus International Perú S.A.

El trabajo que consta de cinco capítulos, presenta la metodología para una óptima reparación de los cucharones de las palas eléctricas Bucyrus que trabajan actualmente en las instalaciones de compañía Minera Antamina (CMA).

En el Capítulo I, se describe el objetivo del presente Informe así como una breve descripción del proceso productivo de la Compañía Minera Antamina S.A.

En el Capítulo II, se realiza una descripción de las palas eléctricas donde se indica las partes constitutivas, pesos, dimensiones y funciones específicas.

En el Capítulo III, se realiza una descripción detallada de los cucharones de las palas eléctricas Bucyrus 495BI donde se indica los materiales empleados

para la fabricación de estos componentes, los fenómenos de desgaste a que están sometidos y los materiales empleados para su protección.

En el Capítulo IV, se indica la metodología de las reparaciones de estos componentes, la selección del proceso de soldadura, el equipo y personal necesario, la norma aplicable y los procesos de reparación en si.

En el Capítulo V, se hace un análisis de costos en la Reparación de estos componentes.

Finalmente se indican las conclusiones, recomendaciones sobre el trabajo realizado así como una serie de planos e información técnica que sirve de referencia al presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país minero por excelencia, como lo demuestran los restos encontrados de trabajos de orfebrería de los antiguos habitantes hechos de diversos metales como el oro, cobre y plata.

Para poder obtener diversos metales en los asientos mineros es necesario mover grandes volúmenes de tierra, para ello se hace necesario en primer orden fragmentar las rocas a través de las voladoras, es en este punto donde realizan su labor las palas que cargan el material fracturado por medio de los cucharones o baldes hacia los camiones de gran capacidad y estos a su vez trasladan su carga a los procesos de chancado donde se afina el tamaño de las rocas, posteriormente se separan los diversos metales en la planta concentradora y de ahí se envían a puerto para su comercialización.

Los trabajos de reparación integral de cucharones de palas eléctricas Bucyrus se han realizado en las instalaciones de la compañía minera Antamina (CMA) y se refiere a la metodología que se aplica para la

reparación por soldadura de los componentes que integran un cucharón o balde (Dipper) así como la selección y fijación de los elementos de protección antidesgaste en el mismo.

Se hace énfasis en el uso de procesos semiautomáticos con alambres tubulares (FLUX CORED ARC WELDING – FCAW) por ser de alta deposición, mayor eficiencia y factor operativo que resultan en menores horas hombre utilizadas (casi un tercio del tiempo empleado si se usara el proceso con electrodos manuales), excelentes propiedades mecánicas y como consecuencia de lo anteriormente señalado menores costos de reparación.

En términos de calidad en soldadura para todo efecto se trabaja en base a Norma AWS (American Welding Society) D14.3 “WELDING SPECIFICATIONS FOR EARTH MOVING AND CONSTRUCTION EQUIPMENT” (especificaciones de soldadura para equipos de movimiento de tierra y construcción).

Este trabajo pretende servir de referencia a aquellas empresas y/o profesionales que estén involucrados en el mantenimiento de equipos de movimiento de tierra en la gran minería.

1.1 UBICACIÓN Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Los trabajos de mantenimiento integral se han realizado en las instalaciones de compañía minera Antamina (CMA).

Compañía minera Antamina es la mayor inversión realizada en la historia de la minería peruana (US\$ \$/2.260 millones de dólares) y se ha constituido en uno de los mayores productores de concentrados de cobre y zinc del país, cuenta a su vez con otros minerales como el molibdeno, plata, plomo y bismuto que son obtenidos de manera secundaria en el proceso de producción.

Este asiento minero esta ubicado en el departamento de Ancash a 270 Km. al noreste de Lima, Distrito de San Marcos, Provincia de Huari a una altitud de 4,300 metros sobre el nivel del mar.

Tanto los trabajos iniciales como la explotación actual demandan un equipamiento de gran volumen:

- 04 palas eléctricas, marca Bucyrus, modelo 495 BI, de 57 yardas cúbicas.
- 43 camiones Cat de 240 toneladas de capacidad, modelo 793C,
- 05 perforadoras eléctricas Bucyrus, modelo 49 RIII,
- 02 cargadores frontales cat modelo 994 y equipos auxiliares.

La función fundamental de las palas es el movimiento de mineral y es a través de cucharones que se carga el mineral a la tolva de los camiones.

La mina produce concentrados en la modalidad de tajo abierto (open pit) y para su extracción y comercialización cuenta con las siguientes unidades operativas:

1. El tajo abierto (mina)
2. Planta concentradora
3. Presa de relaves
4. Mineroducto
5. Puerto Punta Lobitos (Huarney)

El depósito mineral es de cobre-zinc-plata-molibdeno y bismuto mas grande del mundo, en el año 2,000 se calculó 559 millones de reservas con una Ley de 1.23% de cobre, 1,03% de zinc, 11.37 Gr/ton de plata y 0,029% de Molibdeno.

La producción promedio diaria es de 300,000 toneladas de material y opera las 24 horas del día, los 365 días del año.

Las operaciones se iniciaron en 1,999, el tajo tiene una longitud de 2.3 km, 1.2 km de ancho y una profundidad de 560 metros.

La explotación se inicia con la perforación del terreno, minado, voladura (3 veces por semana) luego se realiza la actividad de carguío, el material se transporta por una faja de 2.6 Km. de longitud hacia las chancadoras primarias y secundarias, posteriormente se dirigen a la planta concentradora, produce concentrados de zinc, cobre , molibdeno y plomo, los concentrados de molibdeno y plomo-bismuto son filtrados y embolsados para transportarlos en camiones desde la concentradora en mina hasta el puerto del Callao para su comercialización.

Este megaproyecto determinó un aumento del 0.8% del PBI Nacional y 30% en la producción Minera Peruana (2,002). Es la tercera mina del mundo y la primera explotación combinada de cobre, zinc a nivel mundial.

En el plano siguiente se puede apreciar la ubicación del proyecto.

PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINERA ANTAMINA



CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS DE LAS PALAS ELÉCTRICAS

2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS PALAS ELÉCTRICAS BUCYRUS 495BI

En general una pala eléctrica es un equipo que mueve un gran volumen de mineral, una vez realizada la voladura en un punto determinado del tajo abierto, el material removido es cargado por el cucharón de la pala y depositado en la tolva del camión de acarreo de mineral.

Las partes constitutivas principales de este tipo de palas son:

1. Sistema de orugas para avance recto y lateral por medio de motores eléctricos y transmisiones (propel), las orugas están constituidas por ruedas motrices (sprocket), ruedas guías y zapatas.

2. Cuerpo principal y tornamesa, donde se ubica la sala de máquinas en la cual encontramos las transmisiones y motores para el giro (swing), centro de control de motores, equipos de

control IGBT siemnes, motor, transmisión y tambor de arrollamiento de cable de izaje (hoist), motor, transmisión y tambor de arrollamiento de cable de empuje (crowd), cabina del operador desde donde se realizan todas las maniobras de la pala.

Se tiene además, el sistema de suspensión de la pluma, la pluma propiamente dicha (boom) que tiene dos poleas en el extremo superior con doble canal por donde se posicionan los cables de izaje, estos a su vez están conectados al cucharón por medio de 2 pines (pin link) a través de 2 orejas delanteras y es de esta forma como se realiza la maniobra de izar o bajar el cucharón.

Tenemos el transformador principal de potencia, sistema enrolla cable, mango de empuje acoplado por medio de pines al cucharón en el techo del mismo, el cucharón propiamente dicho, entre otros mecanismos auxiliares como la sala de lubricación y sistema contraincendios.

Estas partes constitutivas las podemos apreciar en los esquemas 1 y 2 y foto adjuntas.



495BI

SHOVEL SPECIFICATIONS



2.2 DIMENSIONES, RANGOS DE TRABAJO Y PESOS

Capacidad nominal del cucharon	:	55 yd ³ (32.0 m ³)
Longitud de la pluma	:	64 pies (19.51 m)
Longitud del mango de cucharon	:	47 pies (14.33 m)
Angulo de pluma	:	43°
A altura de carga nominal	:	31.33 pies (9.54 m)
A1 altura de carga a máximo radio (B1)	:	25.33 pies (7.70 m)
B radio de carga a máxima altura (A)	:	66.08 pies (20.15 m)
B1 radio de carga máximo	:	66.75 pies (16.84 m)
D altura de corte máxima	:	55.25 pies (23.83 m)
E radio de corte máximo	:	78.17 pies (23.83 m)
G radio a nivel del piso	:	78.17 pies (23.83 m)
H profundidad de excavación máximo debajo del nivel del piso.	:	10.5 pies (3.20 m)
I altura libre desde borde superior de poleas respecto al piso	:	63.92 pies (19.48 m)
J radio libre desde borde lateral de poleas:	62.5 pies (19.05 m)	
K radio libre de cuerpo principal posterior	:	29.58 pies (9.02 m)
L luz debajo de cuerpo principal respecto a tierra	:	11.33 pies (3.54 m)
M altura libre del borde superior de la cabina del operador respecto al piso	:	33.92 pies (10.35 m)
M1 altura de portacables de suspensión	:	43.67 pies (13.31 m)

M2	altura libre del techo de sala de Máquinas	: 36.17 pies (9.8 m)
N	altura del pies de pluma encima del nivel del piso	: 16.0 pies (4.88 m)
P	distancia del pie de pluma hacia el centro de giro	: 11.58 pies (3.53 m)
S	ancho total	: 42.67 pies (13.01 m)
S2	ancho de la plataforma de la sala de Máquinas hacia el centro de la máquina:	24.17 pies (7.37 m)
T	luz del punto más bajo del chasis	: 22 pulg. (0.57 m)
U	Nivel de la vista del operador	: 28.33 pies (8.64 m)

PESOS

Peso de trabajo con cucharon incluido y

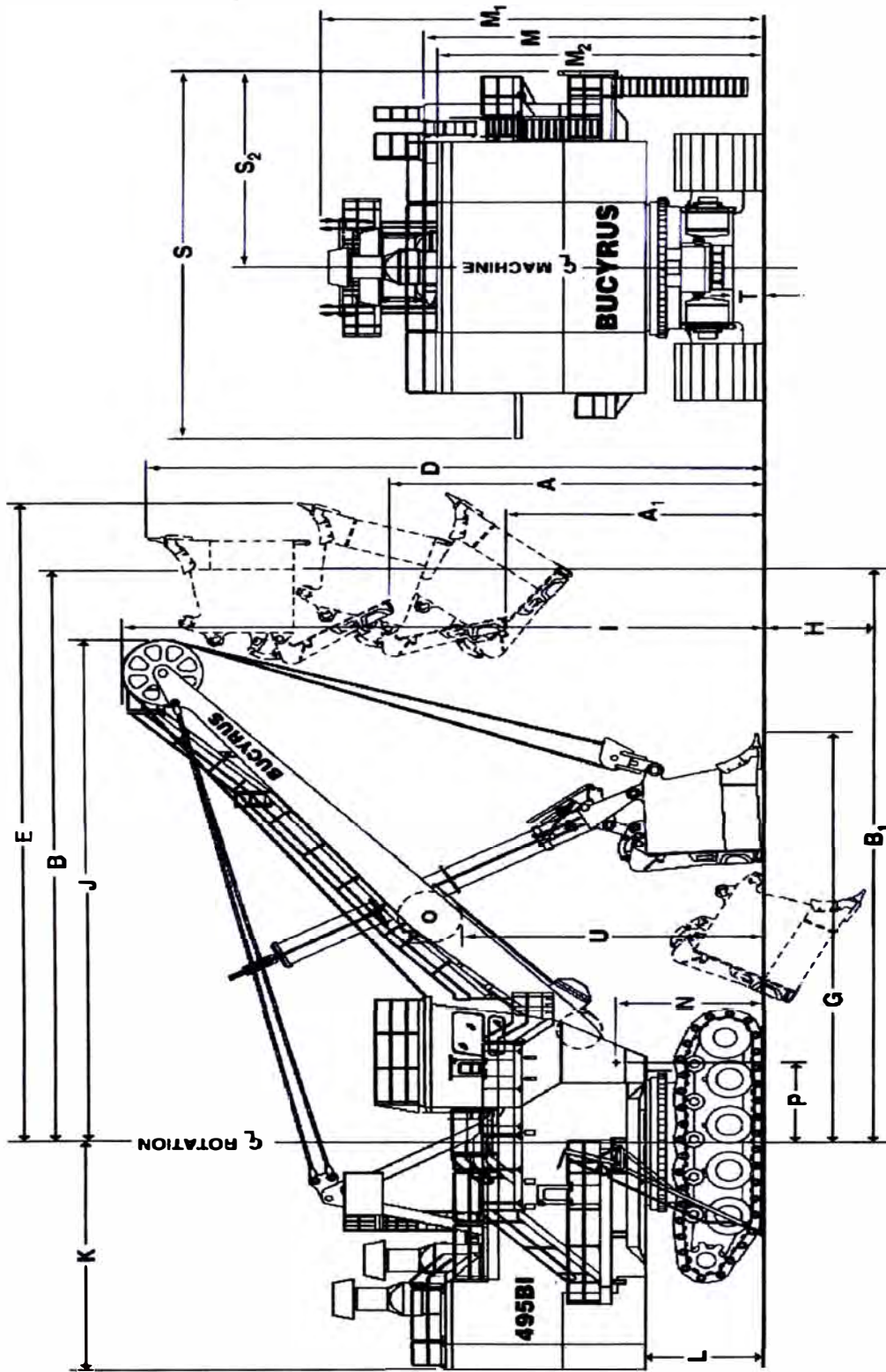
Cables : 1,113.8 Ton.

Peso neto sin ballast ni cucharon : 777.9 ton.

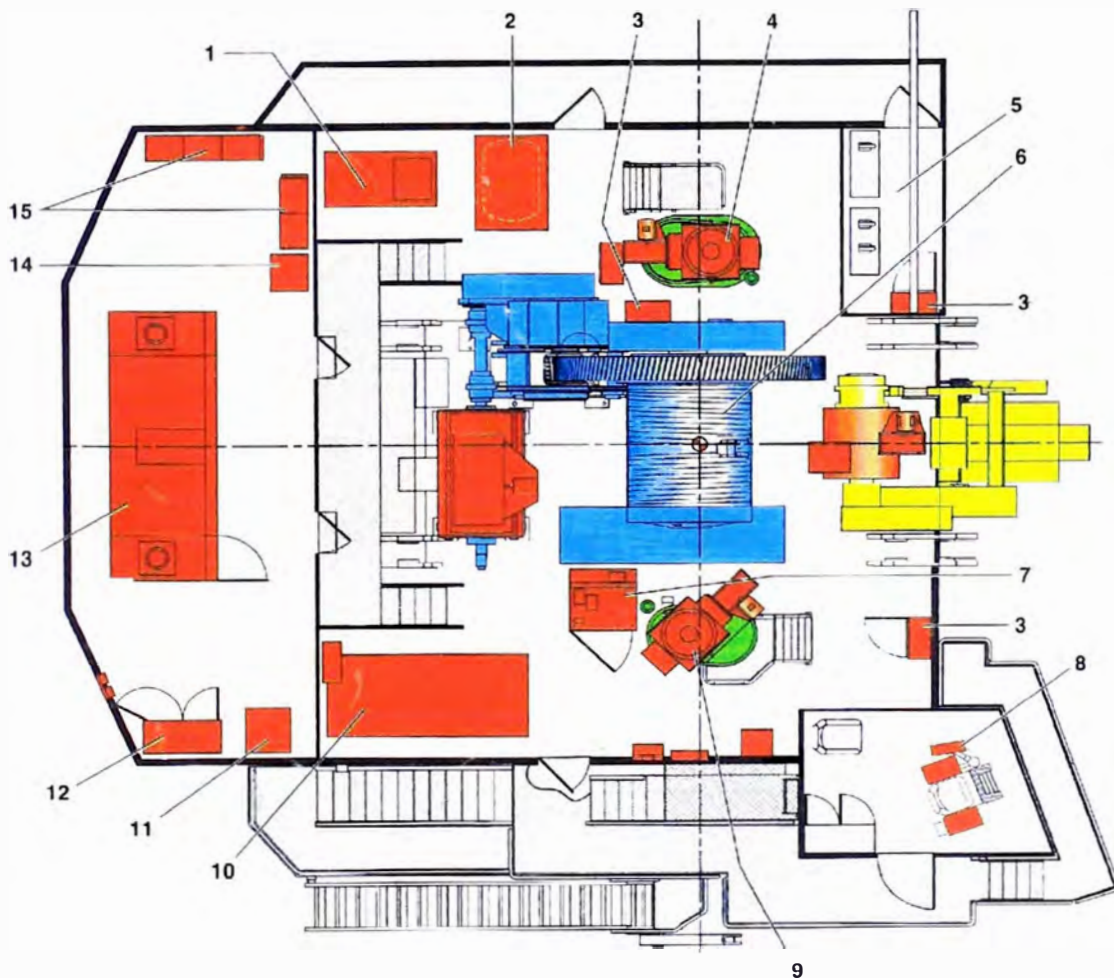
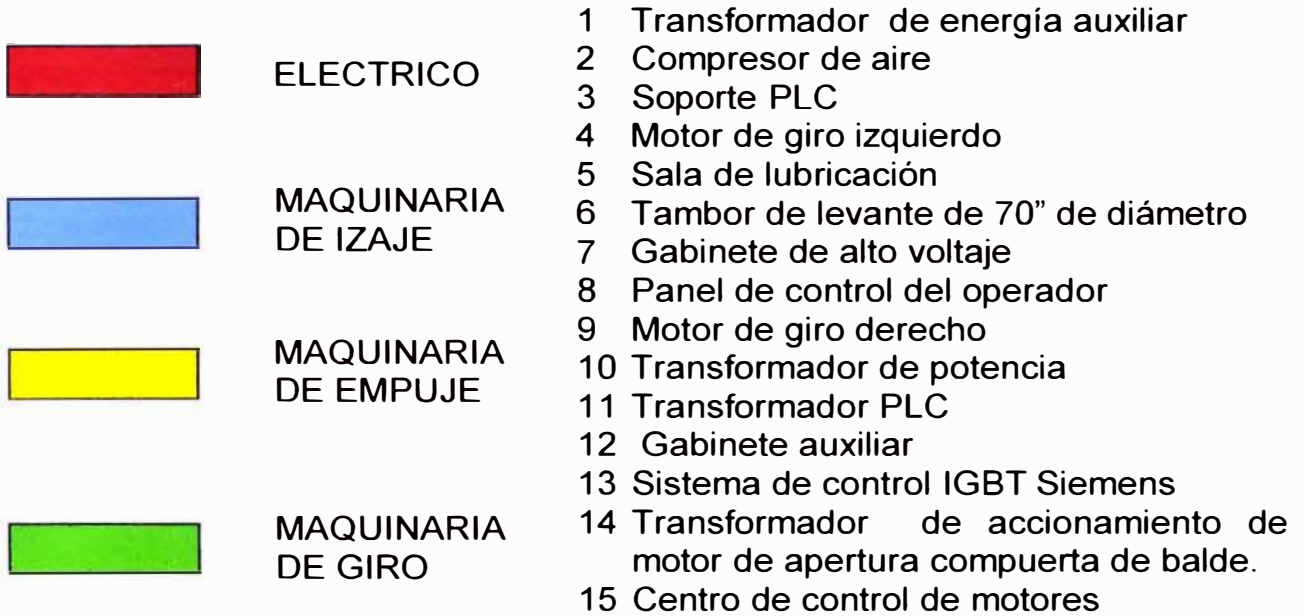
Peso del cucharon sin planchas de desgaste : 61.2 ton

Contrapeso : 275.7 ton

ESQUEMA 1: DIMENSIONES PRINCIPALES



ESQUEMA 2: SALA DE MAQUINAS



SISTEMA ELÉCTRICO

Requerimiento de Energía

Voltaje

: 3 fases, 50/60 Hz

7,200 voltios

Demanda promedio en 15 minutos

: 820-1,148 Kw

Pico de energía

: 3,280 Kw

Transformador

: 250 kva

7,200 V primario

480 V secundario

Transformador auxiliar (luz)

: 25 kva/480v/120/240v

CAPITULO III

UTILIZACIÓN DE CUCHARONES DE GRAN CAPACIDAD EN LAS PALAS ELÉCTRICAS BUCYRUS 495 BI

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El cucharón o balde de las palas eléctricas Bucyrus modelo 495 BI consta de las siguientes partes:

- Labio
- Cuerpo inferior
- Cuerpo superior
- Compuerta
- Accesorios complementarios

3.1.1 Labio (LIP)

Este es de fundición de acero del tipo cromo-níquel-molibdeno, con tratamiento térmico.

El espesor promedio es de 3 pulgadas, en la zona horizontal plana consta de agujeros de medidas determinadas donde se

instalan con sujeción mecánica los adaptadores y entredientes y en la parte lateral los protectores laterales.

El labio es la zona crítica a través del cual por intermedio de los dientes y entredientes se penetra en el talud de mineral y se carga el cucharón.

El labio consta de 9 dientes y 8 entredientes, 2 protectores laterales superiores y 2 protectores laterales inferiores, en otras marcas como P&H el material del labio es de manganeso no magnético.

3.1.2 Cuerpo inferior

Se une con soldadura al labio, este es de fundición de acero según norma ASTM, según composición química de la tabla 1, en la parte posterior y a media altura se dispone de dos cajones fabricados en acero estructural A514 grado B y soldados al cuerpo inferior, en ellos se insertan gomas que amortiguan el impacto de la compuerta cuando se descarga el mineral del cucharón y se inicia un nuevo ciclo de carga.

En la parte posterior inferior central se tiene un talón con un agujero de medidas determinadas que sirve como candado o seguro del pestillo o barreton que va inserto en la compuerta,

este mecanismo evita la apertura de la compuerta cuando el cucharón está cargado, cuando el operador necesita descargar a una tolva acciona un motor eléctrico conectado por medio de un cable a la espada y esta a su vez acciona al barreton, el talón tiene un espesor de 6 pulgadas (15 cm), el espesor promedio del cuerpo inferior es de 2 ¾" (68 mm), en ella se produce un alto desgaste por abrasión y se generan problemas de fisuras por los altos esfuerzos generados en zonas aledañas.

3.1.3 Cuerpo Superior

Está fabricado en acero estructural según norma ASTM A514- grado B según la siguiente composición química:

C	MN	P	CR	NI	MO	S	CU	CB	TI	V
0.12	0.70	0.035	0.40	-	0.15	0.04	-	-	0.01	0.03
0.21	1.00		0.65		0.25					

En esta zona encontramos dos orejas ubicadas en la parte frontal y van soldadas al cuerpo, estas se usan para el izaje del cucharón a través de pines, en la parte superior exterior encontramos una serie de orejas que se utilizan para el acoplamiento del mango a través de pines, así mismo el sistema mecánico de amortiguación de compuerta (snubber) y

las respectivas orejas donde se insertan los brazos de la compuerta y se aseguran a través de pines.

El espesor promedio está en el orden de $1 \frac{3}{4}$ " a $1 \frac{1}{2}$ ".

3.1.4 Compuerta

Está fabricado en acero estructural ASTM A514-B, el cuerpo principal tiene un espesor de $1 \frac{1}{4}$ " (31 mm), los brazos son de tipo cajón con alas de $\frac{3}{4}$ " y almas de $\frac{5}{8}$ ", es en la compuerta donde se produce el mayor desgaste por impacto.

La compuerta se cierra cuando se ha completado la carga del cucharón y se evita así la pérdida de mineral, cuando se requiere descargar el mineral a una tolva se abre la compuerta a través de un mecanismo pestillo – espada accionada por un cable que es controlado por un motor eléctrico.

3.1.5 Accesorios Complementarios

Dentro de los accesorios complementarios tenemos el mecanismo barreton espada usado para la apertura y cierre de la compuerta, el barreton debe encajar dentro del agujero del talón entre $\frac{3}{4}$ " a 1" (19 a 23 mm), un encaje debajo de este valor resulta en apertura de la compuerta en trabajo y encajes superiores dificultarán la abertura de la misma. Para obtener

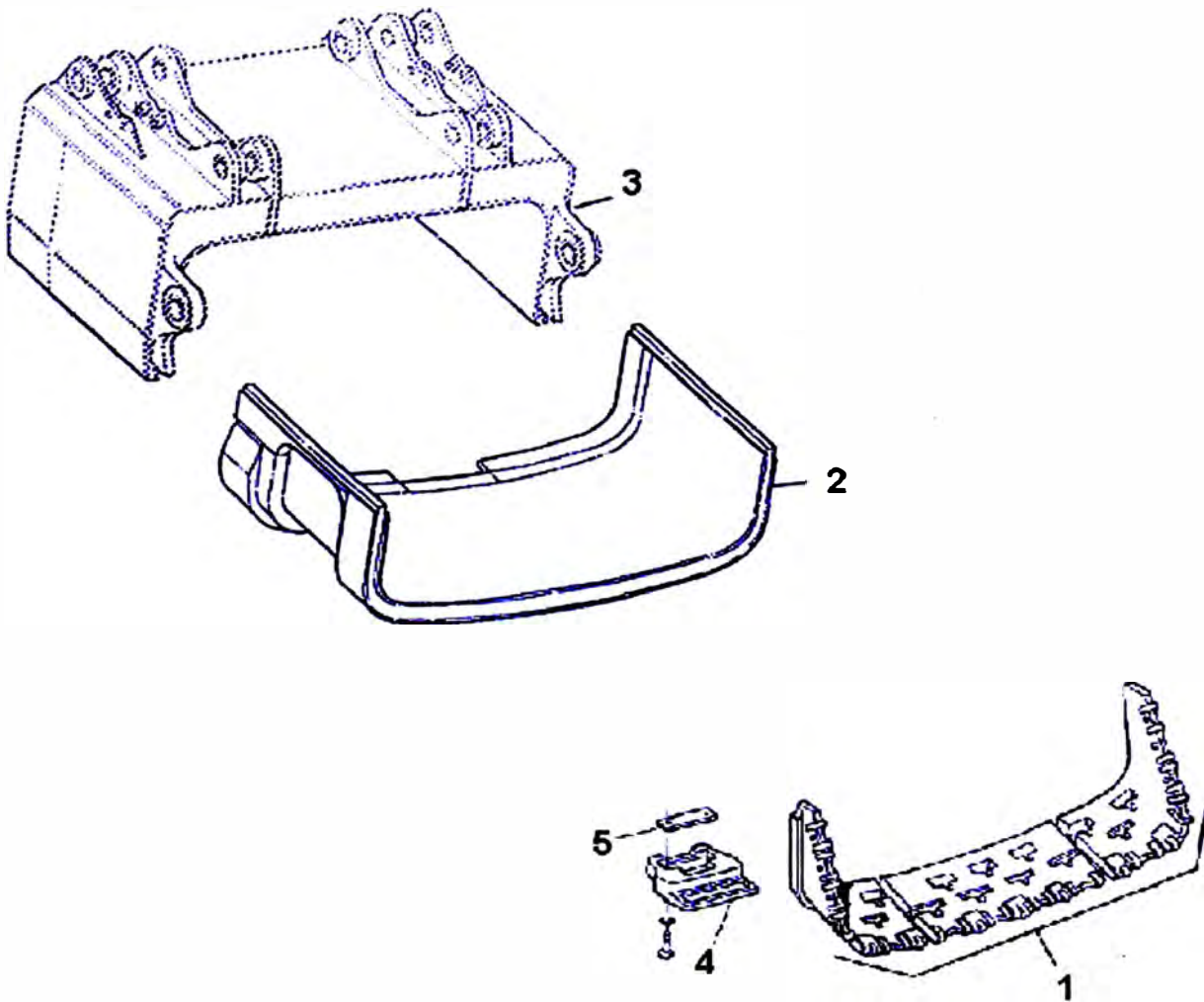
siempre un trabajo adecuado es muy importante que se mantenga en escuadra el barreton.

Tenemos también el sistema de amortiguación de compuerta constituido por discos de fricción, resorte, tornillo y tuerca de ajuste, cuando se requiera aumentar la fuerza de amortiguación se aprieta el tornillo y cuando se desea disminuir la fuerza simplemente se afloja la tuerca, los elementos que se gastan son los discos y su duración es variable dependiendo del tipo de trabajo del cucharón pero en promedio van de 4 a 6 meses.

Cuando el espesor del disco está en 1/8" se debe cambiar con otro del mismo espesor del disco original.

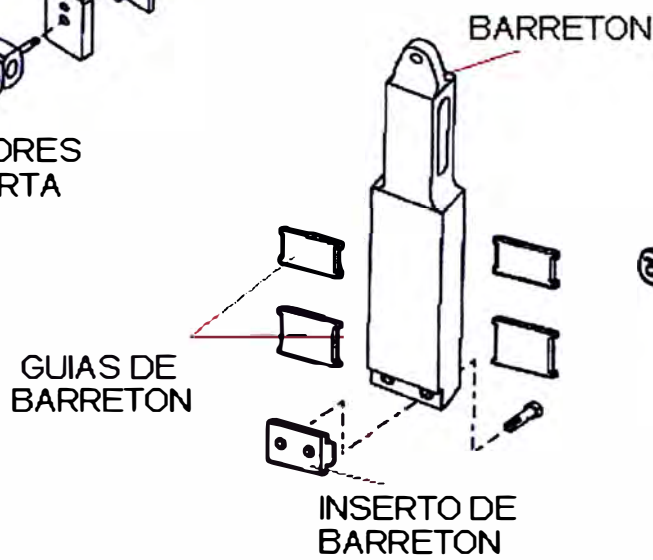
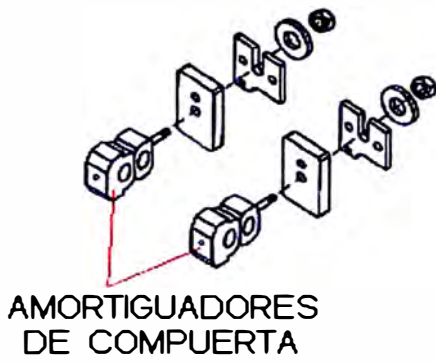
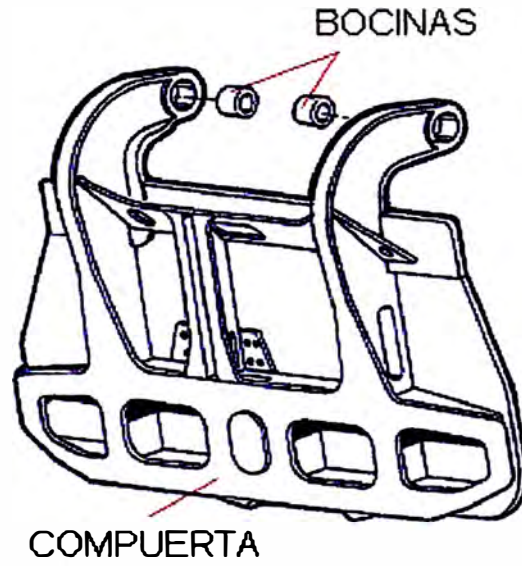
Para contribuir a disminuir el impacto de la compuerta sobre el cucharón se tiene además dos gomas situadas a ambos lados de la parte posterior del cucharón, estas deben sobresalir del nivel del cucharón en la parte posterior de $\frac{3}{4}$ a 1" (19 a 25 mm) de lo contrario se tendrán problemas de rajaduras en los brazos de la compuerta.

ESQUEMA MOSTRANDO LAS PARTES DEL CUCHARON

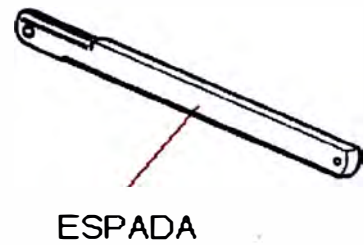


ITEM	DESCRIPCION
1	LABIO
2	CUERPO INFERIOR
3	CUERPO SUPERIOR
4	CERROJO DE BARRETON
5	BARRA DE INSERTO

ESQUEMA DE COMPUERTA



AMORTIGUADOR DE ESPADA



FOTOS MOSTRANDO ENSAMBLE DE COMPUERTA Y BALDE

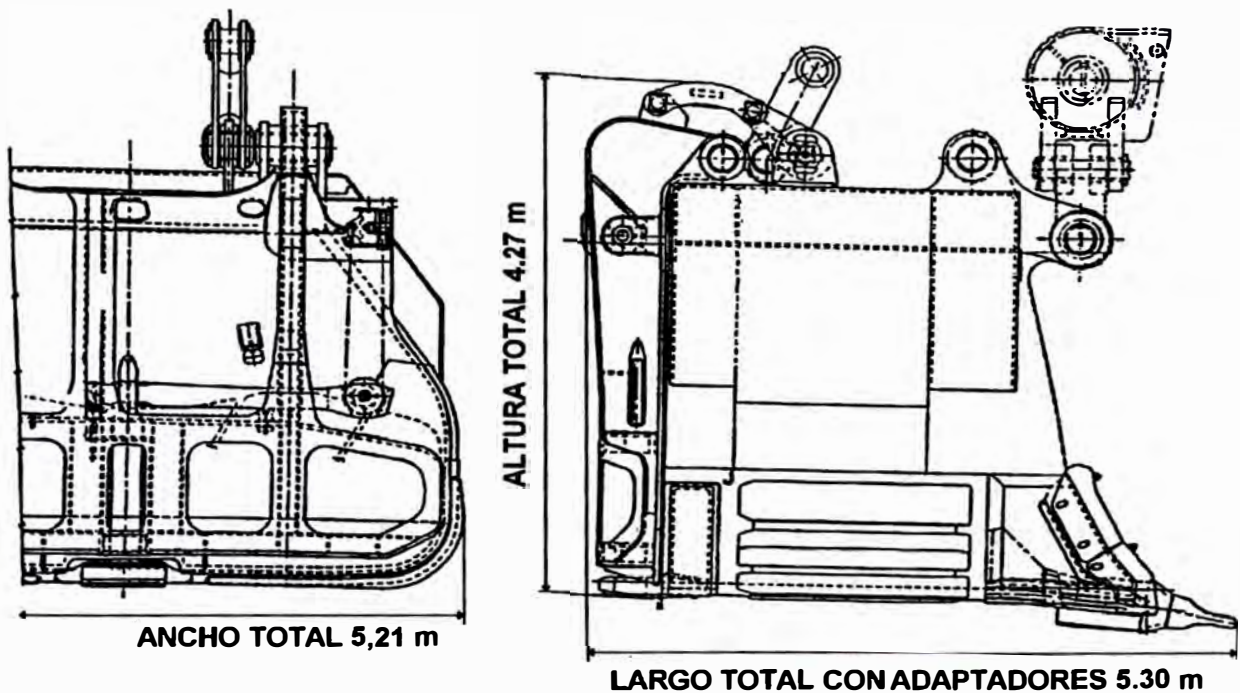


3.1.6 Dimensiones y peso del cucharón

Estas son:

- Largo total sin incluir adaptadores : 4,45 m
- Largo total incluyendo adaptadores : 5.30 m
- Ancho total : 5.21 m
- Altura total con compuerta : 4.27 m
- Peso total sin elementos de desgaste : 45 ton aprox.
- Peso total con elementos de desgaste: 60 ton aprox.
- Carga nominal : 80 ton. aprox.
- Peso total incluyendo carga : 140 ton. aprox.

Dimensiones principales del Cucharón



3.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE CUCHARONES

Debido al desgaste producido por efecto del trabajo en mina con distintos materiales que generan fenómenos de desgaste por abrasión, impacto y corrosión así como los altos esfuerzos mecánicos a que están sometidos los componentes estructurales de las palas, se deben seleccionar materiales adecuados que resistan estas condiciones severas de servicio.

3.2.1 Labio

Dependiendo del fabricante se tienen labios de acero al manganeso (P & H, esco) y acero fundido tratado térmicamente (Bucyrus, esco).

Los aceros al manganeso no son magnéticos, los aceros fundidos si son magnéticos, una manera sencilla de reconocer esta propiedad es usando un imán, verificado el tipo de material se puede establecer el procedimiento de soldadura adecuado para la reparación y/o unión de los mismos.

3.2.2 Cuerpo inferior

En general se fabrican de acero fundido y va unido con soldadura al labio y cuerpo superior, solamente el talón que va

soldado al cuerpo inferior puede ser de acero al manganeso (P & H) así como la zona lateral aledaña al talón.

3.2.3 Cuerpo superior y cubierta

Debido a los altos esfuerzos que están sometidos los componentes se emplean aceros de muy alta resistencia como el tipo A514 grado B que es un acero templado y revenido cuya composición química y propiedades se muestran a continuación.

C	MN	P	S	SI	CR	MO	V	T1	B
0.12	0.70	0.035	0.04	0.20	0.40	0.15	0.03	0.01	0.0005
0.21	1.00			0.35	0.65	0.25	0.08	0.03	0.005

Esfuerzo de Tracción Mínimo		Esfuerzo de Fluencia Mínimo	
100-130 (KSI)	689-896 (MPA)	90-100 (KSI)	620-689 (MPA)

3.3 FENÓMENOS DE DESGASTE PRESENTES EN LOS CUCCHARONES

Para poder seleccionar adecuadamente los materiales de protección antidesgaste en los cucharones debemos primero identificar plenamente el tipo de desgaste a que esta sometida determinada parte del mismo.

3.3.1 Abrasión metal – tierra

Cuando el flujo de mineral genera desgaste en un metal es decir una pérdida de peso estamos frente a un problema de abrasión, si las partículas de mineral son finas el desgaste será más pronunciado.

Las zonas expuestas en estos cucharones a estos tipos de desgaste son:

- El labio, los dientes, los entredientes, el piso en su parte central, paredes laterales interiores y exteriores, talón del cucharón (latch keeper) así como la parte curva posterior (heel band) y su prolongación recta.

En cuanto a la compuerta podemos mencionar la zona inferior interna y externa.

3.3.2 Abrasión metal – metal

Cuando dos piezas metálicas friccionan entre sí se produce un desgaste mutuo cuyo nivel dependerá de la dureza de cada componente es decir el componente con menor dureza tendrá un desgaste mayor.

En estos cucharones las zonas expuestas a este tipo de desgastes son:

El mecanismo barreton – espada, el mecanismo barreton – talon, así como el que se presenta entre pines y bocinas y cables de suspensión y poleas.

3.3.3 Alto impacto y moderada abrasión

Cuando un objeto determinado (mineral, metal) impacta a otro metálico se produce una deformación que puede ser permanente (excede el límite elástico) así como un desprendimiento de material por dicha acción.

En el caso del cucharón la zona del alto impacto es el cuerpo central de la compuerta así como la parte posterior del cucharón cuando es impactada por la compuerta, este desgaste se incrementa cuando no se regulan los amortiguadores de compuerta con la luz adecuada.

En las siguientes fotos se aprecian los tres tipos de desgaste.

FOTOS DE DESGASTE ABRASIVO METAL TIERRA

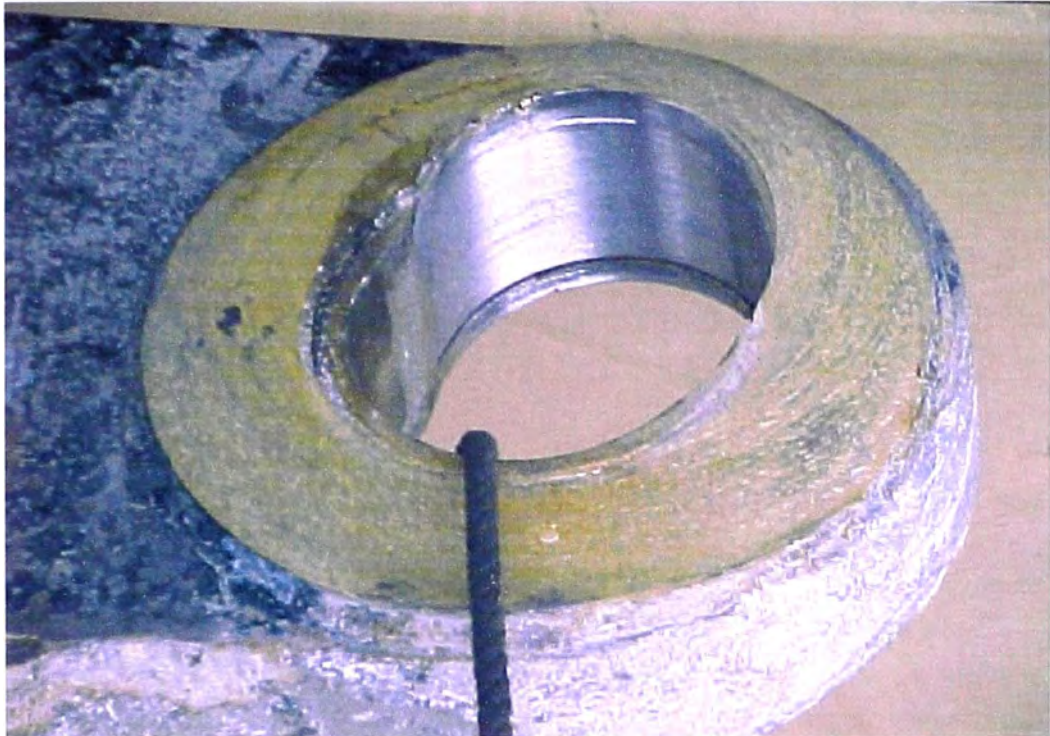


DESGASTE EN ADAPTADORES ENTREDIENTES ASI MISMO EN COMPUERTA Y PAREDES LATERALES

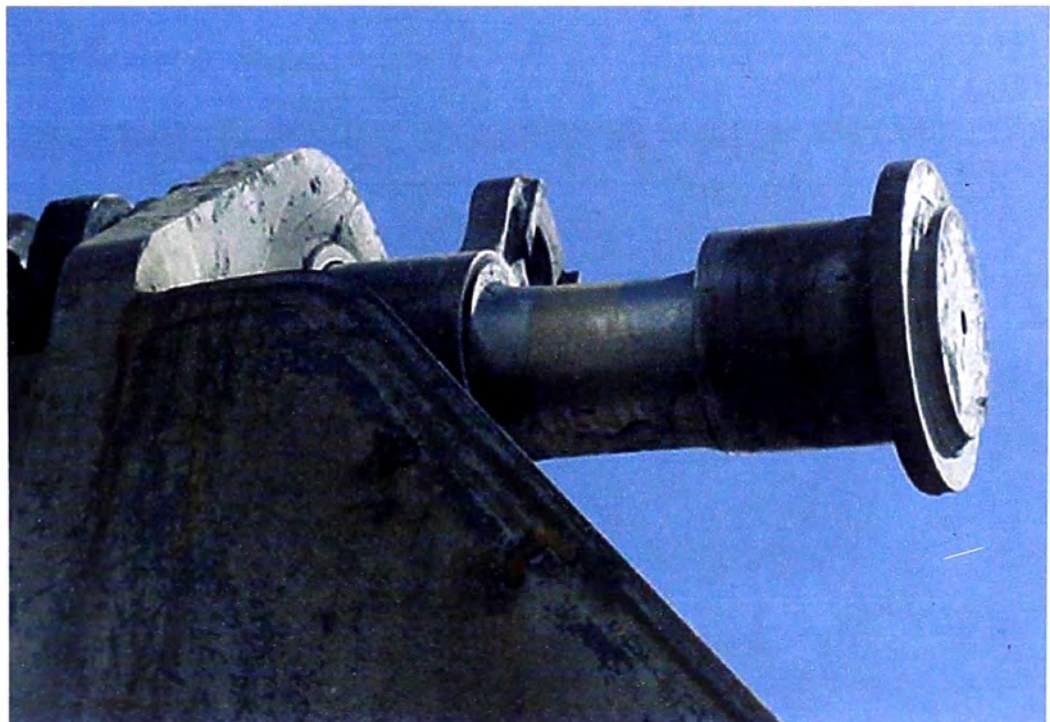


DESGASTE EN LA BASE DEL CUCHARON

FOTOS DE DESGASTE METAL METAL



ALOJAMIENTO DE BOCINAS



PINES DE BOCINAS

FOTOS DE DESGASTE POR IMPACTO



COMPUERTA



ZONAS LATERALES DEL CUCHARON

3.4 MATERIALES EMPLEADOS PARA LA PROTECCIÓN ANTIDESGASTE

Una vez identificado el tipo de desgaste procedemos a seleccionar el material de protección adecuado, ello dependerá básicamente de la relación costo beneficio es decir no necesariamente un material barato nos dará la mejor relación costo beneficio, sino aquel material que nos dure mas y genere menos paradas en los equipos y por consiguiente una mayor disponibilidad de los mismos y ahorro de horas hombre y hora máquina.

Dentro de los distintos materiales antidesgaste tenemos:

3.4.1 Planchas antiabrasivas tipo 400 y 500 BHN

Hasta hace algunos años solo se disponían de planchas de hasta 300 BHN (brinell) conteniendo elementos de aleación como el boro (B), titanio (Ti), nitrógeno (N) entre otros y laminadas pero el continuo avance y las necesidades de materiales con mayor nivel de dureza hizo que se desarrollen planchas de 400 y 500 brinell que aparte de contar con elementos de aleación son sometidos a tratamiento térmico para mantener un nivel de dureza estable y mejorar la soldabilidad, en los siguientes cuadros tenemos la composición química y sus respectivas propiedades mecánicas.

Composición química de planchas tipo 400 BHN (%)

ESP (MM)	C	SI	MN	P	S	CR	TI	B	C EQ
19	0.21	0.34	1.56	0.025	0.004	0.23	0.008	0.002	0.53
40	0.21	0.36	1.52	0.020	0.001	0.17	0.007	0.001	0.51

Donde C EQ = C + MN/6 + SI/24 + CR/5 + MO/4 + V/15

Resultados de ensayo de tracción e impacto planchas 400 BHN

Espesor (mm)	Dirección	Punto de fluencia N/mm ²	Esfuerzo de tracción N/mm ²	Elongación %	Energía Absorbida A 0°C (J)
19	Laminado	1,179	1,361	19.2	48
19	Transversal	1,163	1,316	19.8	40
40	Laminado	1,039	1,329	16.6	34
40	Transversal	1,042	1,319	14.4	33

* La energía absorbida se refiere al test de impacto Charpy

Composición Química de planchas tipo 500 BHN (%)

ESP (mm)	C	SI	MN	P	S	CR	TI	B	C EQ
19	0.32	0.23	1.07	0.005	0.002	0.49	0.010	0.0015	0.61
40	0.32	0.21	1.11	0.020	0.007	0.50	0.010	0.0010	0.61

Resultado del ensayo de tracción e impacto en planchas 500 BHN.

Espesor (mm)	Dirección	Punto de fluencia N/mm ²	Esfuerzo de tracción N/mm ²	Elongación %	Energía Absorbida A 0°C (J)
19	Laminado	1.298	1.491	18.3	30
19	Transversal	1.297	1.449	17.7	26
40	Laminado	1.290	1.526	11.9	17
40	Transversal	1.309	1.500	11.40	16

Las zonas que normalmente se protegen con estas planchas son: plancha base de la compuerta donde se emplean planchas de ¾", pared lateral interior y exterior (¾) y como refuerzo de parte externa de la compuerta, base del cucharón, talón (latch keeper), zona lateral posterior entre otras zonas, empleándose barras y platinas de un espesor de hasta 2".

3.4.2 Planchas Antiabrasivas Bimetálicas de Carburo de Cromo.

Consiste en una plancha base de acero estructural que sirve como matriz para la aplicación de soldadura en forma automatizada de carburos de cromo, generalmente se emplean alambres tubulares sin gas y para minimizar las distorsiones la base se encuentra sumergida en agua.

La dureza promedio es de 62 RC (Rockwel C) y tiene muy buenas propiedades de resistencia a la abrasión metal – tierra por consiguiente da excelentes resultados de durabilidad en

comparación a las planchas antiabrasivas de 400 y 500 BHN aunque su costo sea de 3 a 4 veces mayor.

La composición química de estas planchas se muestra a continuación:

C	MN	CR	Fe y otros
De 4% a 5%	De 2% a 3%	De 38% a 42%	RESTO

Las zonas que normalmente se protegen con este tipo de planchas son:

- El piso y zona lateral interior del cucharón, actualmente estas planchas se usan de manera estándar en unidades de producción de la gran minería tales como Southern Perú y Antamina.

3.4.3 Planchas de alta resistencia tipo ASTM A514-B

Por sus excelentes propiedades mecánicas como resistencia a la tracción, fluencia y sobre todo al impacto se recomienda para la fabricación y reparación de componentes estructurales con altas sollicitaciones mecánicas y sometidos a alto impacto.

Normalmente se emplean como plancha base de compuerta, brazos, orejas de izaje y otros componentes estructurales.

3.4.4 Placas, barras de carburo de Tungsteno

Consiste en una matriz de acero endurecido al aire en el cual se mezclan con gránulos de carburos de tungsteno en un proceso de fusión patentada.

Debido a que el tipo y espesor del acero matriz y la cantidad de carburos de tungsteno en un compuesto varían, la dureza de estos materiales no pueden ser medidos de una manera semejante a los materiales antidesgaste convencionales, sin embargo, aquí se presentan el rango de dureza de los ingredientes del compuesto:

- Carburos de Tungsteno : 86 – 91 HRA
- Acero matriz (mezclado con los carburos) : 52 – 58 HRC
- Acero base : 38 – 50 HRC

Donde HRA es dureza en unidades Rockwel A y HRC es la dureza en unidades Rockwel C.

El acero base es del tipo CR – NI – MO endurecido al aire, estas piezas fundidas no pueden ser tratadas térmicamente debido a la diferencia en la expansión térmica entre el acero base y los carburos de Tungsteno.

La composición química del acero base es la siguiente:

%C	%MN	%SI	%AL	%CR	%NI	%MO	%Fe y otros
0.28- 0.35	1.5-2.0	1.3-1.7	0.08- 0.15	0.80 – 1.2	1.0 – 2.0	0.20 – 0.30	RESTO

Se aplican principalmente en zonas de alto desgaste abrasivo tales como la zona intermedia entre la nariz del labio y las planchas bimetálicas que van en el piso, la parte lateral exterior del cucharón, la base del latch keeper, sobre los dientes que van montados sobre los adaptadores, etc.

3.4.5 Protectores de labio y zonas laterales

Siendo el labio del cucharón el componente a través del cual se penetra en el talud de mineral durante el proceso de carga se debe contar con elementos de adecuada consistencia que puedan resistir los ciclos de carga y por consiguiente mantener a este componente en adecuadas condiciones de servicio.

Dentro de los protectores de labio tenemos:

1. Adaptadores y entredientes

En este tipo de cucharones los adaptadores (adapters) y entredientes (schrouds) protegen la parte anterior y posterior

del labio en su parte horizontal la sujeción al mismo se hace de manera mecánica por medio de cuñas y grampas.

Estos protectores pueden ser de dos tipos:

Fundidos tal como los productos esco y forjados como los productos H & L.

En nuestro medio está mas difundido el uso de protectores fundidos.

Sobre los adaptadores van montados las puntas ó úñas por medio de pines y seguros, estas puntas tienen la posibilidad de ser rotadas para tener un desgaste mas parejo en los mismos, este cambio se decide por simple inspección visual de rutina.

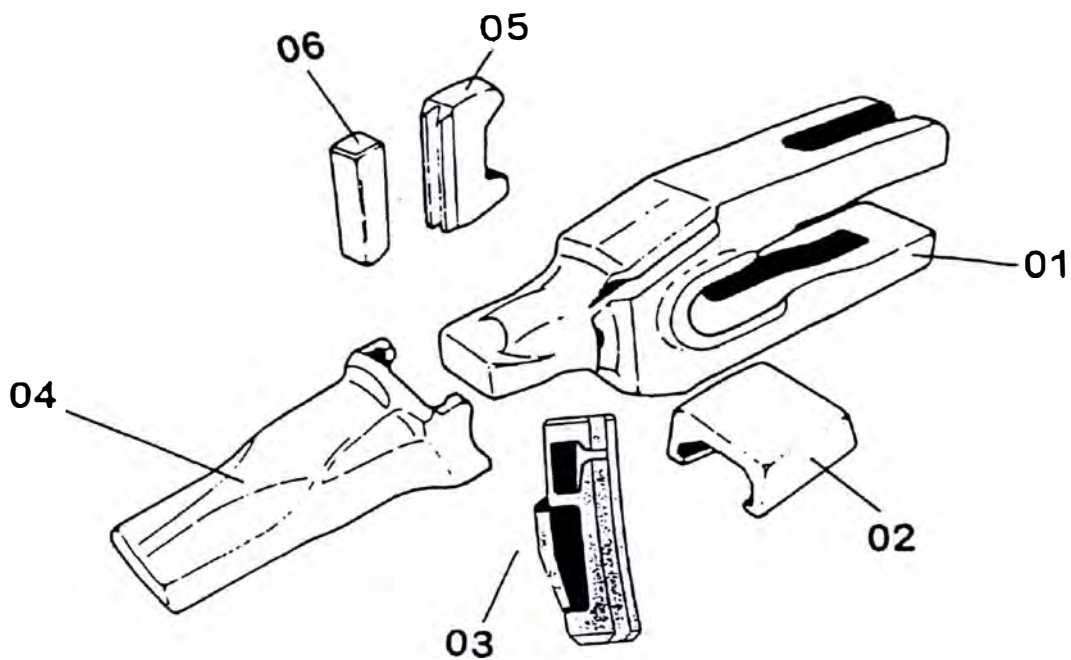
En el caso del cucharon Bucyrus se tienen 9 puntas y 8 entredientes y su numeración se hace de izquierda a derecha desde la ubicación del operador de la pala.

2. Protectores laterales

Tienen por función proteger la parte lateral del labio tanto izquierdo como derecho, van montados cuatro por lado (superior e inferior) y así como los adaptadores su sujeción es mecánica.

ESQUEMA ADAPTADORES Y PUNTAS PROTECTORAS DE LABIO

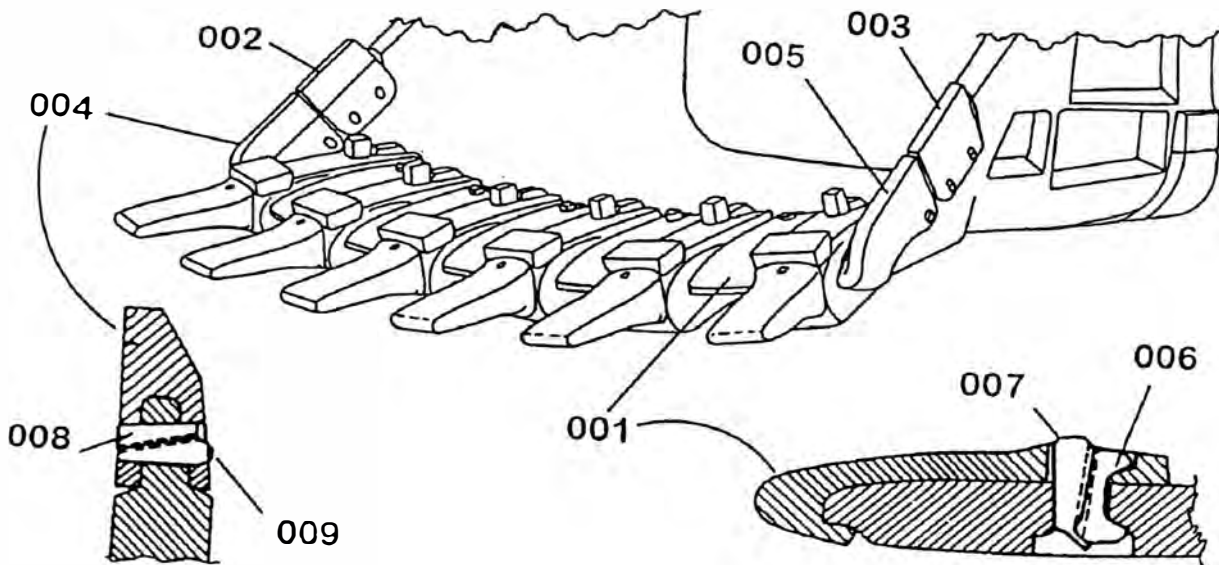
ALUMBRERA – BUCYRUS 495BI



ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD
01	ADAPTADOR SUPER V	09
02	PLACA DE PROTECCION DE ADAPTADOR	09
03	PASADOR	09
04	PUNTA	09
05	GRAMPA "C" RATCHALOK	09
06	CUÑA RATCHALOK	09

ESQUEMA DE PROTECTORES LATERALES Y ENTREDIENTES

ALUMBRERA – BUCYRUS 495BI



ITEM	DENOMINACION	CANTIDAD
01	PROTECTOR CENTRAL	08
02	PROTECTOR SUPERIOR DERECHO	01
03	PROTECTOR SUPERIOR IZQUIERDO	01
04	PROTECTOR INFERIOR DERECHO	01
05	PROTECTOR INFERIOR IZQUIERDO	01
06	GRAMPA C PROTECTOR CENTRAL	08
07	CUÑA PROTECTORA CENTRAL	08
08	CUÑA PROTECTORA LATERAL	06
09	GRAMPA C PROTECTOR LATERAL	06

FOTOS MOSTRANDOS PROTECTORES DE LABIO EN LADO FRONTAL Y LATERAL



LADO FRONTAL



LADO LATERAL

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LAS REPARACIONES

4.1 TIPOS DE REPARACIONES

Dentro del proceso de mantenimiento en los cucharones se distinguen dos tipos de reparaciones:

4.1.1 Reparaciones Parcial

Está se efectúa de acuerdo a un plan de mantenimiento establecido de antemano y se realiza en el campo, normalmente se efectúa cada 250 horas de funcionamiento y no solo se efectúa reparaciones en el área de soldadura sino también en la parte mecánica, eléctrica y electrónica, generalmente se toma la pala por 12 horas por acuerdo entre el cliente en este caso minera Antamina (CMA) y Bucyrus.

En el caso de soldadura se efectúan los trabajos más críticos y necesarios como son las reparaciones de fisuras, cambio de planchas de protección antidesgaste e identificación de otros problemas para programarlas en un siguiente mantenimiento.

4.1.2 Reparación Integral

Como se mencionó en el Capítulo I, en las operaciones de Compañía Minera Antamina se cuentan con cuatro palas modelo 495 Bl, para efectos de mantenimiento integral se dispone de un cucharón adicional de soporte, este una vez reparado va a reemplazar al cucharón más deteriorado o el que tiene mayor tonelaje acumulado, en promedio se hace un cambio de cucharón cuando este ha acumulado aproximadamente dieciséis millones de toneladas, esto se puede conseguir en 8 a 9 meses de operación continua, las 24 horas al día, en promedio una pala mueve alrededor de 60,000 a 100,000 toneladas diarias de material, la mayor ó menor cantidad dependerá del tipo de material.

Una reparación integral de cucharón toma un tiempo estimado de 45 a 60 días calendarios, en ella se reparan al 100% todos los defectos en el material base del labio, cuerpo, compuerta y se reemplazan las planchas antidesgaste por otras nuevas así como las bocinas delanteras del cucharón (02) y las de sujeción de la compuerta (02), a las que previamente se ha maquinado y alineado los alojamientos.

Una vez culminada la reparación integral se programa su montaje en una pala donde se requiera el cambio de cucharón,

este cambio normalmente toma 12 horas y se requiere posicionarla pala en un terreno lo mas plano posible para no tener problemas en el alineamiento de pines que ensamblan el cucharon con el mango y el mecanismo de los cables de suspensión.

4.2 SELECCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA

De acuerdo a la experiencia en trabajos de reparación por soldadura de equipos similares tanto en el extranjero como en nuestro país se ha demostrado que el uso de procesos semiautomáticos con alambres tubulares es el más indicado por ser mas productivo ya que tiene mayores tasas de deposición, eficiencias y factores operativos que los procesos convencionales usando electrodos manuales.

En nuestro caso la reparación de estos cucharones de pala eléctricas Bucyrus se han desarrollado usando el proceso de soldadura con alambres tubulares (FCAW.).

4.2.1 Fundamentos del proceso de soldadura con alambres tubulares

El proceso de soldadura con alambres tubulares FCAW (flux cored arc welding) usa un arco entre un electrodo metálico de aporte continuo y el charco de soldadura, el proceso es usado con protección de un fundente contenido dentro del alambre

tubular con ó sin adicional protección de un gas suministrado externamente y sin la aplicación de presión.

El alambre tubular consiste en una cubierta metálica y un núcleo de varios materiales en polvo, durante la soldadura una cubierta de escoria es producida sobre la superficie del cordón de soldadura.

Este proceso ofrece dos variaciones que difieren en su método de protección del arco y el charco de soldadura de la contaminación atmosférica.

4.2.2 Proceso de soldadura con alambres tubulares autoprotegidos

En este proceso se protege el metal fundido por medio de la descomposición y vaporización del núcleo de fundente debido al calor generado por el arco eléctrico.

La empresa que inicialmente introdujo este proceso fue Lincoln Electric y el nombre comercial fue Innershield, inicialmente se destino a la soldadura de vigas de rascacielos a la intemperie debido a la generación de gases que en ambientes cerrados generan contaminación y malestar a los soldadores.

La producción de CO₂ y la introducción de desoxidantes y agentes desnitrificantes como ingredientes en el núcleo explican el porque los alambres autoprotegidos pueden tolerar corrientes de aire mas fuertes que los alambres protegidos por gas, por ello este tipo de alambres son generalmente empleados en zonas de difícil acceso y a la intemperie.

4.2.3 Proceso de Soldadura usando alambres tubulares con protección externa de Gas.

En este proceso se hace uso de un gas de protección que usualmente es el dióxido de carbono (CO₂) en adición a la acción del núcleo de fundente con ambos métodos el material del núcleo provee una sustancial cubierta de escoria para proteger la solidificación del metal de soldadura.

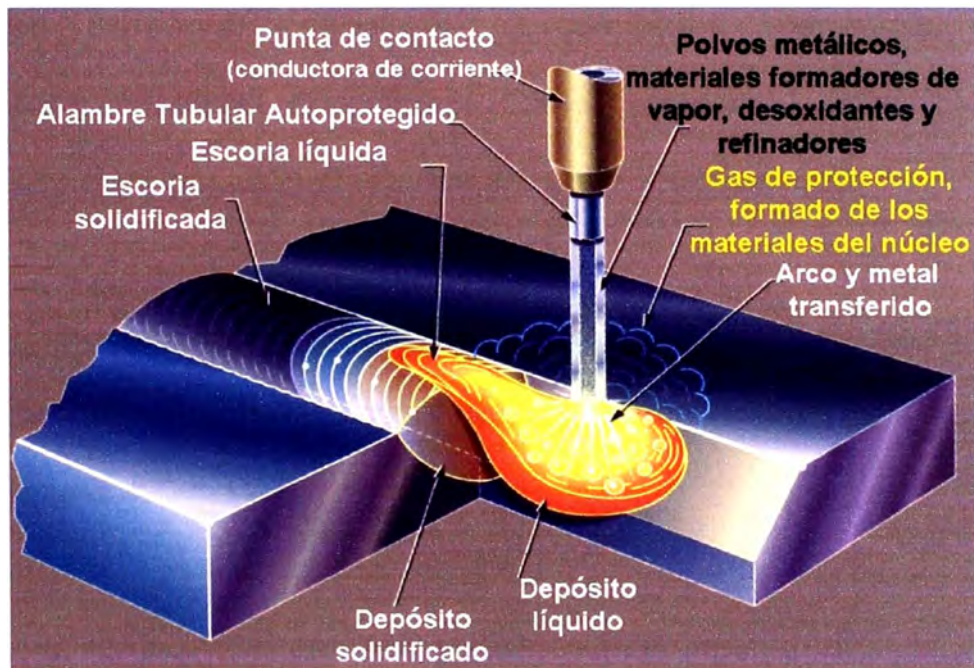
Este proceso fue introducido en el mercado de manera comercial en mayor de 1,954 durante la exposición anual de la AWS en buffalo Nueva York.

4.2.4 Principales características

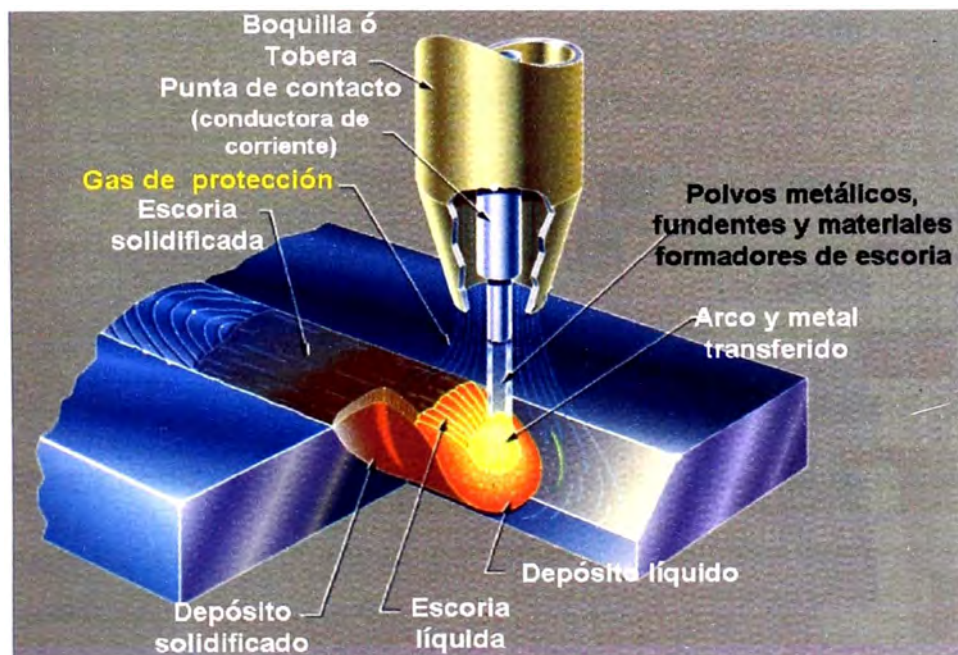
Podemos mencionar tres:

1. La productividad de la soldadura con un alambre continuo ello conlleva a una mayor tasa de deposición (kg/h), factor operativo y eficiencia de deposición.

PROCESO DE SOLDADURA CON ALAMBRE TUBULAR
AUTOPROTEGIDO



PROCESO DE SOLDADURA CON ALAMBRE TUBULAR
CON PROTECCION GASEOSA



2. Los beneficios metalúrgicos que se derivan del fundente de acuerdo a los diversos elementos insertos dentro del núcleo se obtendrán excelentes propiedades mecánicas y características operativas como alambres para toda posición, posición plana, simple pase, multipase etc.
3. La escoria que soporta y forma el cordón de soldadura y a su vez absorbe las impurezas que puedan existir en la junta a soldar.

Si analizamos este proceso podemos indicar que combina las características de los procesos de soldadura con electrodos manuales revestidos (SMAW), MIG/MAG y arco sumergido (SAW).

4.2.5 Materiales base soldables y aplicaciones

Este proceso es usado para soldar aceros al carbono y de baja aleación, aceros inoxidable y fierro fundido así como para recubrimientos protectores. Actualmente tiene gran aplicación en la fabricación de tanques, estructuras, equipo pesado para minería y construcción así como para el área de mantenimiento en metal mecánica, minería, construcción, petróleo entre otros.

Dentro de los materiales base soldables con este proceso tenemos:

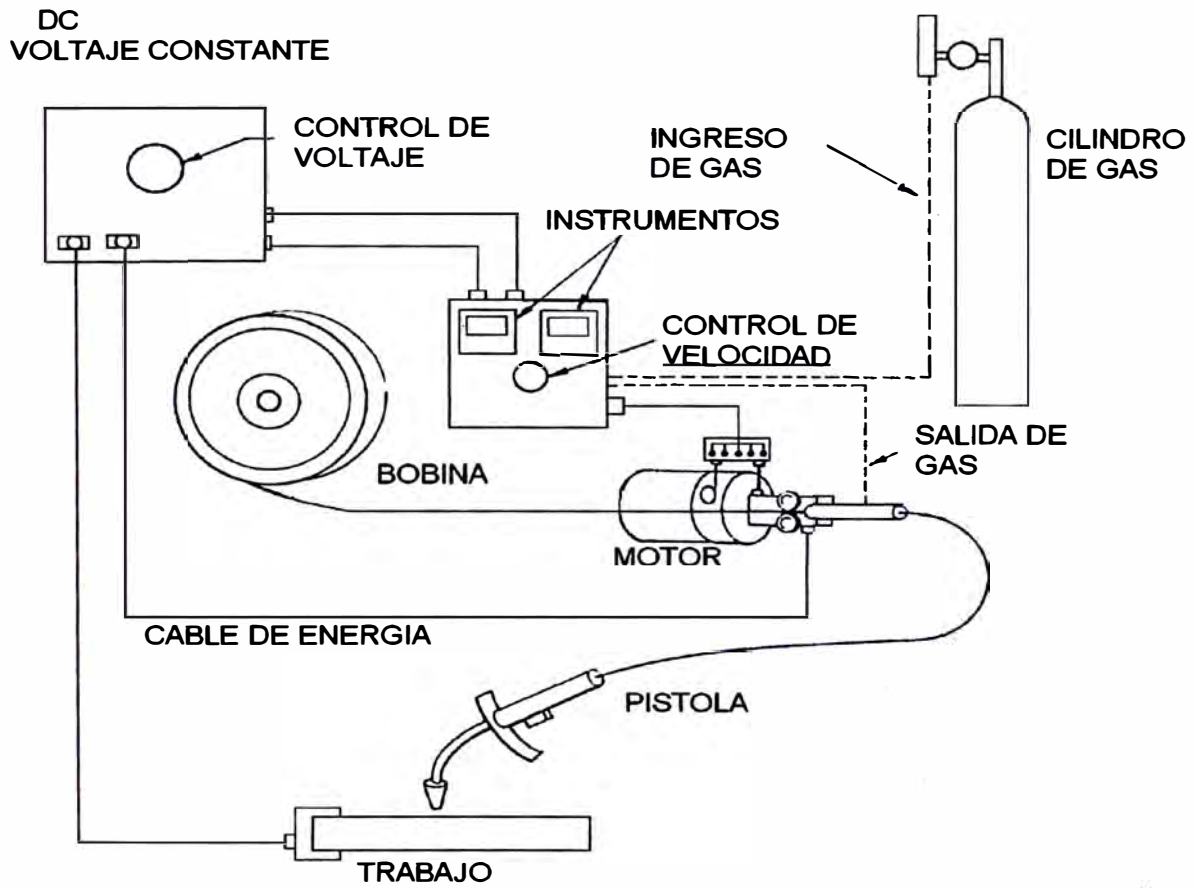
1. Aceros de bajo carbono, estructurales y para recipientes a presión como: ASTM A36, A441, A572 y A588.
2. Aceros de alta resistencia grado estructural y baja aleación tales como: ASTM A440, A441, A572 y A588
3. Aceros de alta resistencia y aleados que han sido templados tales como: ASTM A514, A517 y A533
4. Acero inoxidable como AISI 304, 316, 347, 410, 430 y 502.
5. Aceros al manganeso de equipos mineros así como aceros al cromo molibdeno entre otros.

4.2.6 Equipamiento Básico

El equipamiento básico consiste en:

1. La fuente de poder, esta debe ser del tipo voltaje constante (CV) con una capacidad de corriente promedio entre 500 a 600 amperios y un ciclo de trabajo al 100% para trabajo continuo.

EQUIPAMIENTO BASICO DE SOLDADURA



2. El alimentador de alambre, este va a proveer de manera continua el alambre tubular hacia la junta a soldar, debe contar con un control de velocidad, válvula solenoide para el control del flujo del gas de protección, la pistola propiamente dicha, un juego de rodillos y tubos guías de acuerdo al diámetro del alambre y tubos de contacto o TIP para el suministro de energía eléctrica necesaria proveniente de la fuente de poder para fundir el alambre, así mismo una tobera que direcciona el flujo de gas hacia el charco de soldadura, para fijar el caudal del gas de protección se requiere un regulador flujometro conectado a la botella de gas.

4.2.7 Gases de Protección

Cuando se usa el método con protección gaseosa se dispone de los siguientes gases o mezclas:

1. Dióxido de carbono (CO_2)

Es el gas de protección ampliamente usando con alambres tubulares, las principales ventajas del uso de este gas son su bajo costo y una penetración profunda en al soldadura.

El CO_2 es relativamente inactivo a temperatura ambiente, cuando es calentado a alta temperatura por el arco de

soldadura la disociación del CO_2 forma monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O_2) como se indica en la ecuación química.



El oxígeno residual reacciona con los elementos del metal fundido pudiendo oxidar el charco de soldadura, pero este problema es compensado con la adición de materiales desoxidantes al núcleo de alambre tubular.

A su vez el hierro reacción con el CO_2 produciendo óxido de hierro y con en la siguiente ecuación:



a altas temperaturas algunas moléculas de CO se disocian en carbono y oxígeno.



Dependiendo del contenido original de carbono en el metal base y el electrodo la atmósfera de CO_2 puede comportarse como un medio carburante ó descarburizante con lo cual el contenido de carbono en el metal de soldadura se incrementara ó disminuirá de acuerdo a estudios si el contenido de carbono en el metal de soldadura esta debajo del 0.05 % el charco de soldadura fundido tendera a coger

carbono de la atmósfera protectora de CO₂, en cambio si el contenido es mayor a 0.10% el charco de soldadura tendera a perder carbono.

Cabe indicar que la identificación de las botellas es por colores, en el caso del CO₂ las botellas son de color plomo.

2. Mezcla de gases

La mezcla de gases usadas con alambres tubulares combinan las ventajas separadas de dos o mas gases, usualmente se usa el mayor porcentaje de gas inerte en mezclas con CO₂ esto debido a la capacidad de los gases inertes de transferir eficiencia los desoxidadotes contenidos en el núcleo.

Una mezcla rica en argón genera cordones con menor oxidación comprada a con una protección de gas con 100% de CO₂.

La mezcla mas comúnmente usada es de 75% argón y 25% de CO₂, el metal de soldadura depositado con esta mezcla generalmente tiene mayores esfuerzos de tracción y de fluencia en comparación al metal depositado con 100% de CO₂.

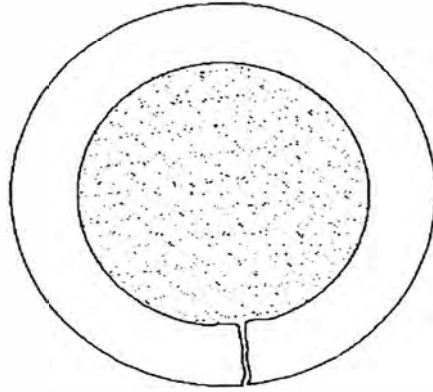
Normalmente se usa mezcla de gases para soldaduras fuera de posición a su vez se tiene mejores características del arco y mejor acabado, como contraparte se tiene una menor penetración y puede causar una excesiva concentración de desoxidantes como el manganeso y el silicio en el metal de soldadura ello generara un cambio en sus propiedades mecánicas, por ello es indispensable trabajar con las hojas técnicas de los materiales de aporte para seleccionar los gases de protección y conocer las propiedades mecánicas del metal de soldadura.

4.2.8 Clasificación de los alambres tubulares

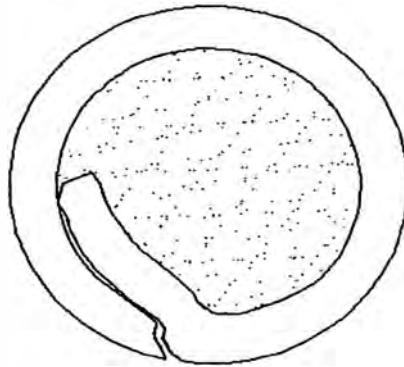
Estos alambres están clasificados de acuerdo a los requerimientos de la última edición de ANSI/AWS A5.20 de acuerdo al siguiente sistema de clasificación:

DIFERENTES TIPOS DE SECCION DE ALAMBRES TUBULARES

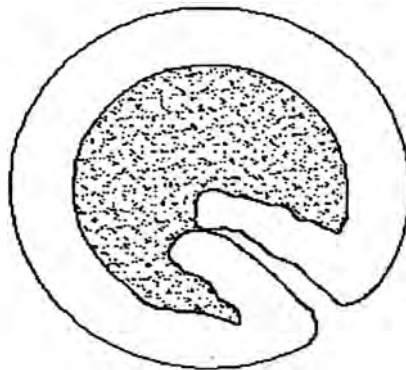
ALAMBRE A TOPE

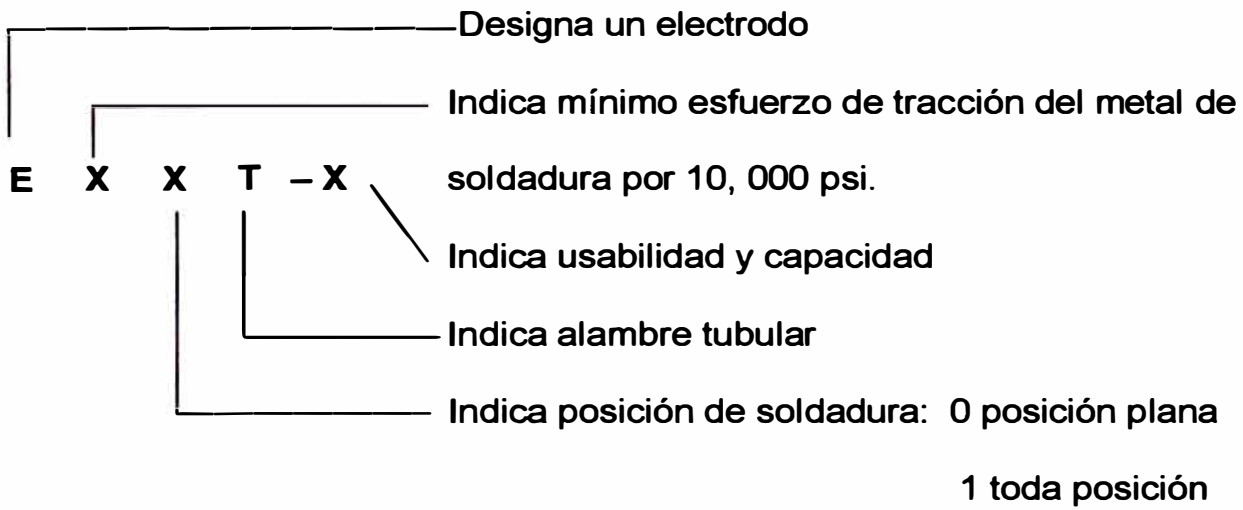


ALAMBRE A TRASLAPE



ALAMBRE EN FORMA DE CORAZON





A continuación presentamos una tabla con la clasificación según AWS de los diferentes tipos de alambres tubulares

Clasificación AWS	Protección Externa	Corriente y Polaridad
E X X T - 1	CO ₂	dc, electrodo al positivo
EXXT - 2	CO ₂	dc, electrodo al positivo
EXXT- 3	No requiere	dc, electrodo al positivo
EXXT - 4	No requiere	dc, electrodo al positivo
EXXT - 5	CO ₂	dc, electrodo al positivo
EXXT - 6	No requiere	dc, electrodo al positivo
EXXT - 7	No requiere	dc, electrodo al negativo
EXXT - 8	No requiere	dc, electrodo al negativo
EXXT - 10	No requiere	dc, electrodo al negativo
EXXT - 11	No requiere	dc, electrodo al negativo

Los alambres más usados en la actualidad son: E 71T-1, E70T- 5, E 81T-1, E71T -11, E 70 T-4 entre otros.

Debido a aspectos de menor emisión de gases tóxicos, menor chisporroteo y mejores características operativas y propiedades mecánicas se prefieren los alambres tubulares con protección gaseosa.

4.2.9 funciones de los elementos que integran el fundente del núcleo

Podemos mencionar cinco funciones principiarles de estos elementos:

1. Proveen las propiedades mecánicas, metalúrgicas de resistencia a la corrosión del metal de soldadura por ajuste de la composición química.
2. Promueven la solidez del metal de soldadura por la protección del metal fundido del oxígeno y nitrógeno del aire.
3. Recoge las impurezas del metal fundido debido a las reacciones del fundente.

4. Produce una cubierta de escoria para proteger la solidificación del metal de soldadura del aire y para controlar la forma y el acabado del cordón en las diferentes posiciones de soldadura.
5. Estabiliza el arco reduciendo el chisporroteo y facilitando la deposición y generando cordones de medidas apropiadas.

En la siguiente tabla se muestran los elementos comunes en el fundente del núcleo:

Elemento	usualmente presente como	Función
Aluminio	Polvo metálico	Desoxidante y denitrificante.
Calcio	Fluorita (CA F ₂) y caliza (CA CO ₃)	Provee protección y forma escoria.
Carbono	En ferroaleaciones como ferromanganeso	Incrementa a la resistencia y la dureza.
Cromo	Ferro aleación y hierro en polvo	Mejora la resistencia a la corrosión, dureza y resist. a la tracción.
Hierro	Ferro aleación o polvo metálico	Aleación matriz en depósitos de base hierro y níquel.
Manganeso	Ferro aleación como el ferromanganeso o como polvo metálico	Desoxidante, previene fisuras en caliente por combinación con azufre, incrementa dureza y resistencia, forma escoria

Elemento	Usualmente presente como	Función
Molibdeno	Fierro aleación	Incrementa la resistencia a la dureza en aceros inoxidable austeníticos, incrementa la resistencia a la corrosión
Níquel	Polvo metálico	Mejora la dureza, resistencia tenacidad y resistencia a la corrosión
Potasio	Minerales como el feldespato y silicatos	Estabiliza el arco y forma escoria
Silicio	Fierro aleación como el ferrosilicio silomanganeso mineral como el feldespato	Desoxidante y forma escoria
Sodio	Mineral como el fedespato y silicatos	Estabiliza el arco y forma escoria
Titanio	Ferroaleación como el ferrotitanio, mineral como el rutilo	Desoxidante y desnitricante forma escoria, estabiliza el carbono en algunos aceros inoxid.
Circonio	Oxido o polvo metálico.	Desoxidante y desnitricante forma escoria.
Vanadio	Oxido o polvo metálico.	Incrementa la resistencia.

4.2.10 Variables del Proceso de Soldadura

Las principales variables del proceso son:

1. Corriente de soldadura
2. Voltaje de arco
3. Extensión del alambre (stick out)
4. Velocidad de avance
5. Flujo de gas de protección
6. Tasa de deposición y eficiencia
7. Angulo del alambre

1. Corriente de soldadura

La corriente de soldadura es proporcional a la tasa de alimentación del electrodo (velocidad), diámetro del electrodo, composición y extensión del electrodo.

La relación entre la velocidad de alimentación de alambre y la corriente de soldadura para un tipo de electrodo protegido por CO_2 se muestra en el siguiente gráfico.

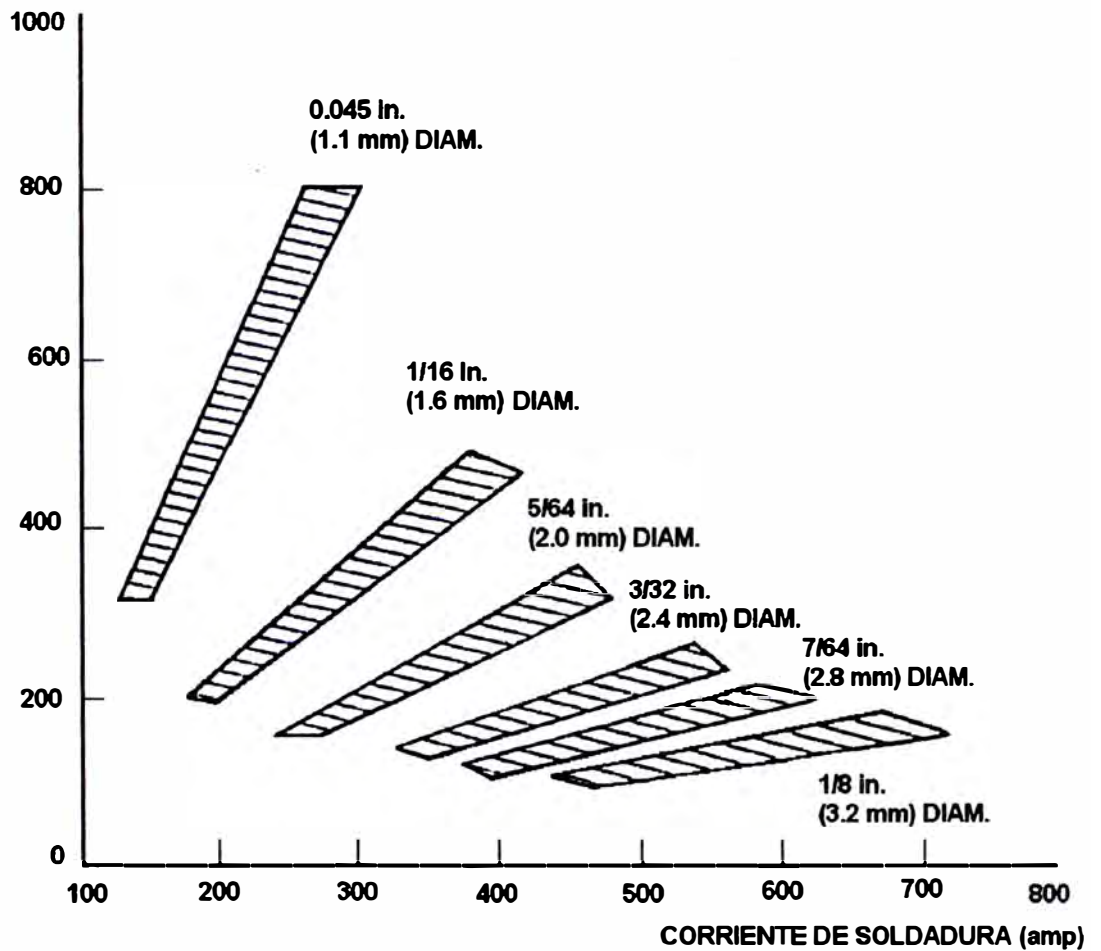
Incrementos en la corriente de soldadura incrementarán el asa de deposición del electrodo y la penetración pero una excesiva corriente producirá cordones convexos con pobre acabado, en contraposición insuficiente corriente producirá una transferencia de gotas grandes y excesivo chisporroteo y a su vez en un incremento en la cantidad de nitrógeno y porosidad en el metal de soldadura si se incrementa la extensión libre del alambre (stick out) la corriente de soldadura disminuirá y viceversa.

2. Voltaje de Arco

El voltaje de arco y la longitud de arco están relacionados de esta forma el acabado, solidez y propiedades de soldadura hechas con alambre tubulares pueden ser afectadas por el voltaje de arco.

RELACION ENTRE VELOCIDAD DE ALIMENTACION Y
CORRIENTE DE SOLDADURA PARA ELECTRODOS
PROTEGIDOS POR CO₂

VELOCIDAD DE ALIMENTACION DEL ALAMBRE (pulg/min)



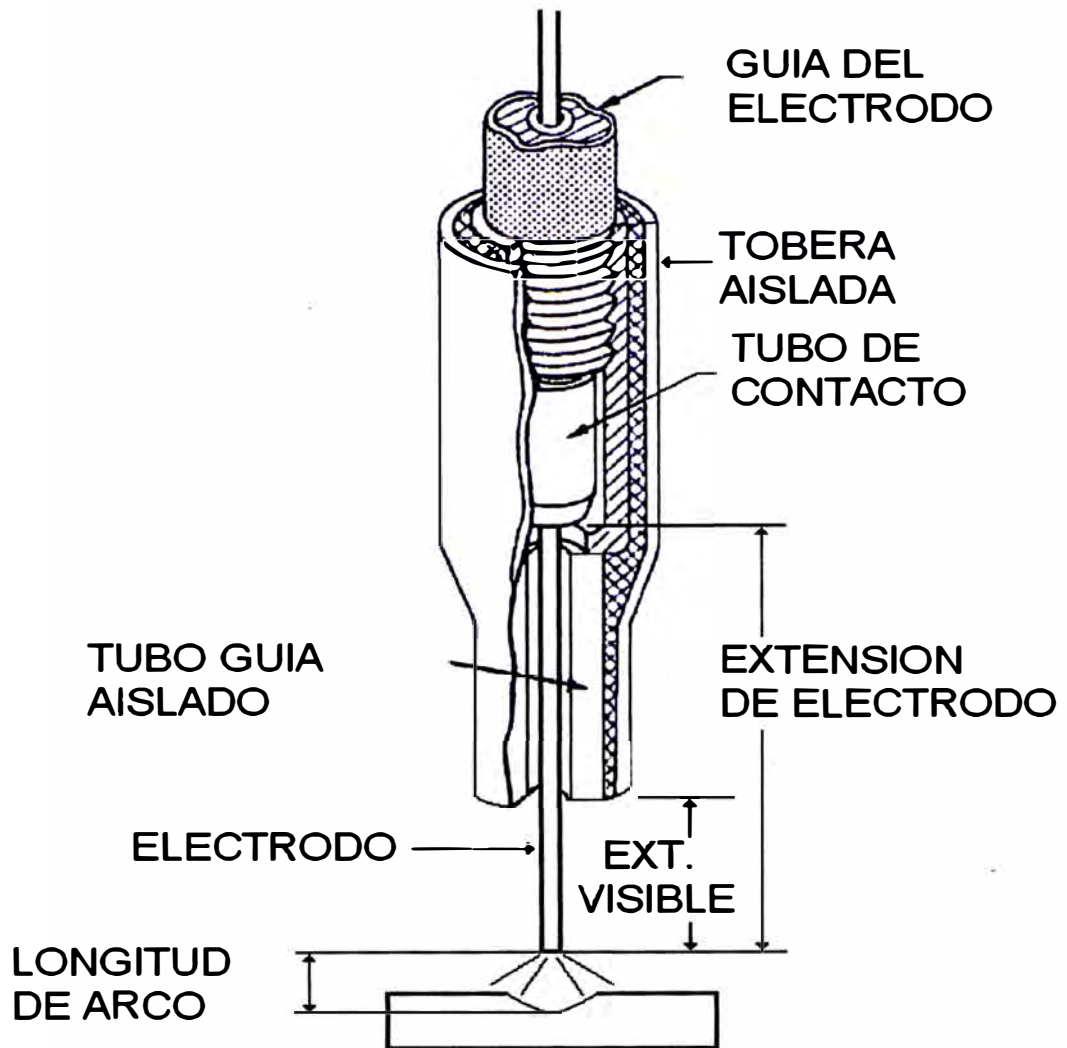
Un voltaje de arco muy alto (longitud de arco grande) puede resultar en excesivo chisporroteo y cordones anchos y de forma irregular, en alambres autoprotegidos pueden resultar en un incremento excesivo del nitrógeno generando porosidad y posibles fisuraciones.

En contraparte un voltaje de arco bajo resultara en cordones angostos y convexos con excesivo chisporroteo y reducida penetración.

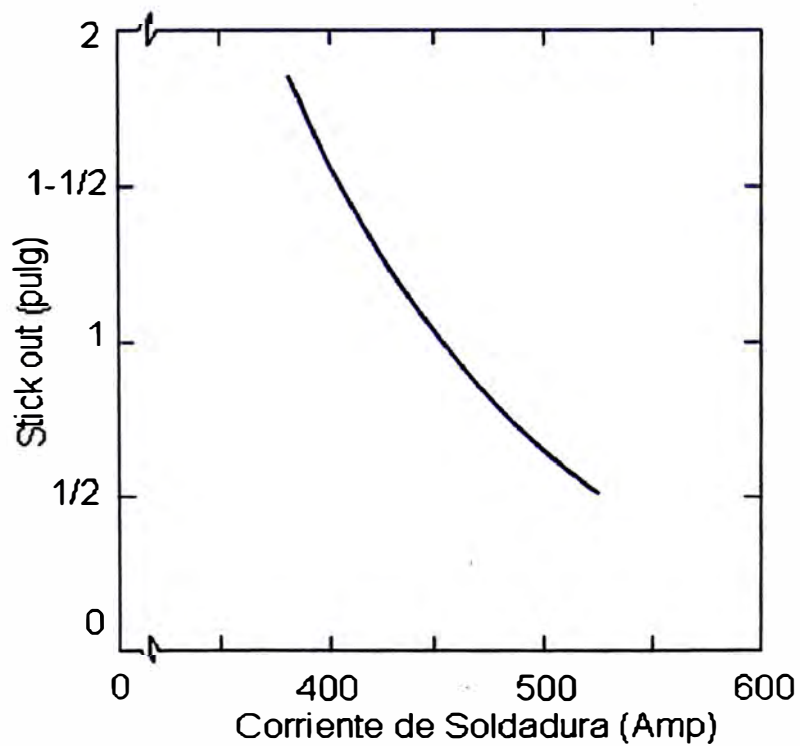
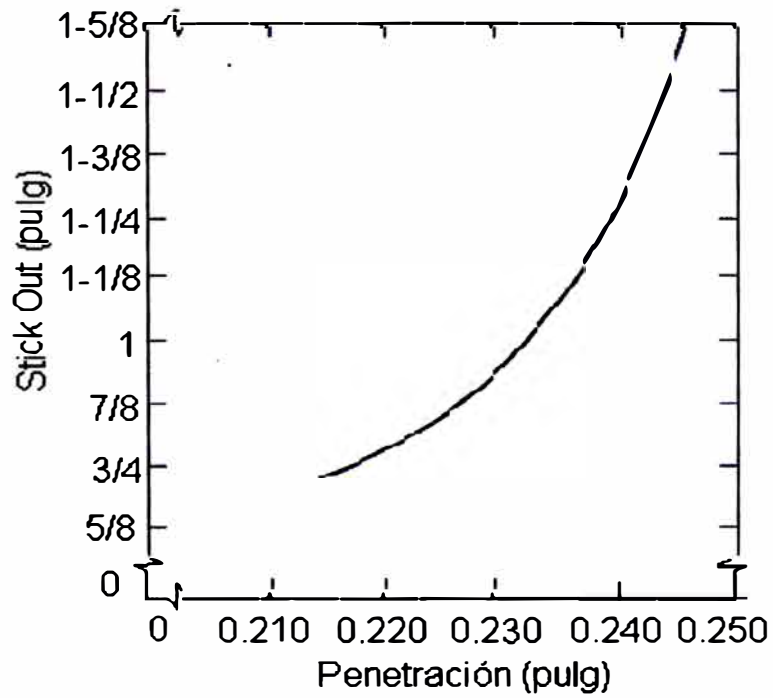
3. Extensión libre del alambre

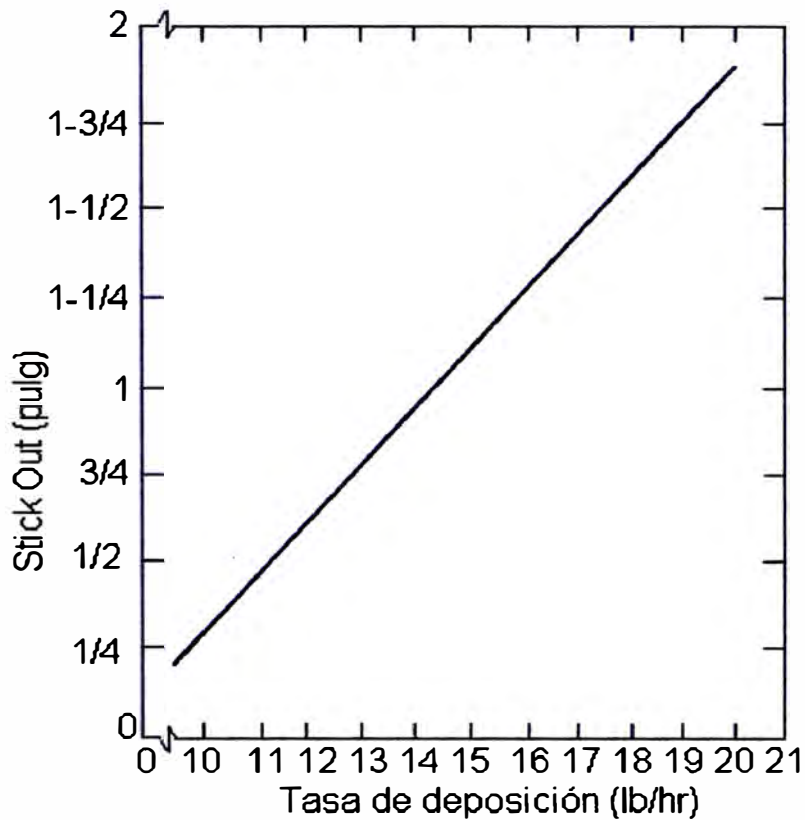
El alambre no fundido que se extiende debajo del tubo de contacto (tip) durante la soldadura es la extensión del alambre (stick out), una extensión muy largo produce un arco inestable con excesivo chisporroteo, una extensión muy corta puede causar una excesiva longitud de arco y ello puede significar un excesivo hisporroteo que se adhiere a la tobera e interferirá con el flujo de gas generando porosidad y excesiva oxidación la mayoría de fabricantes recomiendan una extensión de $3/4$ a $1\frac{1}{2}$ para alambres protegidos por gas y de $3/4$ a $3\frac{3}{4}$ " para alambres autoprotegidos.

NOMENCLATURA



INFLUENCIA DE LA EXTENSION LIBRE DE ALAMBRE (STICK OUT) SOBRE LA PENETRACION, LA CORRIENTE Y LA TASA DE DEPOSICION





4. Velocidad de avance

Esta relacionada directamente con la penetración del cordón de soldadura y su conformado, cuando los demás parámetros permanecen constantes, la penetración a abajas velocidad es mayor que la que se obtendría a altas velocidades, bajas velocidades provocan un sobrecalentamiento del metal de soldadura y ello causar un mal acabado con la posibilidad de atrapar escoria o fundir el metal base, de otro lado altas velocidades de avance resultan en un cordón irregular.

5. Flujo de Gas de Protección

El flujo de gas es una variable que afecta la calidad de soldadura, un inadecuado flujo resultara en una pobre protección del charco de soldadura resultando en porosidad y oxidación, excesivo flujo de gas puede resulta en turbulencia y mezcla con el aire.

La regulación del flujo dependerá del tipo y diámetro de la tobera de la pistola, distancia de la tobera hacia el material a soldar y flujos de aire próximos.

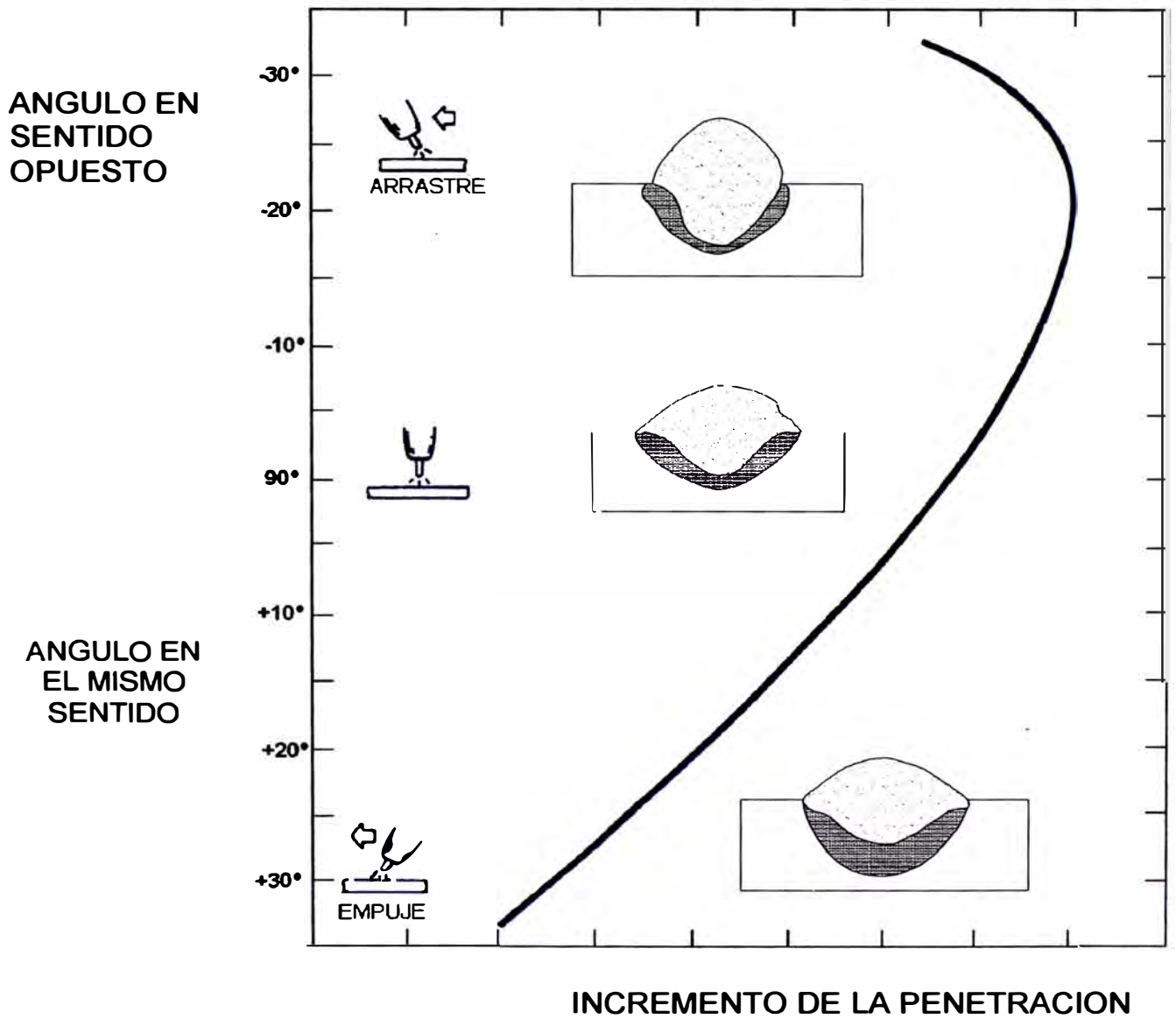
6. Tasa de deposición y eficiencia

La tasa de deposición es el peso de material depositado por unidad de tiempo, y depende de variables como el diámetro del alambre, composición del alambre, extensión del alambre y corriente de soldadura.

La eficiencia de deposición es la relación entre el peso del metal depositado y el peso del alambre consumido.

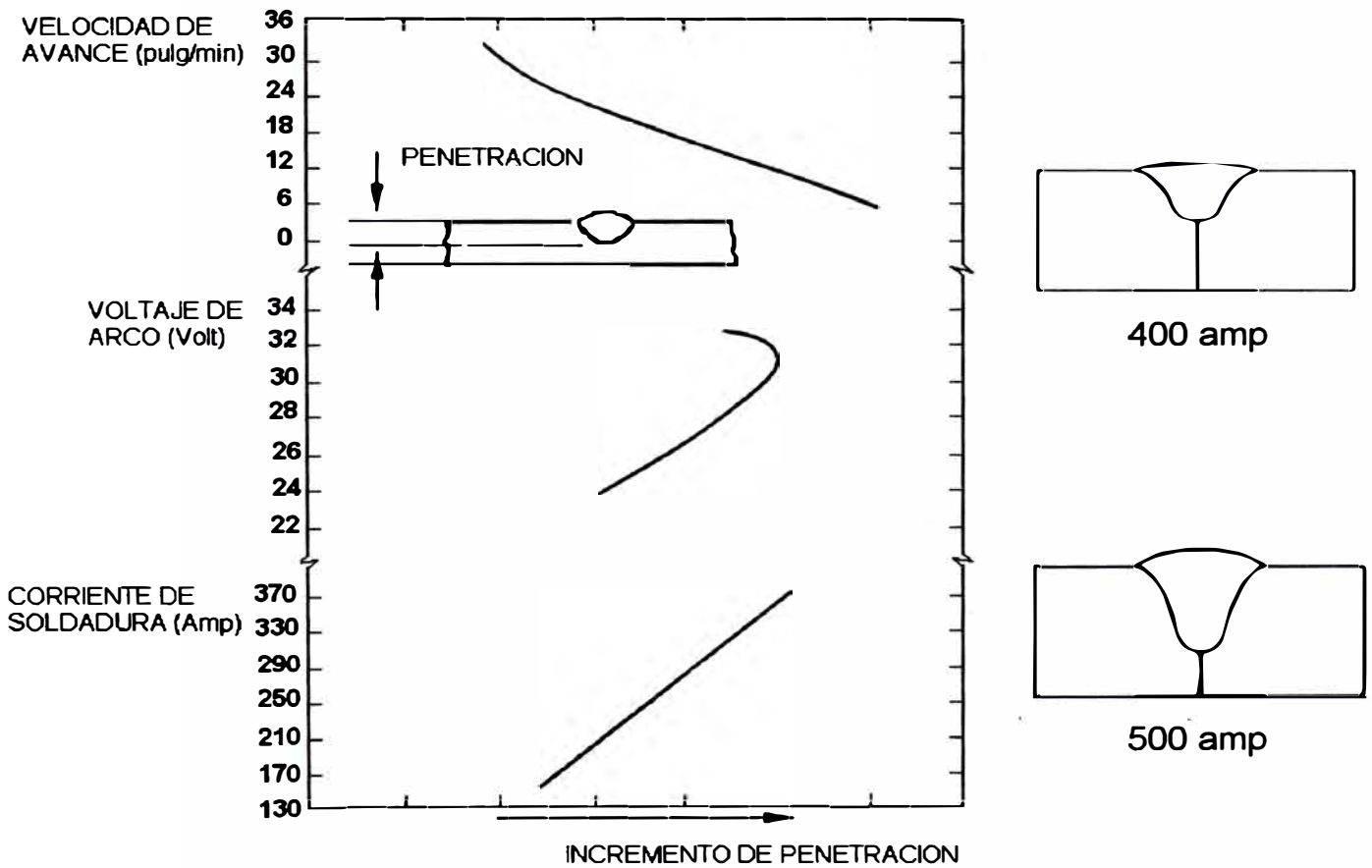
En alambres tubulares con protección gaseosas esta entre 80 a 90% y de 78 a 87% para alambres autoprotegidos.

EFECTO DEL ANGULO DE LA TOBERA SOBRE LA PENETRACION



PENETRACION EN SOLDADURA

INFLUENCIA DE VARIABLES PRIMARIAS



7. Ángulo del alambre

El ángulo al que el alambre es mantenido durante la soldadura determina la dirección a la cual la fuerza del arco es aplicada al charco de soldadura, esta puede ser usada para contrarrestar los efectos de la gravedad sirviendo no solo para dar la forma deseada al cordón sino para prevenir que la escoria se desprenda y sea atrapada en el metal de soldadura los mayores ángulos son usados para secciones delgadas.

4.2.11 Selección del proceso de soldadura con alambre tubular en comparación al proceso manual con electrodos revestidos.

La base fundamental en la estimación de costos es la cantidad de material y las operaciones necesarias para la ejecución del trabajo.

El proceso de soldadura y el procedimiento afecta la cantidad de metal de aporte, fundente, así y horas hombre requeridas para ejecutar una junta soldada, para determinar el peso del metal depositado necesitamos definir la tasa de deposición del metal de aporte, la eficiencia de deposición y el factor operativo.

1. Tasa de deposición (td)

Es el peso del metal de soldadura depositado por unidad de tiempo: kg / h, lb/h.

2. Eficiencia de deposición (ed)

Es la relación entre el peso del metal depositado y el peso del metal de aporte usado esta expresada en porcentaje.

3. Factor operativo (fo)

Es la relación entre el tiempo de deposición de soldadura y el tiempo total empleado por el soldador, esta expresado como porcentaje.

Estimación del peso del metal de aporte (pa)

La cantidad de material de aporte requerido para unas determinadas juntas depende de la eficiencia de deposición y el peso del metal depositado (pd).

El peso el metal depositado dependerá del diseño de junta y lo podemos conseguir de tablas.

La siguiente relación nos da el valor del peso del metal del aporte:

$$pa = \frac{pd}{ed}$$

4.3 EQUIPAMIENTO Y PERSONAL NECESARIO

Para desarrollar de manera adecuada este tipo de reparaciones se debe contar con los siguientes equipos:

4.3.1 Equipamiento necesario

Item	Descripción	Aplicación	Cantidad	Precio	Total
01	Fuente de poder multiproceso: de 40-750 1 amp ciclo de trabajo 100% a 600 amp. 220/380/440 V/ 3 ϕ	- Soldadura con: electrodo manual. - Electrodo de carbón (decair) - Alambre tubular.	06	3,668	22,008
02	Alimentador de alambre tubular preparado para usar alambres de 1/16" 05/6.4". Ciclo de trabajo 60% a 350 amp.	Soldadura con alambre tubular de uso con fuente de poder del item 01.	06	2,249	13,494
03	Torcha para electrodos de carbón de 450 @ 500 amperios.	- remoción de cordones de pistas de desgaste. - remoción de fisuras.	04	345	1,380
04	Compresora industrial tipo tornillo de alto caudal. 120 PSI.	Uso de torcha con electrodos de carbón.	01	18,000	18,000
05	Esmeriles angulares 220 v/ 1 ϕ / 2.0 Kw de 7"	Limpieza de biseles y cordones de soldadura así como corte.	06	300	1,800
06	Equipos completos oxigas para corte y precalentamiento	Corte y Precalentamiento de materiales.	06	540	3,240
07	Carrito de corte oxigas 220 V / 1 ϕ / 60 Hz incluye 02 rieles de 1.80 m cada uno.	- Cortes recto de planchas hasta 3". - Preparación de biseles.	02	2,800	5,600
TOTAL USD \$					65,522

Estos precios incluyen el I.G.V. y le dan una referencia en cuanto a la inversión principal que se tiene que realizar para ser contratistas en este tipo de reparaciones.

4.3.2 Personal necesario

Para ejecutar este tipo de reparaciones se requiere personal calificado principalmente en soldadura con alambres tubulares y experiencia en estos tipos de trabajo.

PERSONAL	TURNO	
	Diurno	Nocturno
Soldador homologado por lo menos 3G en alambres tubulares y electrodo manual.	4	3
Supervisor de soldadura	1	Eventualmente
Calderero, habilitación de planchas	1	-

Los turnos son de 12 horas cada uno con una pausa de 1 hora para efectos de alimentación (almuerzo ó cena).

4.4 USO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

En este tipo de reparaciones usamos tres tipos de ensayos no destructivos:

1. Líquidos Penetrantes

Cuando deseamos hacer una inspección general del balde y compuerta, este es el método más rápido y económico, debemos pues usar tres sprays: limpiador, penetrante y revelador

Los defectos encontrados con este método son del tipo superficial, pero nos darán un indicativo de posible fisuras pasantes o parciales.

2. Partículas Magnéticas

A diferencia del método con líquidos penetrantes se requiere mayor capacitación y uso de un chisquete con polvo metálico y un yugo que permite magnetizar la zona a inspeccionar.

3. Ultrasonido

Es un método que permite ubicar defectos interiores a un material, para ello se requiere el equipo propiamente dicho cuyo costo es elevado, un juego de palpadores rectos y angulares y un operador con amplia experiencia en este tipo de ensayos.

En nuestro caso lo usamos cuando deseamos verificar el estado interno de un componente antes de reparar y también cuando el componente está reparado.

4.5 NORMA APLICABLE EN ESTE TIPO DE REPARACIONES

Los diferentes fabricantes de equipo de movimiento de tierra, tanto para minería como para construcción usan la norma dada por la Sociedad Americana de Soldadura AWS: D14.3: "Specificación for welding earthmoving and construction equipment" que son especificaciones para soldar equipos de movimiento de tierras y construcción.

Estas especificaciones aplican en todas las soldaduras estructurales usadas en la fabricación equipos de movimiento de tierras tales como cargadores frontales, dragas, palas, camiones de Acarreo de mineral, excavadoras, etc.

En esta norma encontramos juntas precalificadas de acuerdo a un proceso de soldadura determinado selección del material de aporte adecuado de acuerdo al tipo de material base así como el procedimiento para homologar al personal involucrado (soldadores), así mismo las temperaturas de precalentamiento para obtener juntas soldadas adecuadas y aspectos relacionados al control de calidad de las juntas soldadas.

4.6 DEFECTOS PRESENTES EN LOS CUCHARONES

La primera acción cuando se recibe un cucharón para una reparación integral es realizar una inspección visual y con líquidos penetrantes al

100% tanto del cucharón propiamente dicho como de la compuerta, los defectos que usualmente se encuentran son:

4.6.1 Fisuras parciales y pasantes

Como consecuencia del trabajo de carga y descarga se producen altos esfuerzos y fenómenos de desgaste en los diversos componentes del cucharón y compuerta así tenemos fisuras localizadas en:

- Paredes laterales interiores y exteriores.
- Zonas adyacentes al talón (Latch Keeper)
- Orejas delanteras de izaje así como de compuerta y mango.
- Brazos de compuerta
- Plancha base de compuerta

4.6.2 Deformaciones de planchas estructurales por impacto y zonas desgastadas por abrasión

Durante el proceso de carga del cucharón se producen altos esfuerzos de impacto que inciden directamente en la plancha base estructural de la compuerta (A514) produciendo deformaciones permanentes en la misma la cual de acuerdo a la evaluación que se haga se deberá cambiar o no para permitir la fijación por soldadura de las planchas antidesgaste tipo 500 BHN.

Por otro lado debido al flujo de material altamente abrasivo se produce desgaste en determinadas zonas del cucharón (piso, paredes laterales, labio entre otros) la cual deberá ser reparada para permitir la fijación de elementos de desgaste como el kit bimetálico del piso, planchas antidesgaste tipo 500 BHN entre otros.

4.7 PROCESOS EN LA REPARACIÓN

Al recibir un cucharón para una reparación integral se siguen una serie de pasos hasta la culminación de la misma, estos son los siguientes:

4.7.1 Limpieza general, remoción de planchas antidesgaste e inspección general.

El cucharón debido a su trabajo en mina llega con restos de material mineral por lo que antes de iniciar cualquier reparación se hace necesaria una limpieza general que logre remover este material del componente, básicamente se usan cinces neumáticos así como esmeriles eléctricos y neumáticos usando como consumibles discos de desbaste de 7" así como copas trenzadas.

Para la remoción de planchas antidesgaste (kit bimetálico, 500 BHN entre otros) se usa de una manera intensiva el proceso de

rasurado arco-aire mas conocido como arcair, para lo cual, se dispone de electrodos de carbón (grafito) en un rango de diámetros de 1/4" a 3/8" estos funden y remueven los cordones de soldadura que fijan a la base los elementos antidesgaste.

El proceso arco-aire usa un portaelectrodo de carbón que a su vez dispone de una salida para aire comprimido y otra para energía eléctrica conectada la fuente de poder (máquina de soldar).

Las rebabas que quedan de este proceso inicial deben ser eliminadas por esmerilado, de esta forma todas las superficies ha ser inspeccionadas están limpiezas de restos de Soldadura y otros materiales, a su vez se deben eliminar residuos de grasa, pintura y exceso de humedad para lo cual se usa un ligero precalentamiento usando soplete oxicom bustible.

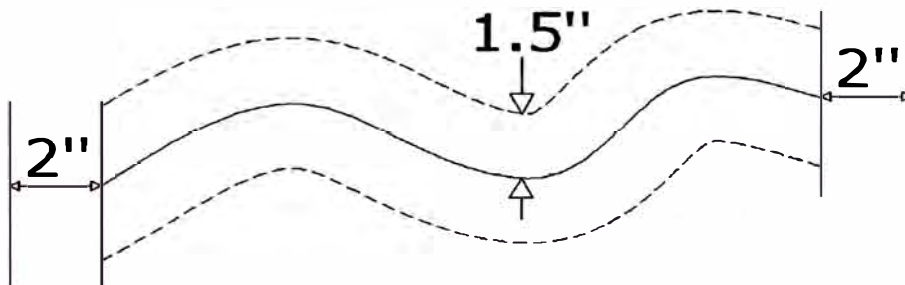
La inspección general se hace al 100% de todas las superficies expuestas del componente que se va a reparar, inicialmente realizamos una inspección visual donde, marcamos fisuras visibles, zonas de desgaste, defectos presentes como socavaciones, porosidades entre otros.

En zonas donde se sospeche que existan fisuras usamos principalmente líquidos penetrantes ó partículas magnéticas.

4.7.2 Reparación de fisuras parciales y pasantes

Una vez identifican una fisura se procede a:

Marca 2" (5 cm) a ambos lados de los extremos, esto se hace con el objetivo de evitar una propagación de probables fisuras internas hacia los extremos, esto lo podemos apreciar en el siguiente esquema:



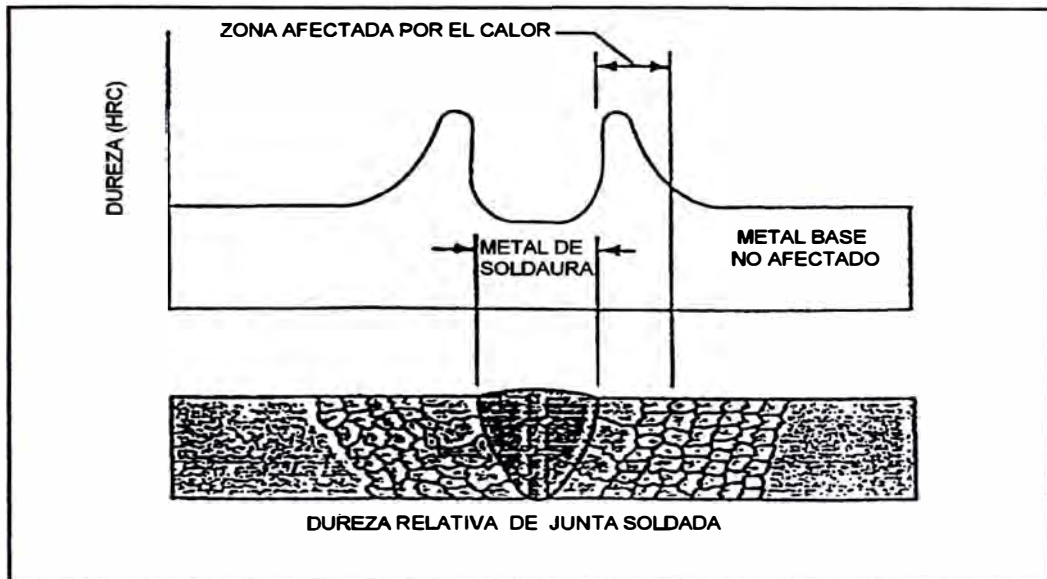
Dependiendo del tipo de material base se procede en seguida a precalentar la zona a reparar con el objetivo de eliminar el exceso de humedad que pueda estar presente en la base y evitar un choque térmico debido a la diferencia de temperaturas entre el material base y el arco producido por los electrodos de carbón.

Se procede a remover la fisura partiendo de los extremos hacia el centro, esto se hace para compensar las ondas térmicas

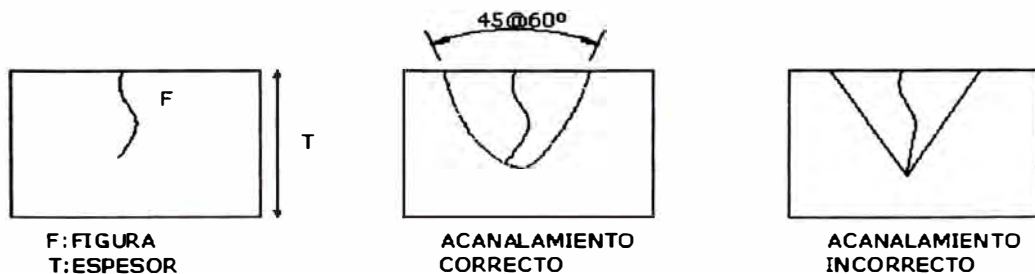
producidas por el avance del arco de los electrodos de carbón y así evitar posibles propagaciones de microfisuras internas.

Como regla general debemos indicar que la temperatura a la cual se trabaja en la remoción de fisuras es la misma que la temperatura de precalentamiento para la soldadura, así mismo durante el precalentamiento este se debe concentrar en una zona a 1.5" a ambos lados de la fisura con el fin de obtener zonas adyacentes a la fisura libres de humedad que en esencia contiene hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), de esta forma se elimina el exceso de hidrógeno que a baja temperatura es inestable y provoca el fenómeno conocido de fisuración inducida por hidrógeno.

Otra función del precalentamiento es obtener estructuras metalúrgicas más dúctiles, es decir un tamaño de grano mas pequeño y por consiguiente una zona afectada de Calor con un nivel de dureza más bajo, como consecuencia de lo anteriormente expuesto una zona reparada con menores probabilidades de fisuración posterior.

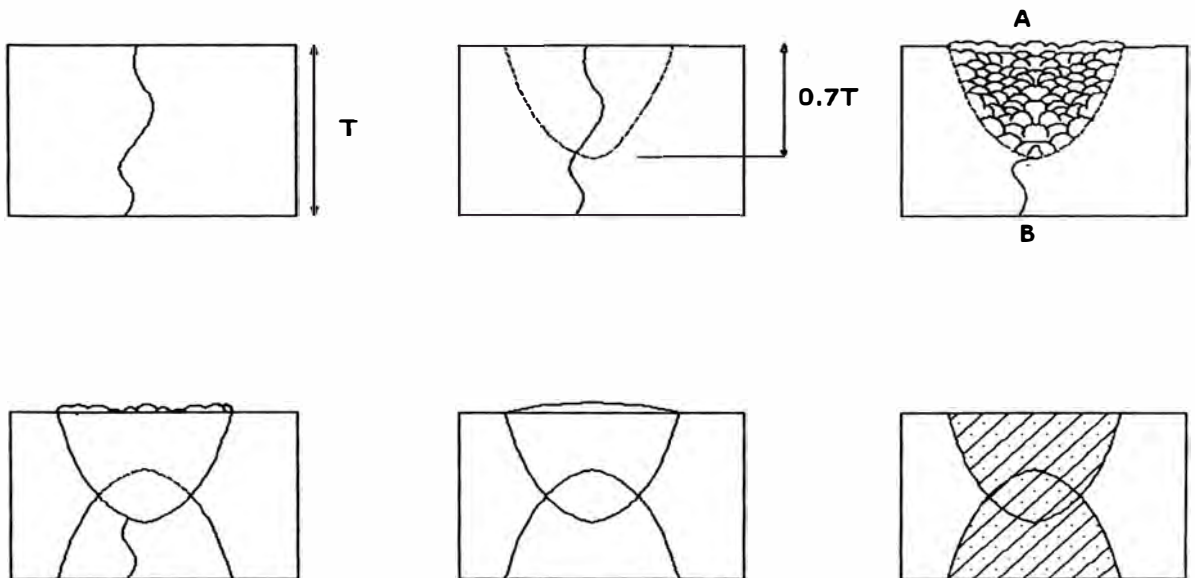


El acanalamiento de la fisura se realiza de tal forma que en el fondo no se tenga un ángulo agudo (arista) si nó mas bien una zona redondeada con un ángulo de bisel mínimo entre 45 a 60°, menores ángulos generan concentración de esfuerzos y pueden generar fisuras posteriores.



Una vez terminada de acanalar la fisura se procede a limpiar toda la zona por esmerilado con discos de desbaste ó rueda trenzada a fin de eliminar el carbón dejado en exceso por los electrodos usados en el proceso arco-aire.

Para fisuras pasantes se procede a acanalar el 60 a 70% del espesor del material figurado por un lado, se procede a soldar ese lado acanalado y posteriormente por el lado opuesto se acanala la fisura hasta encontrar la raíz de la primera junta reparada. Es decir se traslapan las raíces de las juntas soldadas, de esta forma se da garantía en la reparación del 100% del espesor del material fisurado.

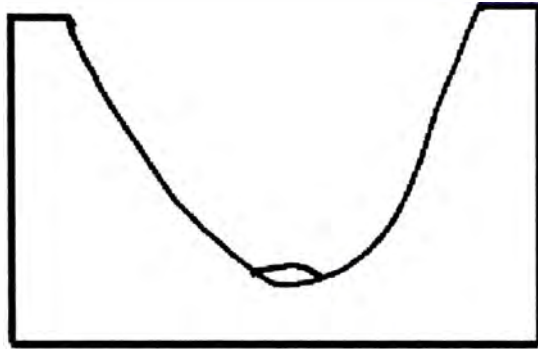


El método de soldeo para reparar ya sea fisuras parciales ó pasantes difiere del que se emplea para fabricación y es como sigue:

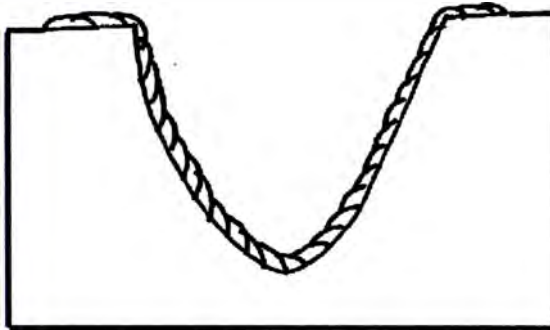
- 1.- Una vez precalentada la zona a soldar se procede a depositar los cordones de raíz del ancho de cada cordón, no debe exceder la $\frac{1}{2}$ " (12 mm) de ancho y el traslape de los cordones deberá ser al 50% del ancho del cordón a fin de garantizar una unión consistente.

- 2.- Se debe enmantequillar las paredes del canal ó bisel teniendo cuidado en no cerrar capas de soldadura a fin de permitir a los cordones depositados una dilatación y contracción libre, este procedimiento evitará una concentración de esfuerzos capa a capa, lo cual, evitará el riesgo de fisuras posteriores.

Una vez terminada la reparación de la fisura se procede a esmerilar a nivel del material base la sobremonta de los cordones de soldadura, para recuperar la geometría original del componente.



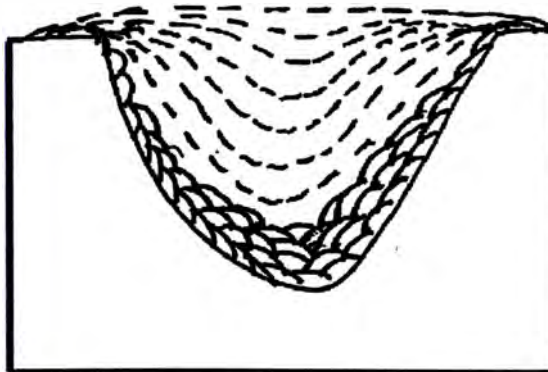
PRIMER PASE



ENMANTEQUILLADO



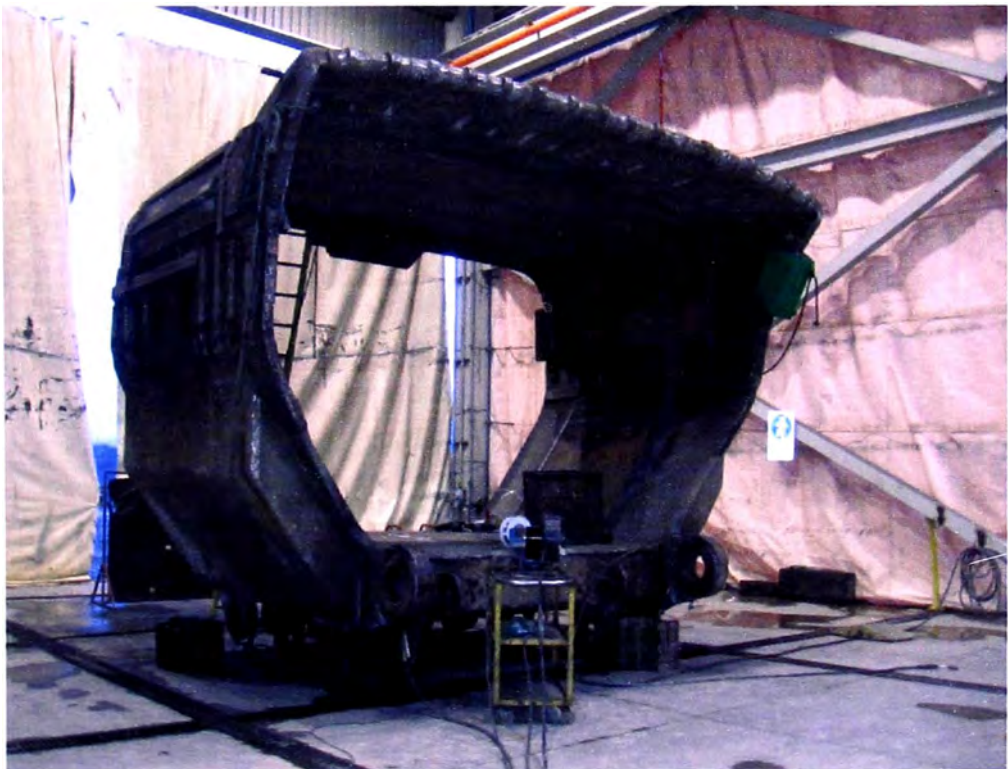
PROCESO DE REPARACIÓN EN SI

SECUENCIA DE SOLDEO
PERFIL DE AVANCE EN LÍNEA
PUNTEADA

POSICIONES DE TRABAJO EN LOS BALDES



POSICION 1

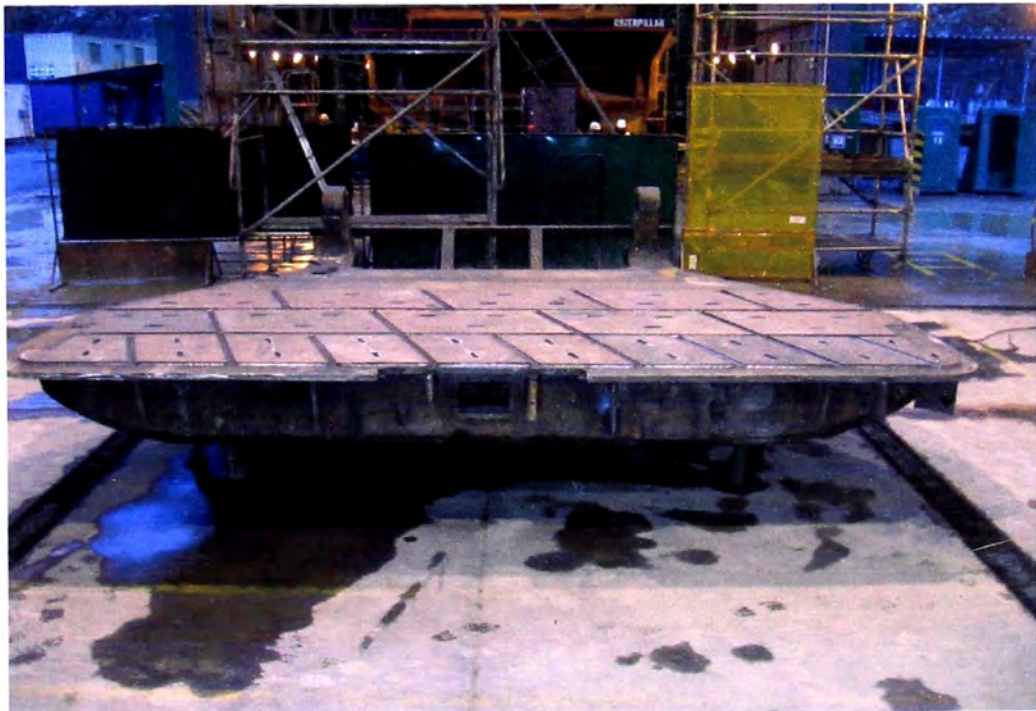


POSICION 2

**FOTOS MOSTRANDO REPARACION DE COMPUERTA
CON CAMBIO DE PLANCHA BASE COMPLETA ASI
COMO PLANCHAS DE BRAZOS**



**FOTOS MOSTRANDO COMPUERTA REPARADA CON
PLANCHAS DE DESGASTE INSTALADAS**



FOTOS MOSTRANDO BALDE REPARADO



CAPITULO V

COSTOS DE LA REPARACIÓN

En el análisis de costos en la reparación de este componente consideramos los siguientes rubros:

1. Costos de aceros
2. Costos de consumibles (gases, soldadura, accesorios)
3. Costos de Mano de Obra.

5.1 COSTOS DE ACEROS

En la reparación de los baldes tenemos el uso de tres tipos de planchas:

- Planchas antidesgaste tipo 500 BHN
Principalmente usamos espesores de $\frac{3}{4}$ " $1 \frac{1}{2}$ " y 2"
- Planchas bimetálicas de carburo de cromo.
El espesor total usado es de $\frac{3}{4}$ " (formato de $\frac{3}{8}$ + $\frac{3}{8}$)
- Planchas de alta resistencia tipo A 514-B
Se usan planchas de $\frac{3}{4}$ " y 1" en la mayoría de los casos cuando se requiera cambiar la plancha base de la compuerta usamos espesores de $1 \frac{1}{2}$ ".

En el siguiente cuadro presentamos un consumo típico y los costos asociados.

TIPO DE PLANCHA	FORMATO	CANTIDAD	COSTO USD\$
500 BHN			
¾ "	8' x 20'	01	5,319
1 ½ "	8' x 10'	01	6,300
2"	8' x 10'	01	7,900
BIMETÁLICAS			
¾ " (3/8 + 3/8)			
Piso	160" x 73 ½"	30 (23 ½ x 10")	7,500
Lado Curvo	23 ½" x 18"	12	3,100
Lado Recto	23 ½" x 20"	6	1,300
Pared Lateral			
A514-B			
1"	8" x 10'	01	3,700
COSTO TOTAL USD\$			35,119

5.2 COSTOS DE CONSUMIBLES (GASES, SOLDADURA, ACCESORIOS)

El consumo promedio en este tipo de reparaciones lo obtenemos de los vales de salida de materiales proporcionados de almacén y con centro de costo referido al Overhaul del balde.

Los siguientes cuadros muestran estos costos:

CONSUMIBLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO
Oxígeno Botellas DE 10 m ³	Bot.	86	15.50	1,333
Acetileno Botellas de 10 Kg.	Bot.	42	49.53	2,080.26
Argomix 75% Ar + 25% CO ₂ Botellas de 10 m ³	Bot.	47	34.00	1,598.00
Alambre tubular E81T1-N11 x 1 /16 Rollo de 12.5 Kg.	Rollo	88	73.13	6,435.44
Alambre tubular E309 Lt. x 1 /16 Rollo de 12.5 Kg.	Rollo	4	200	800.00
Electrodo E7018 1/8	Kg.	10	2.30	23.00
Electrodo E8018 1/8	Kg.	30	3.90	117.00
5/32	Kg.	60	3.60	216.00
Discos Abrasivos De 4" x 1/8	Und.	21	1.75	36.75
4" x ¼	Und.	20	3.20	64.00
7" x 1/8	Und.	32	3.50	112.00
7" x ¼	Und.	193	4.90	945.70

CONSUMIBLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO
Electrodos de carbón				
De ¼	Und.	32	1.90	60.80
3/8	Und.	750	2.70	2.025
Electrodo de recargue duro				
Citodur 600	Kg.	36	4.70	169.20
De 3/16				
Alambre tubular de recargue duro				
Lincore 60 (60 RC) x 5/64	Rollo	3	156.00	468.00
Rollos de 10 Kg.				
Alambre tubular				
E309 Lt. x 1 /16	Rollo	4	200	800.00
Rollos de 12.5 Kg.				
Alambre tubular de recargue duro.				
Lincore 15 Cr Mn x 5/64	Rollo	03	156	468
Rollos de 10 Kg.				
Accesorios de Soldadura				
Tips	Und.	60	1.20	72.0
Toberas	Und.	10	5.80	50.00
Difusores de Gas	Und.	18	2.50	45.00
COSTO TOTAL USD\$				17,074.15

5.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

De acuerdo al diagrama de Gantt que se muestra en los anexos tenemos un tiempo de ejecución de trabajo de 53 días.

Cuadro de Costos de Mano de Obra:

Tiempo Total : 53 días.

PERSONAL	HORAS HOMBRE	COSTO H.H. INCLUYE BENEFICIOS SOCIALES USD/h.h.	COSTO TOTAL USD\$
01 Supervisor	318	8.00	2,544
07 Soldadores	2,226	4.50	10,017
Costo Total			12.561

En base a los tres rubros de costos anteriormente señalados presentamos el siguiente Cuadro Resumen de Costos de la Reparación:

ITEM	RUBRO	COSTO USD\$
1	Costo de Aceros	35,119
2	Costo de Consumibles	17,074.15
3	Costo de Mano de Obra	12,561
	Costo Total de Reparación	64,754.15

CONCLUSIONES

1. Es de suma importancia hacer una adecuada inspección general tanto del balde como de la compuerta de esta forma se registrarán todos los defectos a reparar evitando la ocurrencia de eventos en el campo con la consiguiente parada del equipo.
2. Se demuestra experimentalmente en este tipo de reparaciones la productividad y eficiencia del proceso de soldadura con alambres tubulares en comparación al proceso con electrodos manuales (un tercio del tiempo), podemos afirmar que este es un estándar en las reparaciones de maquinaria pesada en la minería.
3. Todo material (planchas, perfiles, soldadura, etc) debe cumplir con los estándares de calidad es decir deben estar certificadas por el fabricante de esta forma se evitan problemas de figuración durante el proceso de soldadura.
4. Se deben conocer y cuantificar los diferentes tipos de desgaste presentes en los baldes y compuertas para poder seleccionar

adecuadamente los elementos de protección (barras, planchas, etc.) y la soldadura asociada, de esta forma se incrementaría la vida útil de los componentes.

RECOMENDACIONES

1. Los diseños de juntas, procedimientos de reparación, certificación de soldadores deben ceñirse estrictamente a la norma aplicable en este tipo de trabajos (AWS D14.3).
2. Se deberá contar con personal calificado, con conocimiento de los procedimientos de reparación y homologados de acuerdo a norma de lo contrario se tendrán serios problemas en el campo debido a reparaciones defectuosas.
3. Como un medio adicional de mejora en la calidad final de las uniones soldadas se recomienda la implementación del proceso TIG para eliminar defectos tales como socavaciones, mordeduras, traslape inadecuado entre pases y para pases de raíz en reparaciones críticas.
4. Como un medio para reducir los tiempos de remoción de planchas de desgaste en el balde y compuerta se recomienda el uso del proceso exotérmico usando únicamente oxígeno y varillas consumibles.

5. Para reducir los tiempos de instalación de planchas de desgaste en el balde y compuerta se recomienda que a nivel del área logística se envíen las planchas cortadas de acuerdo a planos proporcionados de esta manera el personal en mina ya no intervendrá en el corte y habilitación de las mismas.

6. Se sugiere la implementación del arenado de estos componentes en el campo durante el cambio de balde a fin de minimizar el tiempo que se usa para limpiar los componentes en taller y mejorar los trabajos de inspección previa a los trabajos de reparación.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Diseño de Uniones Soldadas, Tomo IV. 1998, Universidad Católica – Lima.**
2. **Chromium Carbide Plates for Mining Industry, 1995, Sure Alloy – USA.**
3. **Harnishfegger Institute, recommendations for Welding Electric Shovels P & H. USA, 1998.**
4. **Flux Cored Wires with Gas Protection for Mining Industry – ESAB – USA, 2001.**
5. **Outershield Wires, Technical Bulletin – Lincoln Electric – USA, 2000.**
6. **Normas AWS D14.3 “Welding specifications for earthmoving and construction equipment” – USA, 1998.**
7. **NKK Steel, Hard Plates Technical Bulletin – Japan, 1995.**
8. **Procedimientos de soldadura de aleaciones Esco – Brasil, 2001.**
9. **Procedimientos de Soldadura de Mantenimiento Bucyrus – Chile, 2001.**
10. **The Welding Institute (TWI) “Preheating the misteries revealed” – England, 1995.**
11. **Metalurgia de la Soldadura, 2002 – Universidad Católica – Lima.**

12. **Specifications for Welding Tungsten Carbide Plates – Kennametal – USA, 2000.**
13. **Welding Metalurgy, Linnert Vol. I, 4ta. Edición 1994 – USA.**
14. **Welding Handbook AWS Vol. I, Materials and Aplications, 8va. Edición, 1996 – USA.**
15. **Soldadura de Blindaje sobre placas antidesgate – ANI – CHILE, 2000.**
16. **Manual de Elementos de Desgaste H & L. – USA, 1999.**

ANEXOS

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio							agosto							septiembre							octubre							noviembre							diciembre		
					02/07	09/07	16/07	23/07	30/07	06/08	13/08	20/08	27/08	03/09	10/09	17/09	24/09	01/10	08/10	15/10	22/10	29/10	05/11	12/11	19/11	26/11	03/12															
1	DIPPER 004 WELDING SHOP	53.25 días	mar 03/10/06	jue 30/11/06																																						
2	BALDE POSICION 1	39.54 días	mar 03/10/06	mié 15/11/06																																						
3	Desmontaje de compuerta, pines, snubber, p brace	1 día	mar 03/10/06	mié 04/10/06																																						
4	Desmontaje planchas de desgaste y esmerilado de superficie base (Balde y compuerta)	4 días	mié 04/10/06	dom 08/10/06																																						
5	Inspeccion	12 horas	dom 08/10/06	lun 09/10/06																																						
6	Reparacion de fisuras y rellenos en piso ,paredes laterales interiores y exteriores	7 días	lun 09/10/06	lun 16/10/06																																						
7	Inspeccion	4 horas	lun 16/10/06	mar 17/10/06																																						
8	Desmontaje de plancha base de techo y orejas de pitch brace de 2.5"	3 días	mié 11/10/06	sáb 14/10/06																																						
9	Montaje y soldo de orejas nuevas de 5 en techo de balde	2 días	sáb 14/10/06	lun 16/10/06																																						
10	Montaje y soldo de kit bimetalico para plana	1 día	lun 16/10/06	mié 18/10/06																																						
11	Recuperacion de latch keeper parte interior	3 días	mié 18/10/06	sáb 21/10/06																																						
12	Desmontaje de plancha base de compuerta	2 días	lun 16/10/06	jue 19/10/06																																						
13	Recuperacion de labio parte superior	3 días	sáb 21/10/06	mar 24/10/06																																						
14	Recuperacion de estructura de compuerta	4 días	sáb 21/10/06	mié 25/10/06																																						
15	Instelacion de 02 planchas A 514 x 2" a ambos lados del latch keeper ,soldo parte interior	2 días	mar 24/10/06	jue 26/10/06																																						
16	Preparacion ,instalacion ,soldo de platinas A514 en zone de heelband de 1 1/4	3 días	jue 26/10/06	lun 30/10/06																																						
17	Preparacion de estructura de compuerta para soldar nueva planche A 514 de 1 1/2	2 días	jue 26/10/06	sáb 28/10/06																																						
18	preperacion e instalacion de barras 500 bhn sobre platinas de refuerzo A 514 (piso balde)	3 días	sáb 28/10/06	mié 01/11/06																																						
19	Preperacion e instalacion de plancha A514 de 1" en techo de balde	2 días	mar 31/10/06	jue 02/11/06																																						
20	Instelacion de plancha A514 de 1 1/2 nueva sobre estructura de compuerta,soldo de planchas de desgaste y relleno de alojamiento de bocinas	6 días	sáb 28/10/06	sáb 04/11/06																																						
21	Instelacion y soldo de kit bimetalico curvo y pared vertical	1 día	mié 01/11/06	jue 02/11/06																																						
22	Instelacion y soldo de planchas 500 bhn en pared lateral interior	2 días	jue 02/11/06	sáb 04/11/06																																						
23	Reforzamiento de cajones de amortiguadores de compuerta y de marco frontal de balde	1 día	sáb 04/11/06	dom 05/11/06																																						
24	Instelacion y soldo de planchas 500 bhn pared lateral exterior	4 días	dom 05/11/06	jue 09/11/06																																						
25	Alineamiento y maquinado de alojamientos de bocinas de compuerta y orejas de pitch brace	4 días	sáb 11/11/06	mié 15/11/06																																						
26	Volteo de balde a posicion 2	1 hora	mié 15/11/06	mié 15/11/06																																						
27	BALDE POSICION 2	11.25 días	mié 15/11/06	lun 27/11/06																																						
28	reperacion de alojamientos do bocinas de p.lock	2 días	mié 15/11/06	vie 17/11/06																																						
29	Recuperar latch keeper parte interior	2 días	mié 15/11/06	vie 17/11/06																																						
30	Reparar fisuras y rellenar zonas desgastadas en base de balde	4.5 días	mié 15/11/06	lun 20/11/06																																						
31	Cambiar en paredes laterales interiores plancha A514 de 1" (ambos lados)	3 días	lun 20/11/06	jue 23/11/06																																						
32	Cambiar plancha A514 de 1" sobre techo interior	2 días	jue 23/11/06	sáb 25/11/06																																						
33	Instelar barras 500 bhn en beso de balde	4 días	dom 19/11/06	jue 23/11/06																																						
34	Alinear y maquinar alojamientos de bocinas de orejas de padlocks	3 días	vie 17/11/06	lun 20/11/06																																						
35	Instalar refuerzo Esco de heelband	3 días	jue 23/11/06	dom 26/11/06																																						
36	Instalar plancha de refuerzo en base de latch keep	12 horas	dom 26/11/06	lun 27/11/06																																						
37	Volteo de balde a posicion 1	6 horas	lun 27/11/06	lun 27/11/06																																						
38	BALDE POSICION 1	2.46 días	lun 27/11/06	jue 30/11/06																																						
39	Montar compuerta sobre balde para verificar alineamiento respecto a marco de balde ,posterior desmontaje	11 horas	lun 27/11/06	mar 28/11/06																																						
40	Inspeccion general y reparacion de defectos	2 días	mar 28/11/06	jue 30/11/06																																						

Proyecto Overhaul Dipper
Fecha mié 01/11/06

Tarea		Hito		Tarea critica resumida		División		Agrupar por sintesis	
Tarea critica		Resumen		Hito resumido		Tareas externas		Fecha limite	
Progreso		Tarea resumida		Progreso resumido		Resumen del proyecto			

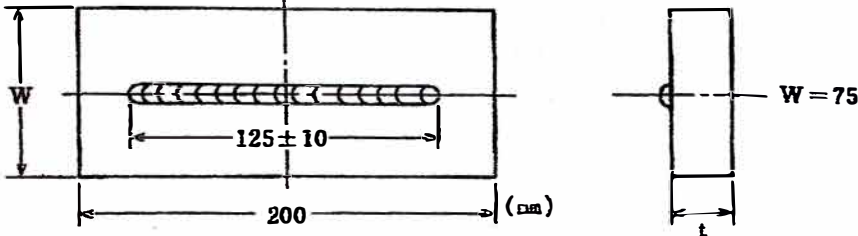
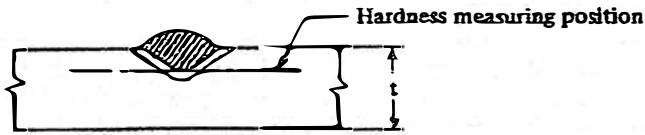
EH500

(6) Weldability

(6.1) Maximum hardness in weld heat affected zone

(a) Test conditions

Table 37 Test Conditions

<p>Test specimen</p>	
<p>Welding material</p>	<p>LB62 (AWS E9016-G), 4 mm φ</p>
<p>Welding conditions</p>	<p>170A - 25V - 15cm/min (17kJ/cm)</p>
<p>Hardness measuring position</p>	

(b) Test Results

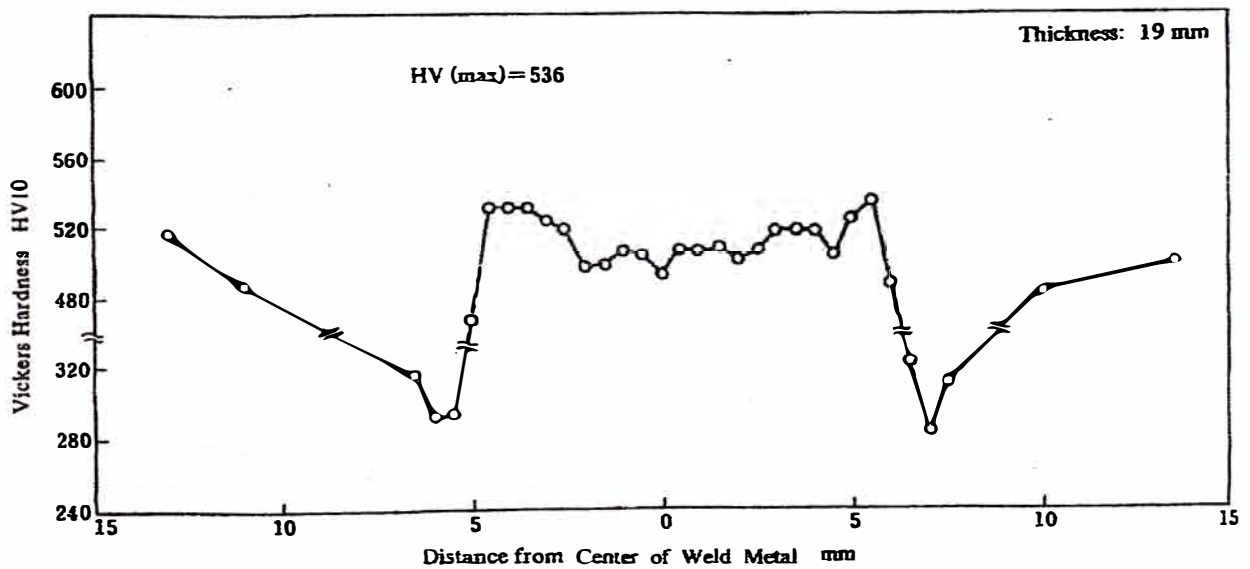


Fig. 21 Maximum Hardness in Weld Heat Affected Zone

(6.2) y-groove weld cracking test

(a) Test results

Table 38 Test Conditions

<p>Test specimen</p>	
<p>Welding material</p>	<p>LB62 (AWS E9016-G)</p>
<p>Welding conditions</p>	<p>170A-24V-15cm/min (17kJ/cm)</p>

(b) Test results

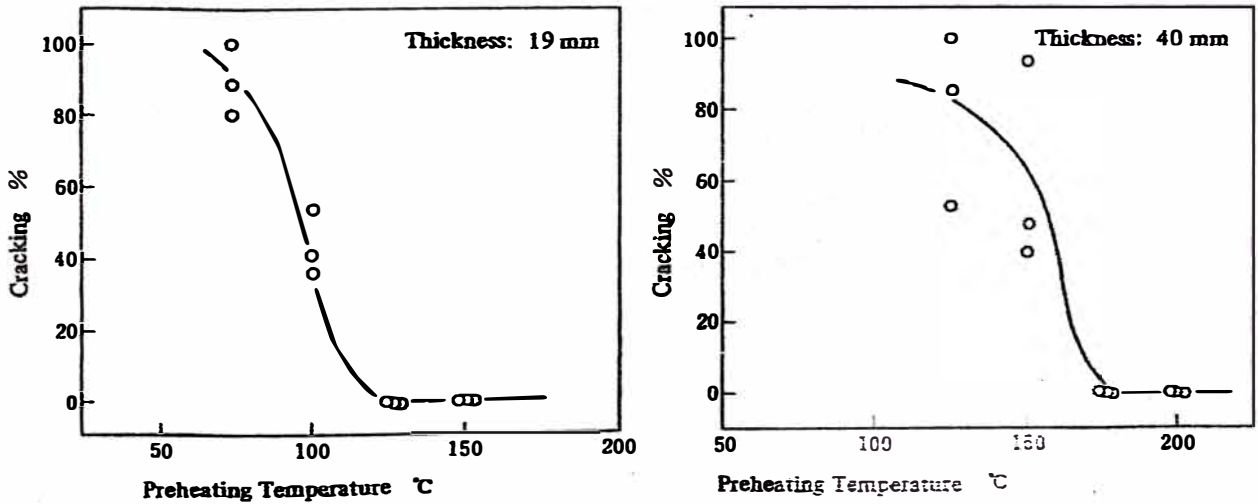
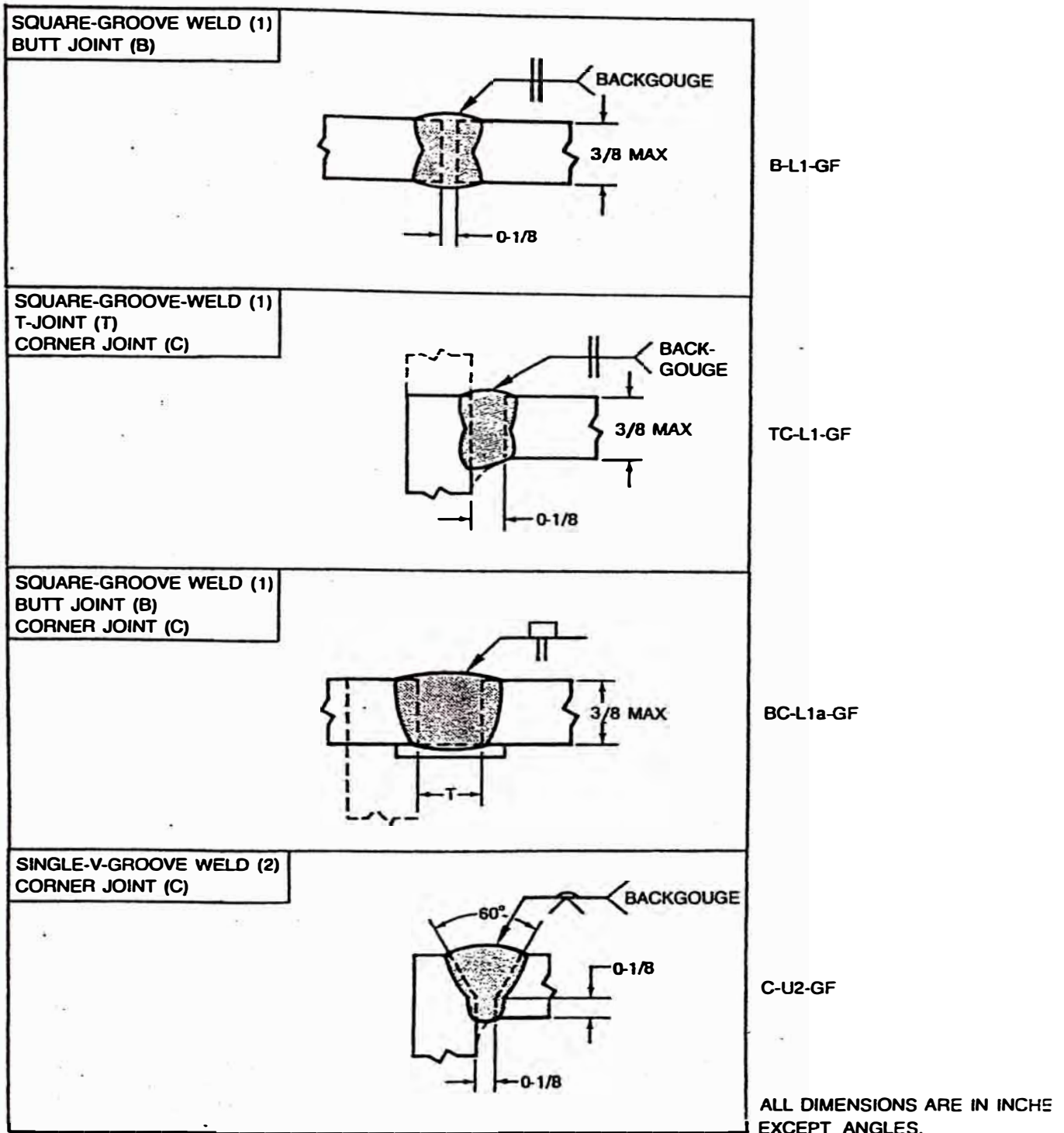


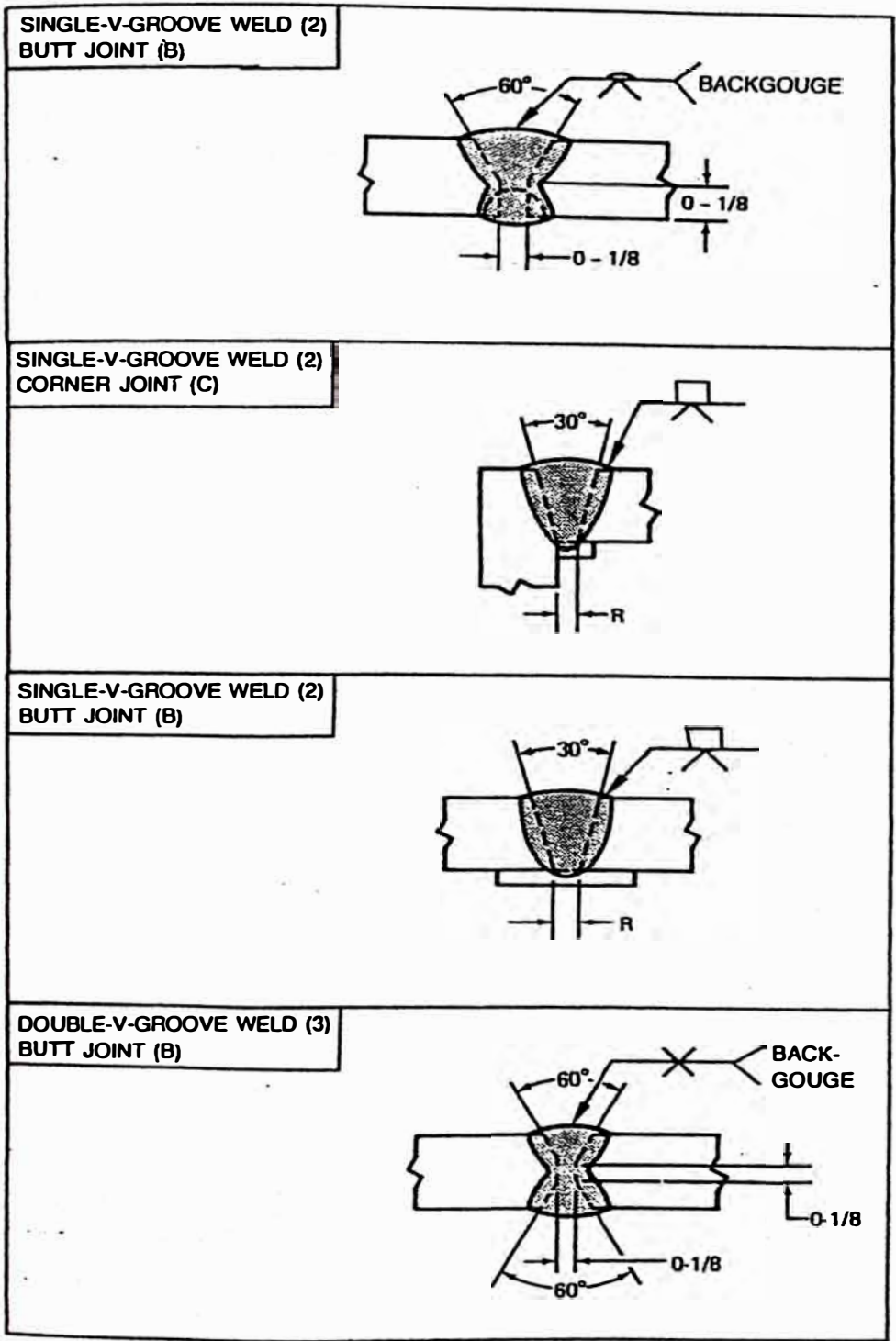
Fig. 22 y-Groove Weld Cracking Test Results



Notes:

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
2. See Table 11 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to $T/4$ but need not exceed $3/8$ in.
4. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

Figure 20—Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints



B-U2-GF

LIMITATIONS FOR JOINTS		
C-U2a-GF		
SHIELDING GAS	POSITIONS	R
GAS	F, V, & O	3/16
NO GAS	FLAT ONLY	3/8
	V & O ONLY	1/4

C-U2a-GF

LIMITATIONS FOR JOINTS		
B-U2a-GF		
SHIELDING GAS	POSITIONS	R
GAS	F, V, & O	3/16
NO GAS	FLAT ONLY	3/8
	V & O ONLY	1/4

B-U2a-GF

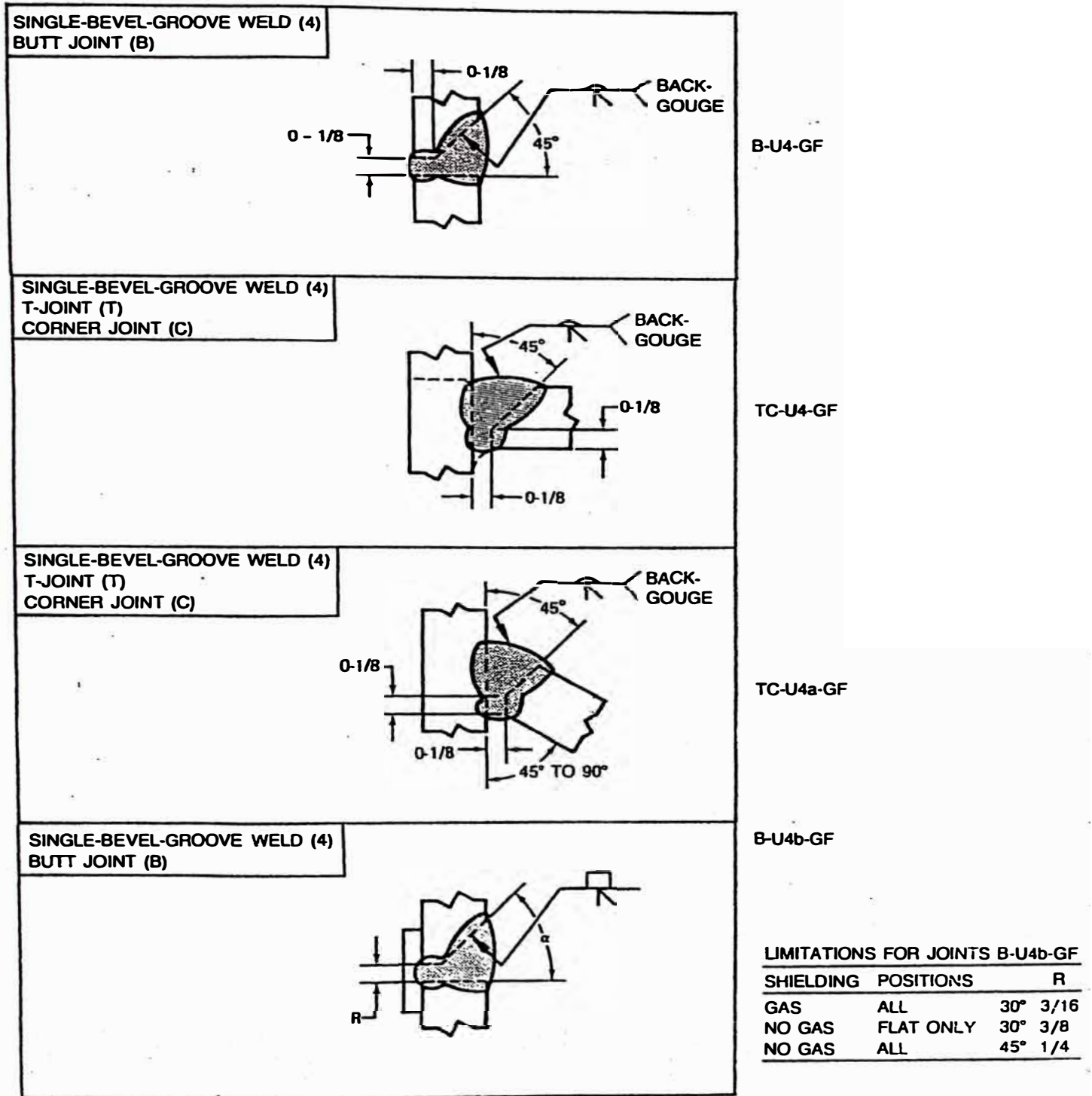
B-U3-GF*

- Notes:
1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
 2. See Table 11 for workmanship tolerances.
 3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in.
 4. Not prequalified for gas metal arc welding using short-circuiting transfer or pulsed arc.

ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES EXCEPT ANGLES.

* The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in. or larger.

Figure 20 (Cont'd)—Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints



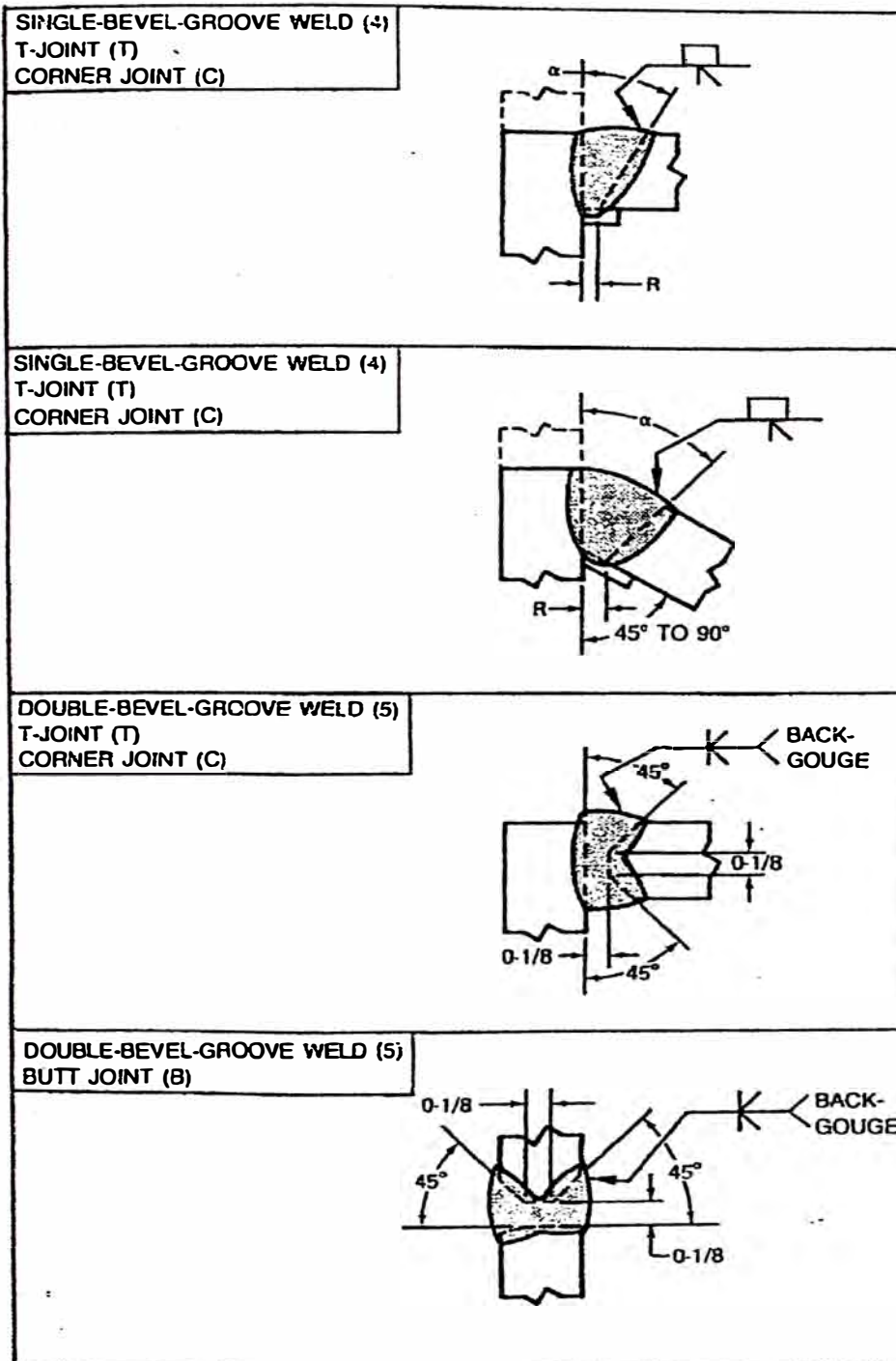
Notes:

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
2. See Table 11 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in.
4. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES EXCEPT ANGLES.

*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in or larger.

Figure 20 (Cont'd)—Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints



LIMITATIONS FOR JOINTS

TC-U4c-GF & TC-U4d-GF

SHIELDING	POSITIONS	R
GAS	ALL	30° 3/16
NO GAS	FLAT ONLY	30° 3/8
NO GAS	ALL	45° 1/4

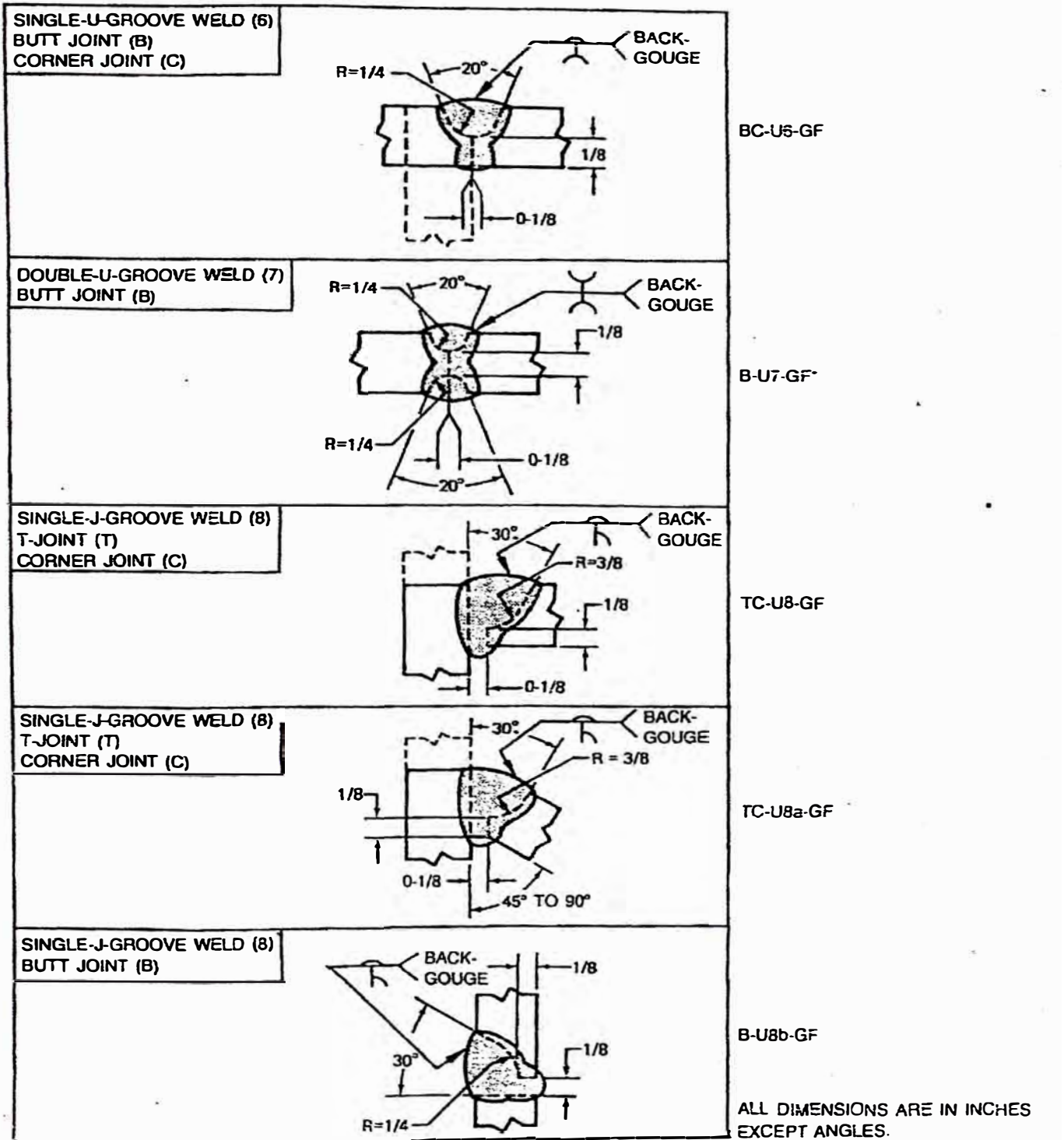
Notes:

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
2. See Table 11 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in.
4. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES EXCEPT ANGLES

The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in or larger.

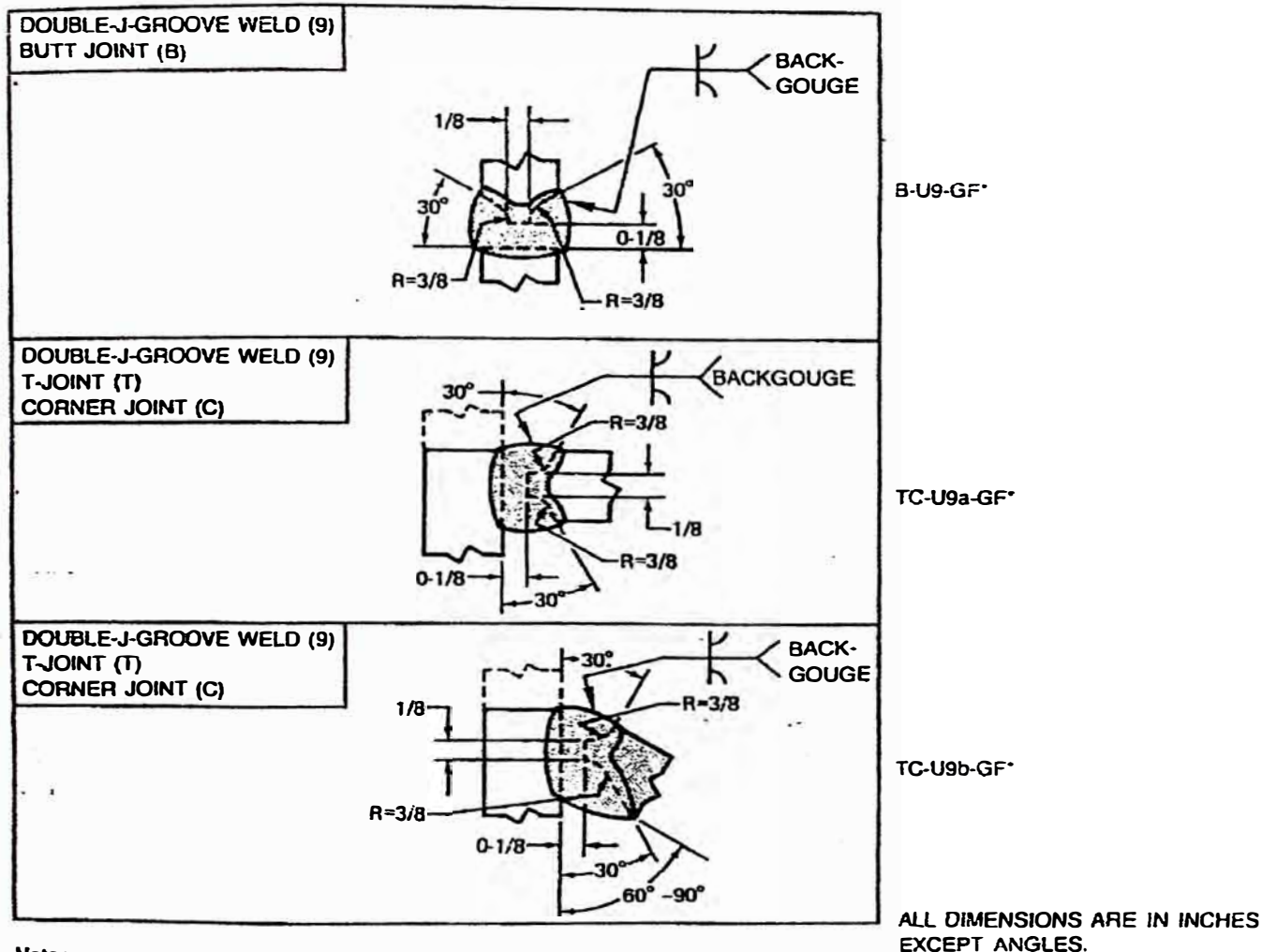
Figure 20 (Cont'd)—Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints



Notes:

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
 2. See Table 11 for workmanship tolerances.
 3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in.
 4. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.
- *The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in or larger.

Figure 20 (Cont'd)—Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints

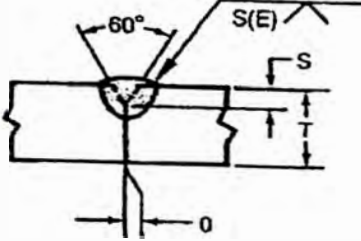
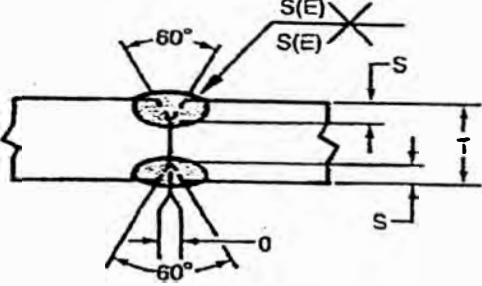
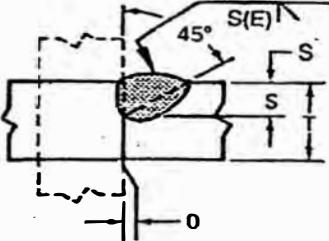
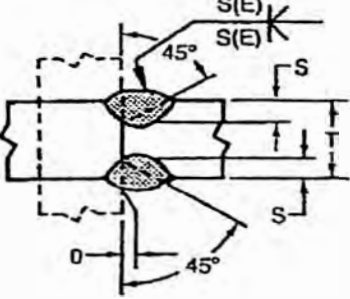


Notes:

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side.
2. See Table 11 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to $T/4$ but need not exceed $3/8$ in.
4. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of $5/8$ in. or larger.

Figure 20 (Cont'd) – Complete Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints

<p>SINGLE-V-GROOVE WELD (2) BUTT JOINT (B) CORNER JOINT (C)</p>		<p>BC-P2-GF</p>
<p>DOUBLE-V-GROOVE WELD (3) BUTT JOINT (B)</p>		<p>B-P3-GF</p>
<p>SINGLE-BEVEL-GROOVE (4) BUTT JOINT (B) T-JOINT (T) CORNER JOINT (C)</p>		<p>BTC-P4-GF*</p>
<p>DOUBLE-BEVEL-GROOVE WELD (5) BUTT JOINT (B) T-JOINT (T) CORNER JOINT (C)</p>		<p>BTC-P5-GF*</p>

WELD SIZE (E) = S

*WELD SIZE (E) = S

WELD SIZE (E) = S
 FLAT & HORIZONTAL POSITION

WELD SIZE (E) = S - 1/8
 VERTICAL & OVERHEAD POSITION

WELD SIZE (E) = S
 FLAT & HORIZONTAL POSITION

WELD SIZE (E) = S - 1/8
 VERTICAL & OVERHEAD POSITION

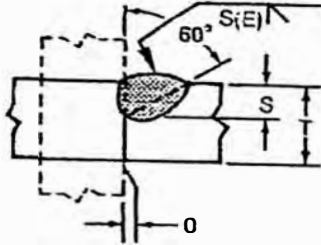
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES EXCEPT ANGLES.

Notes:

1. See Table 11 for workmanship tolerances.
2. Minimum root face of joint shall be 1/4 in.
3. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

*Total weld size (E) side 1 plus (E) of side 2.

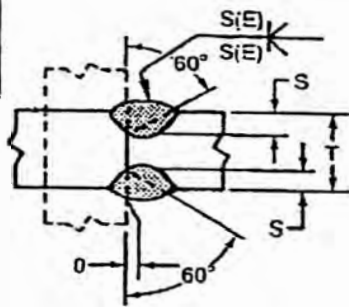
SINGLE-BEVEL-GROOVE (4)
 BUTT JOINT (9)
 T-JOINT (T)
 CORNER JOINT (C)



BTC-P4-GF

WELD SIZE (E) = S

DOUBLE-BEVEL-GROOVE WELD (5)
 BUTT JOINT (8)
 T-JOINT (T)
 CORNER JOINT (C)



BTC-P5-GF

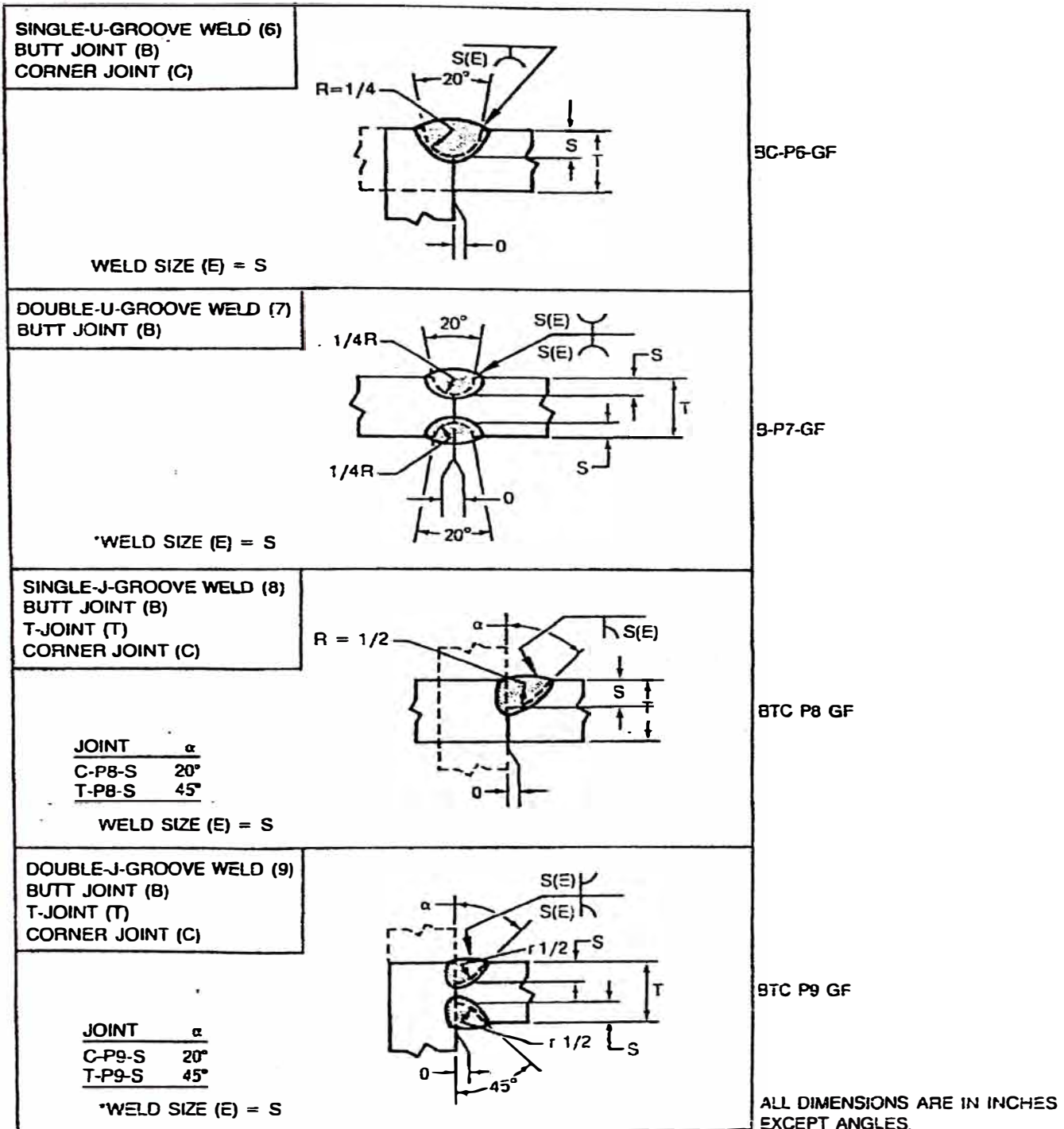
*WELD SIZE (E) = S

ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES
 EXCEPT ANGLES.

Notes:

1. See Table 11 for workmanship tolerances.
2. Minimum root face of joint shall be 1/4 in.
3. Not prequalified for gas metal arc welding using short circuiting transfer or pulsed arc.

*Total weld size (E) side 1 plus (E) of side 2.



Notes:

1. See Table 11 for workmanship tolerances.
2. Not prequalified for gas metal arc welding using short-circuiting transfer or pulsed arc.
3. Minimum root face of joint shall be 1/8 in.

*Total weld size (E) Side 1 plus (E) of Side 2.

Figure 21 (Cont'd)—Partial Joint Penetration Prequalified Gas Metal and Flux Cored Arc Welded Joints

Reparación del Labio del Cucharón Shovel con Adaptadores Whisler

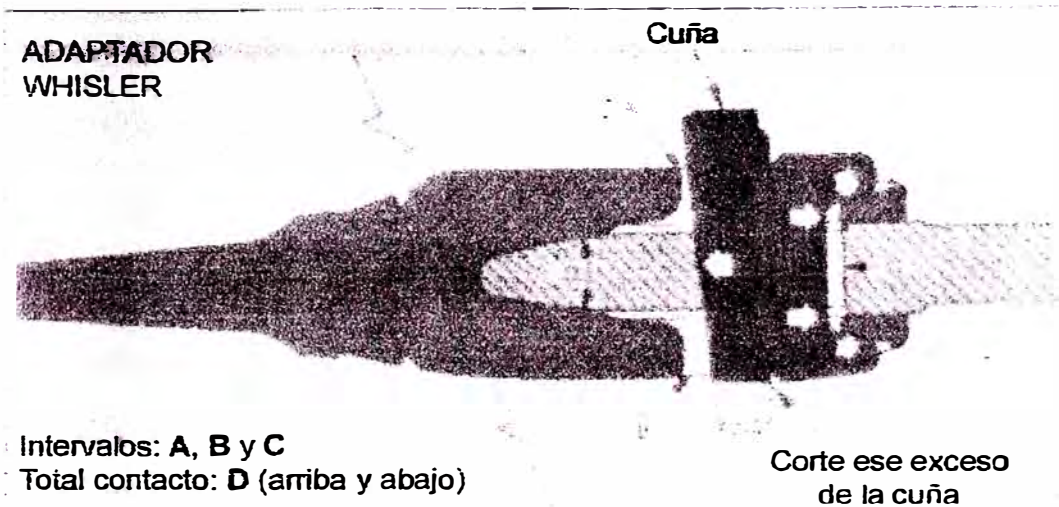
CIMA (Construction Industry Manufacturers Association), Asociación de la Industria Manufacturera de Construcción, en Estados Unidos, estandarizó todos los labios de los cucharones shovel americanos. Así, todos los fabricantes de adaptadores y protectores del labio están seguros de que esas partes perfectamente se conectan con el labio del cucharón; infelizmente esa estandarización no cubre los protectores de ala, donde cada fabricante tiene su propio diseño.

Los adaptadores de los labios de los cucharones shovel son designados de adaptadores Whisler, nombre de su idealizador; de esa manera los labios estandarizados por CIMA, de acuerdo con su espesor en la región donde se encajan las piernas de los adaptadores, son así designados:

Denominación Whisler	Espesor del labio	
	Pulgadas	Milímetros
WH12	6.75	171,5
WH11	6.75	171,5
WH10	6.75	171,5
WH8	5.25	133,4
WH6	4.5	114,3
WH4	3.75	95,3

▫ Las diferencias entre Whisler 10, Whisler 11 y Whisler 12 están en las respectivas posiciones del hueco del labio, que está más lejos del contorno del labio en el WH12, y así sucesivamente.

La figura siguiente muestra un plano del corte del labio en el cucharón donde se conecta el adaptador.

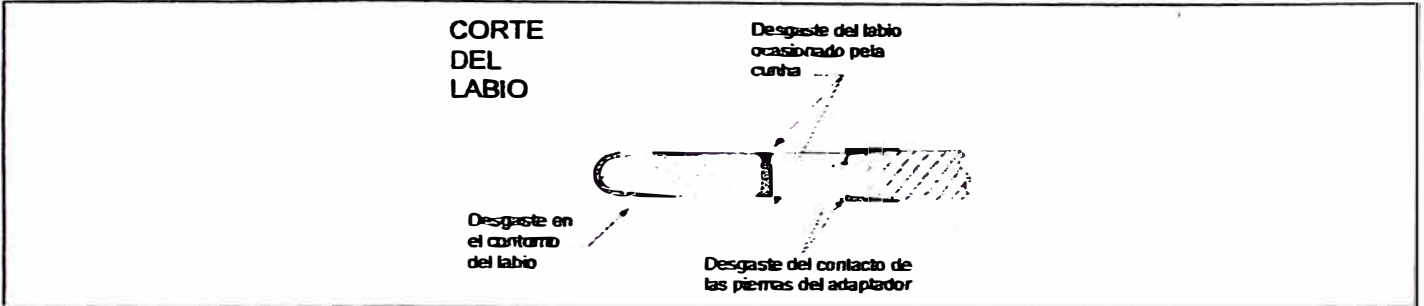


Las piernas del adaptador (color verde) se asientan en el labio (color amarilla) y el contacto ocasiona el desgaste de esa parte del labio porque la grampa "C" (color roja) fuerza las rampas cerrando las piernas del adaptador. La cuña (color negra) fuerza la grampa "C" y se contacta con la parte delantera del hueco del cucharón; consecuentemente esa parte delantera del hueco del cucharón también se desgasta.

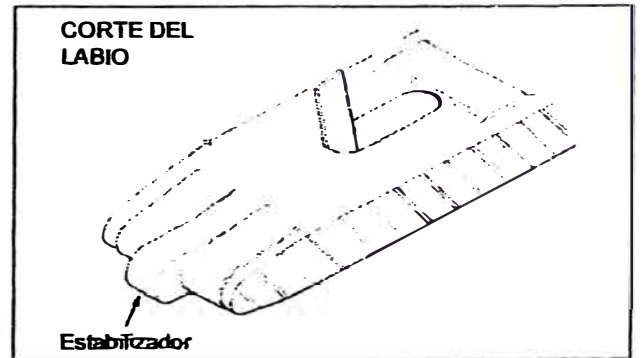
Igualmente el contorno del labio se contacta con el contorno interno del adaptador y así esa parte del labio del cucharón también se desgasta, una vez que los esfuerzos de los dientes son transmitidos de las Puntas a los Adaptadores y de esos para el Labio del Cucharón y se disipan en toda la estructura del Balde.

Muy importante es observar que la **Parte Trasera del Hueco del Labio** no se desgasta pues esa región no tiene contacto con ninguno elemento del diente del cucharón. Entonces, esta cara es usada como referencia para se medir el desgaste del labio del cucharón.

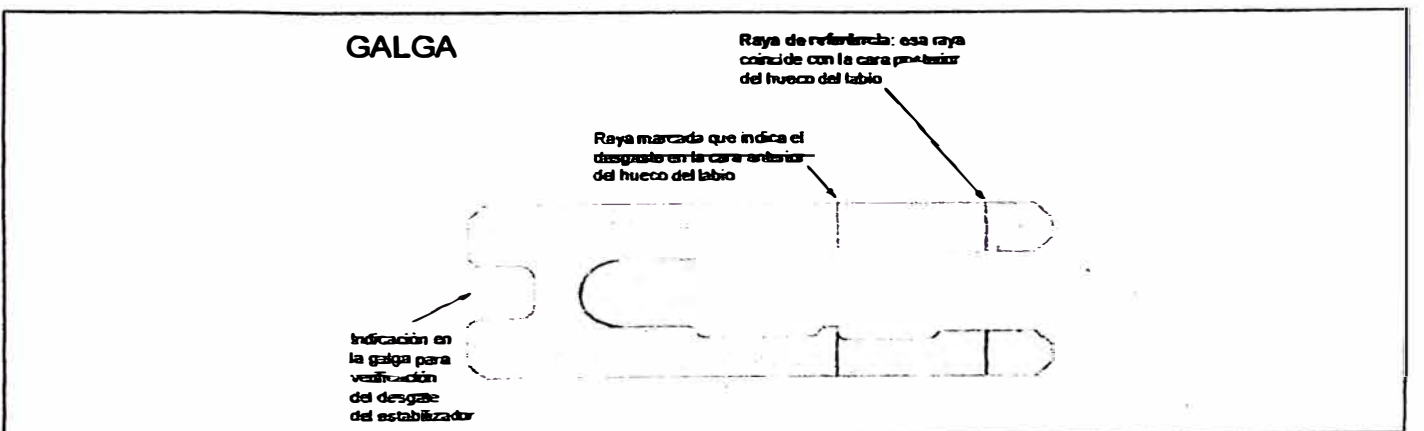
Las puntas son fabricadas en aleación de acero de alta dureza, pero resistente al impacto; los adaptadores ya presentan menos dureza que las puntas para se aumentar la resistencia al impacto. Por otro lado, el labio ya tiene más baja dureza que los adaptadores para presentar más resistencia al impacto y así pues disipar más eficientemente todos los esfuerzos de la excavación en la estructura del cucharón; evidentemente los labios, aún que estén con protectores, sufren los impactos, y se deforman presentando desgaste en los siguientes puntos:



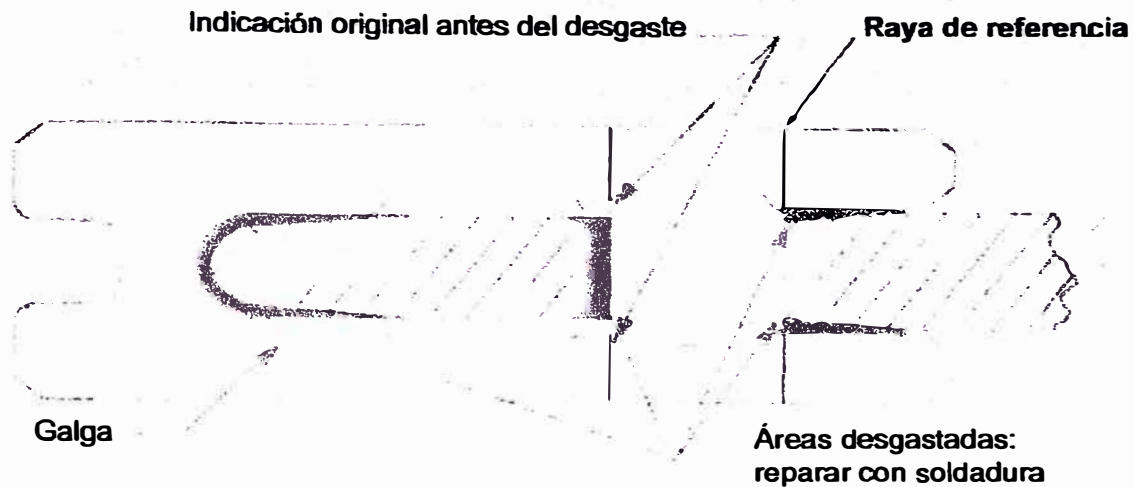
1. **Contorno del labio**, que se conecta con el contorno del adaptador;
2. **Contacto de las piernas del adaptador**. las regiones del labio donde se asientan las piernas de los adaptadores.
3. **Parte anterior del hueco del labio**: región donde se conecta la cunha forzando la grampa "C".
4. **Zona de estabilización del adaptador**: en el contorno del labio, en la posición donde conecta con los adaptadores hay una protuberancia, conocida como estabilizador del adaptador, evitando su movimiento horizontal en el labio. Esa protuberancia (estabilizador) también se deforma con los impactos en la excavación. Vea la figura.



Como los labios fueran estandarizados se puede fabricar una Galga que contiene su primitivo contorno. Esa galga tiene dos rayas marcadas que indican la posición de los planos de las caras anterior y posterior del hueco del labio.

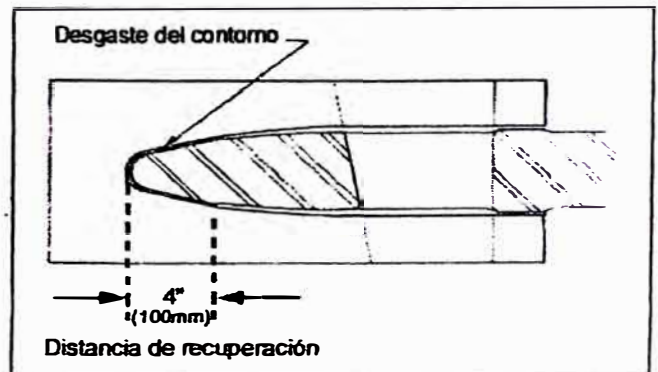


Observar que el labio cuando está desgastado, solamente la **raya de referencia** de la galga coincide con la parte posterior del hueco del cucharón. De esa manera, la galga posicionada en un labio desgastado con la **raya de referencia** coincidiendo con la cara posterior del hueco se puede evaluar cuanto el labio se desgastó.

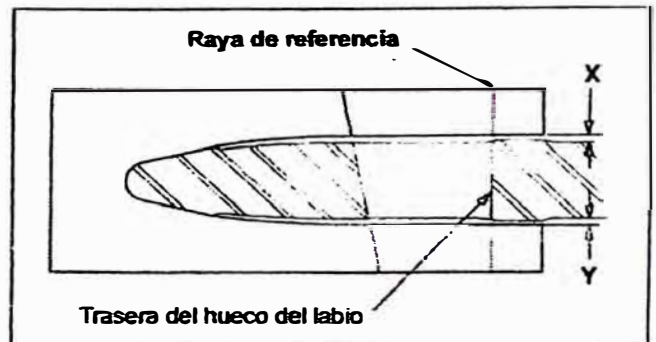


Procedimientos de Reparación

1. Verificación del desgaste del contorno del labio: con la galga posicionada correctamente en el labio, se verifica si el desgaste del contorno del labio excede a $3/32''$ (2mm); si efectivamente ultrapasa ese valor es necesaria la reparación por soldadura en todo el contorno del labio y un esmerilamiento que permite un asentamiento perfecto de la galga en el labio en un largo de aproximadamente de $4''$ (100mm) lejos del punto más externo del contorno del labio. Vea la figura.



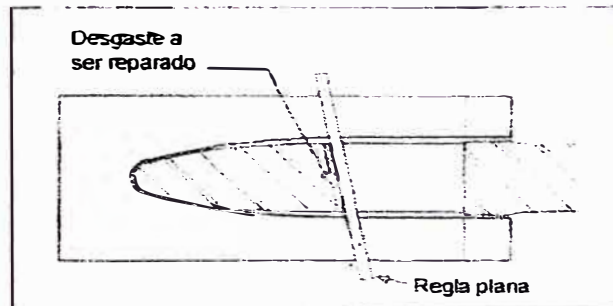
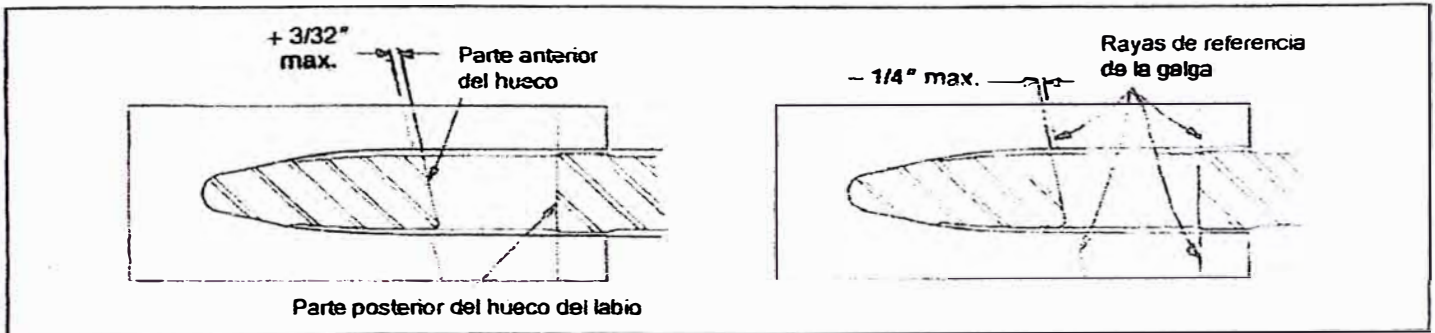
2. Verificación del desgaste del labio donde se asientan las piernas de los adaptadores: con la galga posicionada correctamente en el labio se verifica el desgaste donde se asientan las piernas del adaptador en el labio. Vea la figura.



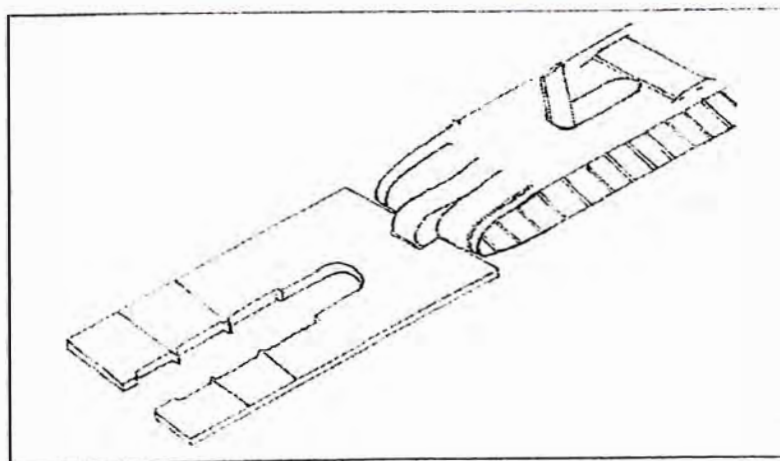
El intervalo total entre la galga y la área de asentamiento no debe exceder a $1/8''$ (3mm). Así el intervalo X adicionado con el intervalo Y no debe exceder a $1/8''$ (3mm). Si la medida encontrada es superior a ese valor indicado se debe recondicionar con soldadura la región de asentamiento en la parte superior y también en la parte inferior del labio.

3. Verificación del desgaste en la parte anterior del hueco del labio: en ese sitio es donde se efectúa el contacto de la cuña de fijación del adaptador con la grampa "C".

La parte anterior del hueco del labio se puede posicionar entre los intervalos: $+3/32''$ (+2mm) y $-1/4''$ (-6mm). Generalmente se posiciona a $+3/32''$ (+2mm) cuando se efectúa la reparación del hueco; pero, casi siempre esa parte no presenta desgaste superior a $-1/4''$ (-6mm) y no necesita reparación. Entretanto en algunas minas el desgaste es acentuado y entonces hay que reparar con soldadura. En ese caso se debe utilizar un electrodo delgado y después se esmerila con punta montada, al mismo tiempo que se verifica el asentamiento con una nueva cuña. Vea que la parte plana del labio que rodea el anterior del hueco deberá ser acabada lo más recto posible tanto adentro como afuera del hueco. Después de esa reparación se debe verificar si los intervalos están conforme las especificaciones: $+3/32''$ (+2mm) y $-1/4''$ (-6mm). Vea las figuras.



4. Verificación del desgaste del estabilizador: la marca existente en la galga indicada en la figura de la galga (pag. 04) es utilizada para se verificar el desgaste tanto en la parte curva como en el ancho del estabilizador que se deforma considerablemente en la operación. Las partes desgastadas del ancho y de la curva deben ser soldadas y esmeriladas. Usase la galga para esa verificación. Vea la figura.



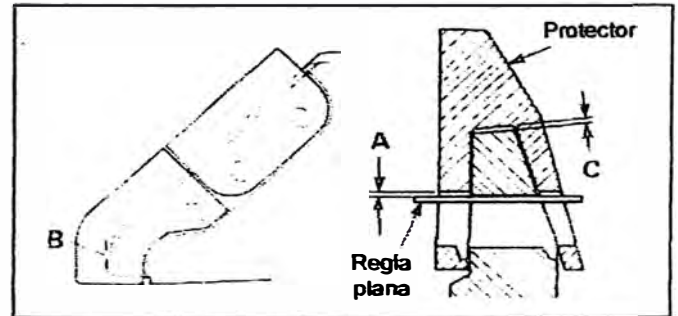
Protectores Mecánicos Laterales

Grampa "C"

- Verifique el asentamiento del protector de ala con un protector nuevo. Una distancia mínima de 1/8" (3mm) debe ser encontrada en la medida "A"; ese intervalo se determina con una regla plana entre la parte superior del hueco del cucharón y la parte superior del hueco del protector. Si ese intervalo no existir los asentamientos deben ser reparados con soldadura. Si el desgaste en la lateral del cucharón es muy severo es recomendable la instalación de una nueva base soldable para el protector de ala.

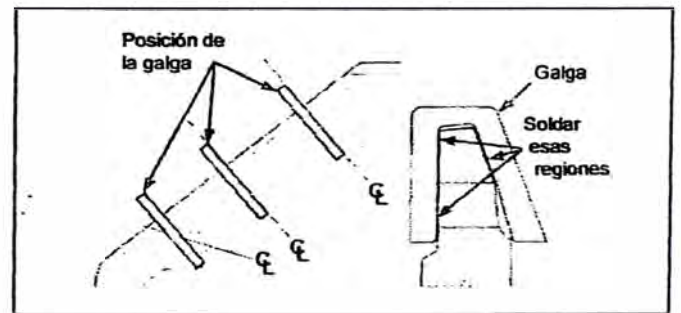
Nota: El protector inferior deberá tener contacto con el labio en el punto "B" y deberá existir un intervalo en el punto "C", tanto para el protector inferior como también para el protector de ala superior.

- Si es necesaria reparación con soldadura se debe utilizar la galga para determinar la cantidad de soldadura requerida. La galga debe ser posicionada de modo que las rayas de la galga estén en la misma alineación que las rayas de los centros de los huecos de las laterales del cucharón, como indica la figura.



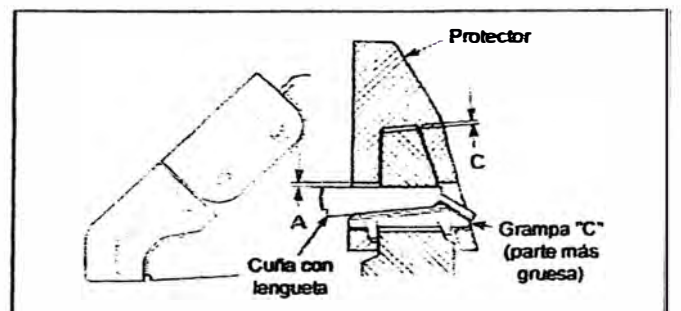
En la galga existen dos conjuntos de rayas marcadas; uno de ellos se refiere al protector inferior y el otro al protector superior (la galga lo indica). Repare con soldadura y esmerile; esté atento para que las superficies de ajuste sean mantenidas en el mismo plano para cada protector de ala.

¡Atención: Si no hay galga disponible utilice un protector nuevo como referencia!



- Después de la recuperación utilice un protector nuevo y nueva grampa "C" y cuña para verificar el ajuste. Golpear la cuña con un martillo de 5 libras (2,5 kg) hasta que no más se mueva. La lengüeta de la cuña debe mantenerse en una posición que sea adecuada a ser doblada sobre la grampa "C" y la cuña.

¡Atención: La cuña siempre debe adentrarse de afuera para dentro del hueco lateral del cucharón! Vea a figura.



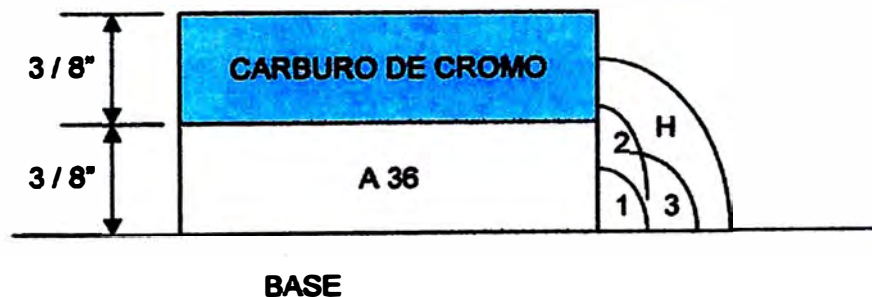
- De tiempos en tiempos verifique si el conjunto se mantiene apretado. Si necesario, remueva la cuña para verificar el ajuste y redoble la lengüeta de la cuña para evitar quiebras o pérdidas. Opcionalmente puede ser depositado un cordón de soldadura entre la grampa "C" y la cuña, después que esté firmemente apretada.
¡Nunca suelde la cuña o la grampa "C" en el protector del labio!

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PLANCHAS ESTRUCTURALES A514 Y MATERIAL BASE TIPO CR-NI-MO

1. En el caso de fisuras como se explicó anteriormente, usar enmantequillado en todo el bisel, usar electrodos tipo AWS E8018-C1 de 1/8" para este fin, seguir con el proceso hasta lograr que por lo menos el 30 a 40% de la altura del bisel se haya soldado con electrodo manual, el resto se puede usar alambre tubular del tipo E81T1-NI1 o E81T1-NI2.
2. Cuando no se tenga la posibilidad de hacer la raíz por la parte posterior de la junta se recomienda usar platina de respaldo para tener una penetración al 100%.
3. Eliminar todo contaminante de la junta a soldar: humedad, grasa, polvo, etc.
4. Cuando se termine de soldar una fisura se deberá eliminar la sobremonta recuperando de esta forma la geometría inicial, esto evitará la concentración de esfuerzos en esa área.
5. Los defectos finales presentes como socavaciones, mordeduras, etc. Se eliminarán con el proceso TIG tanto por fusión como con aporte.
6. En el caso de materiales fundidos como el labio, piso del balde, la temperatura mínima de precalentamiento será de 400°F.
7. Al final de cada reparación hacer ensayo no destructivo con líquidos penetrantes o partículas magnéticas para asegurar que no existan discontinuidades en las áreas reparadas.

PROCEDIMIENTO DE FIJACIÓN DE PLANCHAS DE CARBURO DE CROMO

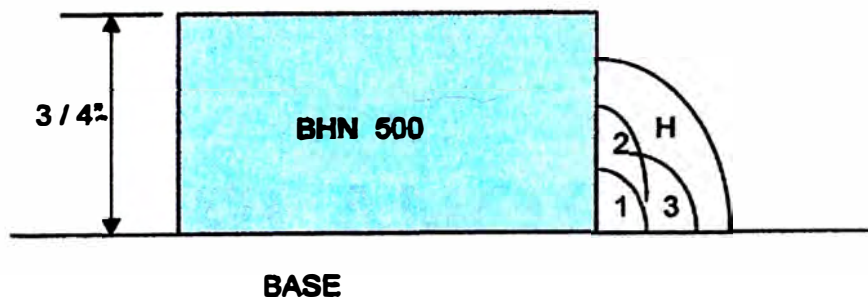
PASE	ALAMBRE	GAS	FLUJO PIE3/H	VOLTAJE	AMPERAJE	STICK OUT (PULG.).
1	E 71T-12 x 1/16"	AR+CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
2	E 309LT1-1 X 1/16"	CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
3	E 309LT-1 X 1/16"	CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
H	RECARGUE DURO 60 HRC	NO	NO	32	250	1 1/2"



1. Eliminar todo contaminante de la junta a soldar tales como: aceite, pintura, grasa, humedad, polvo, etc.
2. Solo precalentar para eliminar la humedad el piso de 50 a 80 grados Fahrenheit, no precaliente la zona correspondiente a los carburos de cromo ya que genera desprendimiento de los mismos.
3. Se recomienda como blindaje de cordones de unión alambre tubular de HRC 60 (lincore 60-O) de 5/64.
4. En zonas de alto impacto se puede usar el alambre tubular E81T1-NI 1 en reemplazo del alambre E71T-1.
5. Evitar corrientes de aire frío o enfriamientos rápidos, usar mantas térmicas.

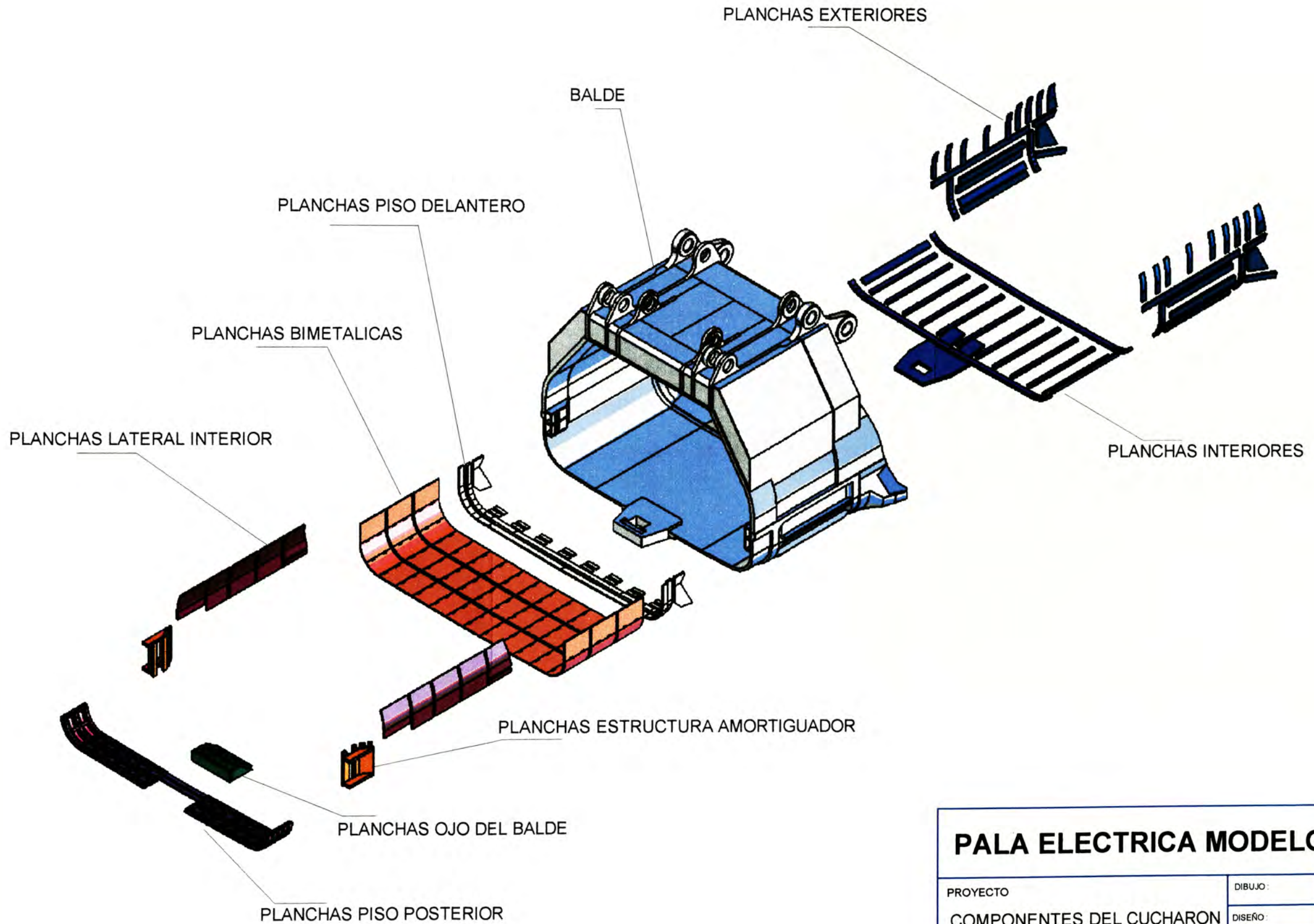
PROCEDIMIENTO DE FIJACIÓN DE PLANCHAS DE DESGASTE TIPO 500 BHN

PASE	ALAMBRE	GAS	FLUJO PIE3/H	VOLTAJE	AMPERAJE	STICK OUT (PULG.).
1	E 71T-1 x 1/16"	AR + CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
2	E 71T-1 X 1/16"	AR + CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
3	E 71T-1 X 1/16"	AR + CO2	30 – 40	30	230	3/4" @ 1"
H	RECARGUE DURO 60 HRC	NO	NO	32	250	1 ½"



1. Eliminar todo contaminante de la junta a soldar tales como: aceite, pintura, grasa, humedad, polvo, etc.
2. Precalear de acuerdo a espesor de plancha, usar tizas de temperatura para verificación.
3. Se recomienda como blindaje de cordones de unión alambre tubular de HRC 60 (Lincore 60-O) de 5/64.
4. En zonas de alto impacto se puede usar el alambre tubular E81T1-NI 1.
5. Evitar corrientes de aire frío o enfriamientos rápidos, usar mantas térmicas.

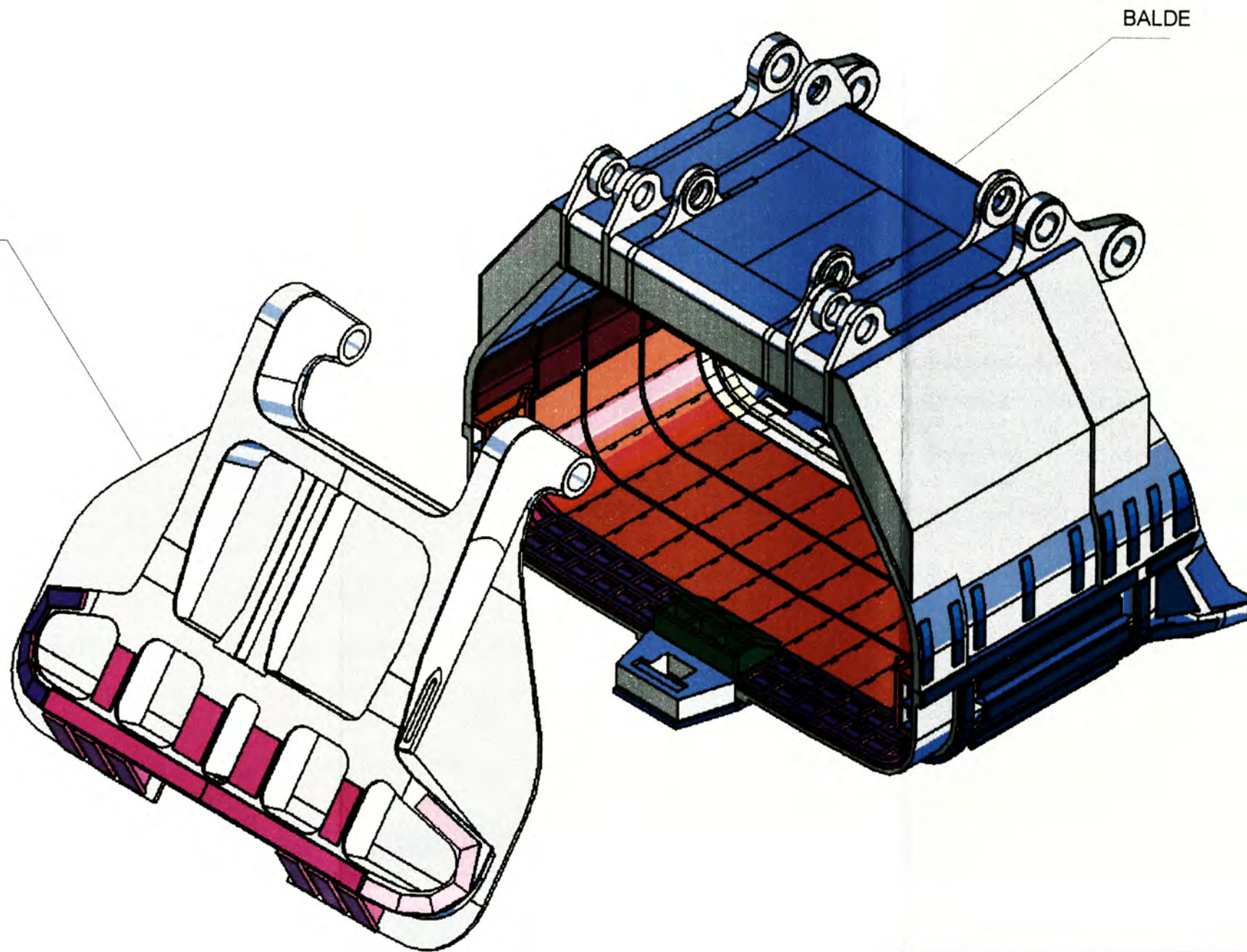
PLANOS



PALA ELECTRICA MODELO 495BI

PROYECTO COMPONENTES DEL CUCHARON	DIBUJO:	PLANO: Nro. : 1
	DISEÑO:	
	FECHA: 05 / 09 / 06	
PROPIETARIO	REVISION	ESCALA: INDICADA
		REV. 1

COMPUERTA



BALDE

PALA ELECTRICA MODELO 495BI

PROYECTO

BALDE Y COMPUERTA

DIBUJO:

DISEÑO:

FECHA:
05 / 09 / 06

PLANO:

Nro. : 2

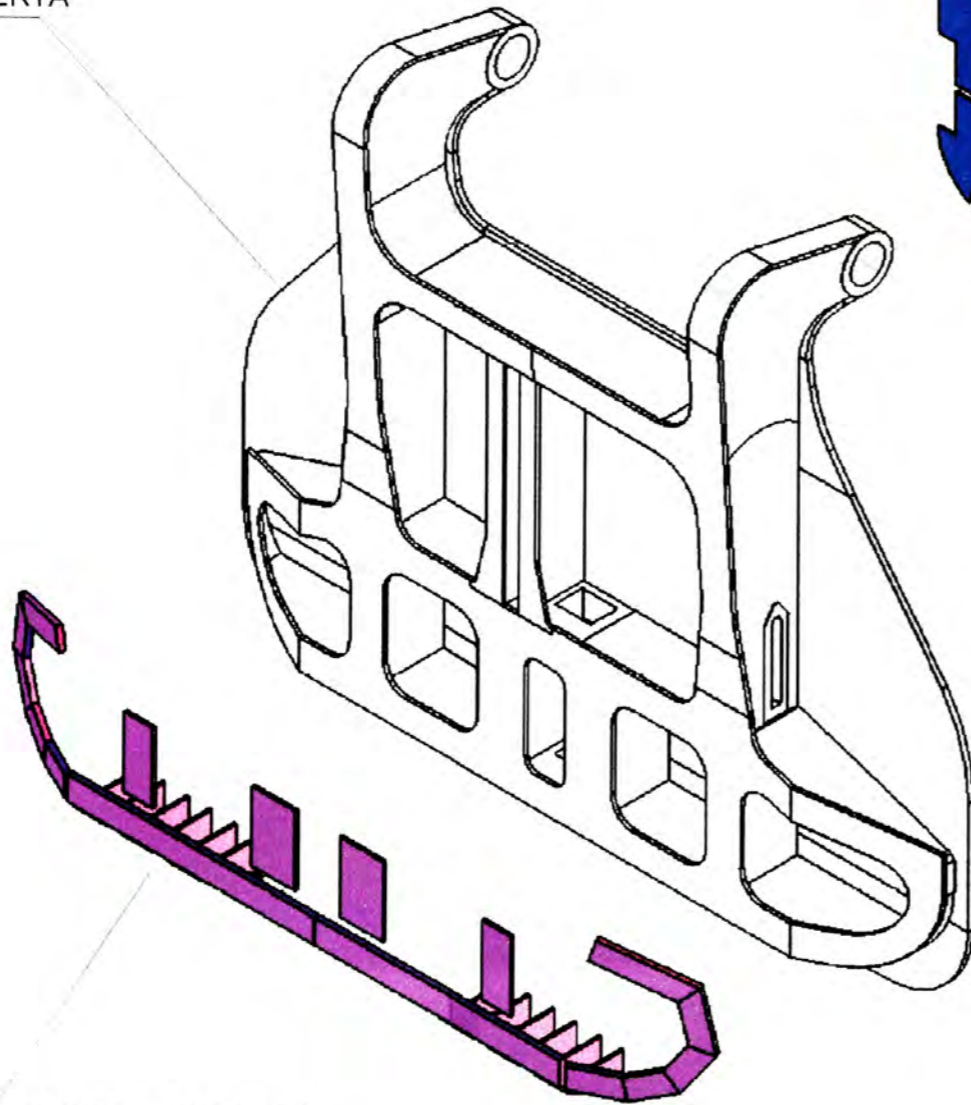
PROPIETARIO

REVISION

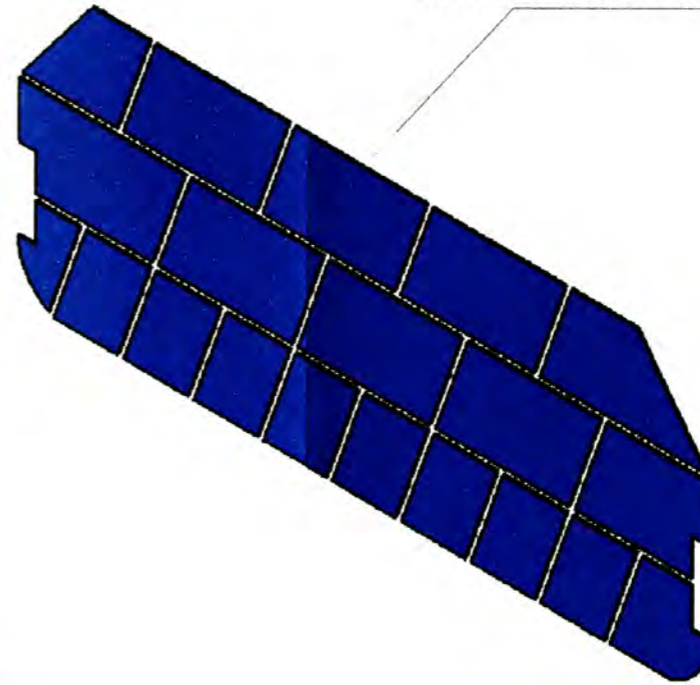
ESCALA:
INDICADA

REV. 1

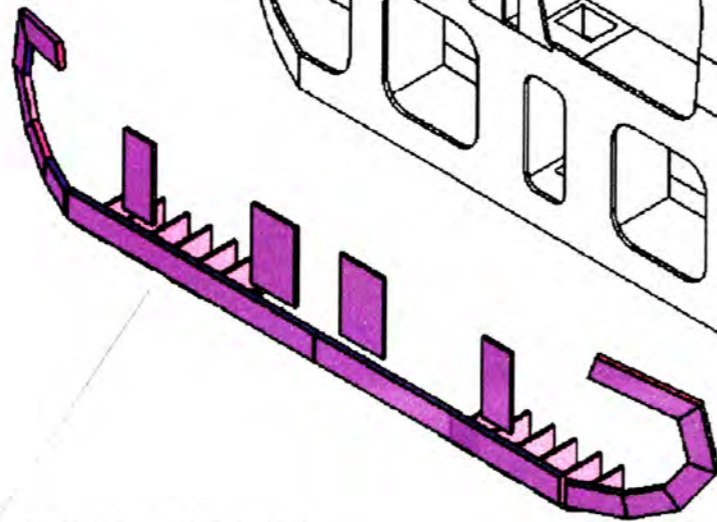
COMPUERTA



PLANCHAS DE DESGASTE INTERIOR



PLANCHAS DE DESGASTE EXTERIOR



PALA ELECTRICA MODELO 495BI

PROYECTO	DIBUJO	PLANO:	
PLANCHAS DE DESGASTE	DISEÑO:	Nro. : 3	
	FECHA: 05 / 09 / 06		
PROPIETARIO	REVISION	ESCALA: INDICADA	REV. 1