



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVANPMA DE
 MEXICO

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. dei Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Aplicación de la Aluminotermia para el Sueldado de los Perfiles
de Vía en la Implantación de Zonas Neutras del Sistema de Alimentación -
Tracción (S.T.C. Rodamiento Neumático)"

que presenta el pasante: Daniel Castrejón Alemán
 con número de cuenta: 8634956-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 16 de Junio de 1998

PRESIDENTE	<u>Ing. Filiberto Leyva Piña</u>	
VOCAL	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Noé García Lira</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arciniega</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Jesús García Lira</u>	



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**APLICACIÓN DE LA ALUMINOTERMIA PARA
EL SUELDADO DE LOS PERFILES DE VIA EN
LA IMPLANTACION DE ZONAS NEUTRAS
DEL SISTEMA DE ALIMENTACION –
TRACCION. (S.T.C. RODAMIENTO
NEUMATICO)**

AGRADEZCO

A MIS PADRES:

**ING. DANIEL CASTREJON TOLEDO
SRA. GALA ALEMAN VILLEGAS**

Con todo el amor y un profundo agradecimiento por su gran apoyo, estímulo e impulso brindado para alcanzar esta meta y como resultado de la semilla que sembraron un día...

A MI HERMANO:

ANTONIO CASTREJON ALEMAN

Con mucho cariño, comprensión y agradecimiento por tú apoyo moral que me brindaste desde donde te encuentras actualmente, esperando que regreses pronto...

A MI HERMANA:

LIZBETH CASTREJON ALEMAN

Con mucho cariño y agradecimiento por su apoyo brindado para la realización de este trabajo, ya que sin el no hubiera podido alcanzar esta meta...

A MI ESPOSA:

REYNA GONZALEZ SEBASTIAN

Amiga, compañera y consejera, que gracias a su apoyo, ayuda y comprensión se ve realizada una meta mas, de tantas que tenemos planeadas en el futuro...

A MI PEQUEÑO HIJO:

DANIEL CASTREJON GONZALEZ

Con gran cariño y amor le dedico este trabajo,
para que el día de mañana no cometa los mismos
errores que yo cometí y trate de ser siempre
mejor, así como un logro a superar...

A MIS ASESORES:

ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA
ING. CRUZ ANTONIO HUERTA SANTAMARIA

Agradezco infinitamente a mis asesores por la profesionalidad con la que supieron dirigir este trabajo, el cual será para dar un paso mas en mi superación personal...

A TODOS MIS AMIGOS:

Que de alguna forma participaron en la
realización de este trabajo, así como su apoyo,
ayuda y comprensión brindado
desinteresadamente...

... Y a todas aquellas personas, que por omisión involuntaria, pero con la intención de brindarles mi mas profunda admiración y respeto por el apoyo, consultas y consejos que me brindaron para esta meta, que tanto había deseado.

¡GRACIAS!

INDICE

CAPITULO I

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

Pag.

1.1 RESEÑA HISTORICA	1
1.2 ASPECTO TECNICO	4

CAPITULO II

SISTEMA DE ALIMENTACION TRACCION

2.1 DISTRIBUCION DE LA ENERGIA EN EL S.T.C.

2.1.1 LA RECEPCION EN ALTA TENSION	11
2.1.2 INTERRUPTORES DE ALTA TENSION	13
2.1.3 SUBESTACIONES DE RECTIFICACION	13

2.2 DESCRIPCION DE LA INSTALACION DE VIA

15

2.3 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS VIAS

16

2.3.1 VIA SOBRE BALASTO	16
2.3.2 VIA SOBRE FOSA	17
2.3.3 VIAS ESPECIALES DE CONCRETO EN CRUCES DE LINEA	17

2.3.4 APARATOS DE VIA	18
-----------------------	----

2.4 BALASTO

18

2.5 LOS DURMIENTES

19

2.5.1 DURMIENTES DE MADERA	19
2.5.2 DURMIENTES BIBLOQUE DE CONCRETO	20

	Pag.
2.6 RIELES DE SEGURIDAD	21
2.7 PISTAS DE RODAMIENTO	
2.7.1 PISTAS DE RODAMIENTO METALICAS	22
2.7.2 PISTAS DE RODAMIENTO DE CONCRETO ARMADO	23
2.8 LOS AISLADORES DE LA BARRA GUIA	24
2.9 LA BARRA GUIA	25
2.9.1 PROTECCIONES DE LA BARRA GUIA	26
2.10 LOS APARATOS DE VIA	26
2.10.1 POSICION DE LAS AGUJAS	28
2.11 LOS CERROJOS DE AGUJAS	29
2.12 LOS MOTORES DE LAS AGUJAS	30
2.13 LAS PALANCAS DE MANDO MANUAL	31
2.13.1 PALANCA DE MANIOBRA "SAXBY"	31
2.13.2 PALANCA DE MANIOBRA "SECTOR"	31
2.14 TOPES DE FIN DE VIA	32

CAPITULO III

LA ALUMINOTERMIA

3.1 INTRODUCCION	33
3.1.1 SOLDADURA POR FUSION O POR PROCEDIMIENTO DE COLADA	35
3.1.2 SOLDADURA A PRESION	36
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ALUMINOTERMIA	

	Pag.
3.2.1 TIPO DE SOLDADURA EN FUNCIÓN DE LA ALEACION DE LOS RIELES A SOLDAR	37
3.2.2 TIPO DE PRECALENTAMIENTO	37
3.2.3 TIPO DE DESTAPE	37
3.2.4 ESPACIO ENTRE RIELES A SOLDAR O "CALA"	38
3.2.5 COMPOSICION Y PRESENTACION DE UN KIT DE SOLDADURA	38
3.2.6 NOMINADO DE SOLDADURA	38
3.2.7 OTROS MATERIALES CONSUMIBLES	39
3.2.8 ALMACENAJE	39
3.3 INSTRUCCIONES PARA LA APLICACIÓN	
3.3.1 PREPARACION DE LAS JUNTAS A SOLDAR	
3.3.1.1 INSPECCION DE LOS EXTREMOS DE LOS RIELES A SOLDAR	40
3.3.1.2 CALA O ESPACIO ENTRE RIELES A SOLDAR	40
3.3.1.3 CORTE DE LOS RIELES – LIMPIEZA DE LOS EXTREMOS A SOLDAR	41
3.3.1.4 MOVIMIENTO DE BALASTO Y ELEMENTOS DE FIJACION	42
3.3.2 ALINEAMIENTO	42
3.3.3 COLOCACION DE LOS MOLDES	45
3.3.4 PREPARACION DEL CRISOL	47
3.3.5 PRECALENTAMIENTO	50
3.3.5.1 PRECALENTAMIENTO AIRE PULSADO – GASOLINA	50
3.3.5.2 PRECALENTAMIENTO AIRE PULSADO – PROPANO	52
3.3.5.3 PRECALENTAMIENTO OXI – PROPANO	52

	Pag.
3.3.6 REACCION Y SOLDADURA	54
3.3.7 DESMOLDEO	55
3.3.8 CORTE Y LIMPIEZA	56
3.3.8.1 CORTE CON CORTADOR DE EXCESOS (TAJADOR)	56
3.3.8.2 CORTE CON CORTAMAZAROTAS HIDRAULICO	57
3.3.8.3 LIMPIEZA	58
3.3.9 ESMERILADO	58
3.3.9.1 ESMERILADO DE DESBASTE	59
3.3.9.2 ESMERILADO DE TERMINACION	60
3.3.10 MARCADO DE SOLDADURA	61
3.3.11 VERIFICACIÓN	61
3.3.11.1 VERIFICACION DE ASPECTOS	62
3.3.11.2 VERIFICACION DE LA GEOMETRIA	62
3.3.11.2.1 VERIFICACION EN PLANO	63
3.3.11.2.2 VERIFICACION EN PERFIL	64
3.3.11.2.3 VERIFICACION DE LA INCLINACION	64
3.4 EQUIPO DE APLICACIÓN	64
3.4.1 EQUIPO ESPECIAL	65
3.4.2 EQUIPO NORMAL	65
3.4.3 MAQUINARIA	65

CAPITULO IV

PRUEBAS Y NORMAS APLICABLES A SOLDADURAS ALUMINOTERMICAS REALIZADAS SOBRE ELEMENTOS DE VIA

	Pag.
4.1 PRUEBAS REALIZADAS A SOLDADURAS ALUMINOTERMICAS	68
4.2 PRUEBAS DE IMPACTO	69
4.3 PRUEBAS DE DUREZA	71
4.4 PRUEBAS DE INSPECCION VISUAL	74
4.5 ANALISIS DIMENSIONAL	74
4.6 APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES	74
4.7 ESPECIFICACIONES REALIZADAS AL PROVEEDOR	75
4.8 ESPECIFICACIONES APLICABLES A LA PREPARACION DEL PROCEDIMIENTO	76
4.9 ESPECIFICACIONES SOBRE SOLDADURAS TERMINADAS	77
4.10 ESPECIFICACIONES PARA PRUEBA DE IMPACTO	78
4.11 ESPECIFICACIONES PARA PRUEBA DE DUREZA	78
4.12 ESPECIFICACIONES PARA INSPECCION VISUAL	78
4.13 PREPARACION DE SOLDADURAS	79
4.14 PERIODO DE GARANTIA	79

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES	81
------------------	----

GLOSARIO DE TERMINOS

	Pag.
TERMINOS QUIMICOS	83
TERMINOS CORRESPONDIENTES AL S T.C. "METRO"	85
TERMINOS RELACIONADOS CON LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA	88

CAPITULO 1

EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO “METRO”

1.1 RESEÑA HISTORICA

La insuficiencia de transporte colectivo en las grandes ciudades, ha ocasionado que se incrementen los medios de transporte particulares, agravando los problemas de vialidad y contaminación ambiental, además de generar grandes demandas para el desarrollo de su infraestructura.

Durante las ultimas décadas; el numero de usuarios del S.T.C. se ha incrementado notablemente. En 1970, primer año completo de operación, se transportaron 141.6 millones de usuarios y al final de su primera década de su funcionamiento en el año de 1979, el S.T.C., llego a mover 837.5 millones de usuarios, con un crecimiento promedio anual del 22%. En la década siguiente (1980-1989), el nivel de servicio continuo su crecimiento hasta llegar a 1,542.9 millones de usuarios en 1989, año récord en pasajeros transportados, registrando un crecimiento medio anual del 6% durante la década. Posteriormente, como resultado de los ajustes tarifarios aprobados al Organismo y del deterioro del salario real que resulta del proceso inflacionario, el nivel de transito del usuario descendió a 1,473.9 millones de pasajeros para 1995.

El servicio que presta el Organismo disfruta de gran aceptación por parte de los habitantes de la Ciudad de México y su área Metropolitana, captando alrededor del 23% de la demanda del transporte. Entre 1969 y 1996 la expansión de la red ha sido igualmente importante, con un crecimiento de 12.5 veces, durante este lapso.

El metro de la Ciudad de México tiene un lugar sobresaliente entre los 87 principales trenes metropolitanos del mundo, al ocupar el tercer lugar en el numero de pasajeros transportados, después de los de Moscú y Tokio

En la historia de planeación de transporte de la Ciudad de México, específicamente en lo referente a la planeación de la Red del Metro, se puede destacar lo siguiente.

Entre 1960 y 1967 se proyectan las primeras Líneas del Metro. Su construcción se llevó a cabo entre 1967 y 1970, habiéndose puesto en servicio la Línea 1, de Zaragoza a Tacubaya, la Línea 2 de Tacuba a Taxqueña y el tramo Tlatelolco - Hospital General de la Línea 3. La red inicial así lograda alcanzo 35.9 km., de servicio.

Cabe señalar que durante el periodo de 1970 a 1977, no se proyectaron ni se construyeron nuevas líneas, solo se concluyo el tramo de Tacubaya a Observatorio, de la Línea 1, con una distancia de 1.4 km.

Posteriormente, entre 1978 y1980, se elaboró la primera versión del Plan Maestro del Metro. Esto se da en el contexto de un nuevo y fuerte impulso al crecimiento del Metro, arrancando en 1978, con el que se agregan a la red 34 km., mas: la línea 3 se lleva al Norte hasta Indios Verdes y al sur hasta Zapata y se construyen las líneas 4 y 5, de Martín Carrera a Santa Anita y de Politécnico a Pantitlán, respectivamente. La red alcanza una longitud total de servicio de 71.4 km

A partir de 1983 se incremento la red en 52.5 km., al prolongarse las Líneas 1, 2 y 3 hasta Pantitlán, Cuatro Caminos y Universidad, respectivamente Asimismo, se ponen en servicio las líneas 6, 7 y 9, y cuyos recorridos respectivos son, El Rosano - Martín Carrera, El Rosario - Barranca del Muerto y Tacubaya - Pantitlán. La red alcanzó así los 124 km., de servicio

En 1985 surge la versión revisada y actualizada del Plan Maestro, basada en una encuesta Origen - Destino del Area Metropolitana de la Ciudad de México, levantada en 1983.

En 1987 y 1988 la versión del Plan Maestro de 1985, sufre ajustes en lo que corresponde a la construcción de la Línea "A", no planeada originalmente, y se modifican los trazos de la línea 8 y la línea "B", denominada línea 10 hasta 1994.

En el año de 1991 el S.T.C., continuando con su plan de desarrollo, puso en operación la línea "A" del Metro férreo, que presenta importantes diferencias con respecto al Metro neumático tradicional, por ejemplo, el sistema de rodada, el Metro férreo carece de neumáticos y de diferencial, además su alimentación eléctrica se lleva a cabo a través del sistema de catenaria, que se define como un sistema de distribución de energía de tracción que presenta características eléctricas y mecánicas que permiten al pantógrafo del tren realizar una buena captación sin discontinuidad, por consiguiente el sistema de catenaria permite alimentar a los motores de los trenes desde las subestaciones de rectificación

Sobre la base de estos ajustes, se pusieron en operación los 32.4 km , de servicio de la Línea "A", de Pantitlán a La Paz y se inaugura la Línea 8, en su primera etapa, de Garibaldi a Constitución de 1917. Con esto se llega a la red actualmente en operación, compuesta de nueve líneas de trenes sobre neumáticos y una rodadura férrea, que suman un total de 178 km., de operación, de los cuales 156 km., son de servicio.

1.2 ASPECTOS TECNICOS

Dentro del S.T.C., se prevén para cada línea tres horarios:

	LÍNEAS 1, 2, 3, "A"	LÍNEAS 4, 5, 6, 7, 8, 9
DÍAS LABORALES	5 :00 a 24:00 Hrs.	5 :00 a 24:00 Hrs
SÁBADOS	6 :00 a 1:00 Hrs.	6 :00 a 1 00 Hrs.
DOMINGOS Y DÍAS FESTIVOS	7 :00 a 24:00 Hrs.	7 :00 a 24:00 Hrs.

Se designa como un tren al conjunto de carros unidos por medio de acopladores apropiados, provistos de uno o varios motores de tracción.

Cualquiera que sea la forma de conducción de un tren, el conductor deberá siempre estar atento a la marcha correcta del mismo, vigilancia de la vía, señalización de la línea, dispositivos señales de control del tren

Existen diferentes tipos de conducción de un tren, los cuales a continuación se en listan

- a) Pilotaje automático (PA), en trenes de usuarios durante todo el servicio.
- b) Conducción Manual Controlada (CMC), en trenes de usuarios opcionalmente, durante los días u horas de menos afluencia, en estaciones o interestaciones donde exista, por algún motivo, personal autorizado en vías.
- c) Conducción Manual Limitada (CML), previa autorización del puesto central de control (PCC), en trenes desalojados y trenes de usuarios que no den servicio en una o varias estaciones.
- d) Conducción Manual Restringida (CMR), previa autorización del PCC, en caso de falla, **así como realizar franqueamientos autorizados de señales al alto.**
- e) Conducción Manual Limitada al Grado de Tracción T2 (CL-T2), previa autorización del PCC en trenes que presentan fallas en el equipo, cualquiera que sea su clasificación

A un tren, se le designa como material rodante, cada uno esta integrado por tres elementos y cada elemento esta formado por tres carros, por lo que un tren esta compuesto por nueve de estos, de los cuales seis son motrices (dos de estas motrices, son cabinas de conducción) y tres son remolques, uno de ellos, el PR, cuenta con el captor del Pilotaje Automático.

Las principales características de un tren son:

- El largo de un tren de nueve carros es de 147.62 mts.
- El ancho de todos los carros es de 2.50 mts.
- La altura de la pista de rodamiento a la parte superior de los carros es de 3.60 mts.
- La altura del piso de los carros al techo del mismo es de 2.40 mts.
- Las puertas de los carros miden 1.87 mts. de altura por 1.35 mts. de ancho, cada carro tiene cuatro puertas por cada lado.
- Cada motriz con cabina pesa 24.4 Ton.
- Cada motriz sin cabina pesa 24.6 Ton
- Cada carro remolque pesa 20.0 Ton.
- La velocidad máxima es de 80 km./h.
- La velocidad promedio comercial a la que van los trenes, es de 35 km./h

Las motrices que cuentan con la cabina de conducción son designadas con la letra "M", estas motrices reposan sobre dos carretillas equipadas cada una con dos motores de tracción, estas son las carretillas motoras (Bogie).

La caja motriz, que no tiene cabina de conducción, se designa con la letra "N", esta reposa sobre dos carretillas motoras idénticas a aquellas de las motrices "M". Bajo de las capas de las motrices ("M" o "N") están instalados los equipos que aseguran el funcionamiento de los motores de tracción.

El remolque "R", la caja es idéntica a la motriz "N", la cual reposa sobre dos carretillas, desprovistas de motores de tracción, llamadas carretillas portadoras. Bajo de

la caja del remolque están instalados el compresor y las baterías, el primero produce el aire comprimido utilizado para el frenado neumático y para la apertura y cierre de puertas; las baterías suministran la corriente de baja tensión de 72 V., para alimentar los generadores, estos a su vez proporcionan la corriente alterna de 250 V, destinada principalmente al alumbrado propio de los carros y a la alimentación de los rectificadores del tren. El compresor y el grupo motor generador trabajan con la corriente de 750 V., proporcionada por la motriz "N" adyacente; el captor de pilotaje automático, es el equipo de procesamiento de la señal de dicho pilotaje automático, este equipo solo esta instalado en el remolque del segundo elemento (PR).

Existen diferentes modelos de trenes, los cuales tienen diferentes características técnicas:

Modelo MP-68: Motores P para frenado que permiten convertirse en generadores y disipar la energía eléctrica producida por un banco de resistencias, este sistema también se conoce como frenado reostático, operación electromecánica; se cuenta actualmente con 58 trenes.

Modelo NM-73A: Dispositivo de tracción - frenado que recupera energía conectándose a la barra guía, también se llama "De recuperación" Equipo de transición entre tecnología electromecánica y electrónica; se cuenta con 11 trenes.

Modelo NM-73B. La energía generada durante el frenado es recuperada al conectar el circuito de generación a la barra guía, tecnología combinada; se cuenta con 26 trenes.

Modelo NM-73C. Características similares al modelo MP-82; se tiene un solo tren.

Modelo NM-79: Equipo que dispone de dos sistemas, el de recuperación y el reostático, es de tecnología electrónica japonesa, se cuenta con 58 trenes

Modelo NC-82: Equipo de fabricación canadiense, que tiene características similares al modelo NM-79, mejorando los sistemas de circuitos del convertidor estático, optimizándose los controles del sistema de apertura y cierre de puertas, tecnología electrónica; se cuenta con 20 trenes.

Modelo MP-82: Cuenta con tres tipos de frenados, eléctrico generativo, reostático y neumático, además tiene un sistema de convertidor eléctrico que alimenta los circuitos con corriente alterna de baja tensión, tecnología electrónica; se cuenta con 25 trenes.

Modelo NM-83A: Características similares al modelo NM-79, es de fabricación mexicana, tecnología electrónica, se cuenta con 30 trenes.

Modelo NM 83B: Características similares al modelo NM-79, tecnología electrónica, se cuenta con 25 trenes.

Modelo EN-92: Equipo de fabricación española, tecnología electrónica; se cuenta con 16 trenes.

Férreo: Boguies dotados de ruedas de acero con suspensión neumática, tecnología electrónica; este modelo de trenes está formado de solo dos elementos, es decir de seis carros, se cuenta con 20 trenes.

Estos trenes circulan por vías, las cuales están conformadas por durmientes, aislador, aislamiento, riel, pista de rodamiento, barra guía, balasto y tapiz de pilotaje automático.

El S.T.C., requiere para su funcionamiento una gran cantidad de energía eléctrica, en virtud de con ella funcionan los trenes, dispositivos de las estaciones y la mayoría de los equipos, de los talleres y edificios administrativos.

El suministro de la energía eléctrica que se utiliza en la red del "metro", tiene algunas variantes debido a las distintas etapas en que fueron construidas las líneas con que cuenta el Sistema de Transporte Colectivo "Metro" de la Ciudad de México.

La distribución de la corriente de tracción, para el funcionamiento de los trenes, en las Líneas de la Red, se efectúa con un voltaje aplicado a las barras guías de 750 volts de corriente continua entregado por las Subestaciones de Rectificación.

Con el fin de evitar la paralización de una Línea, cuando se presentan incidentes que impiden la energización de las barras guías, las Líneas se encuentran divididas en zonas, y éstas a su vez en secciones.

Cuando un incidente se presenta en una zona o sección, éstas pueden quedar sin alimentación tracción pero sin afectar a las otras zonas o secciones, pudiendo explotarse la línea parcialmente mediante un mecanismo llamado Servicio Provisional

La división eléctrica de una Línea en zonas se puede efectuar mediante los contactores de seccionamiento (CS) y la división eléctrica de algunas zonas en secciones se puede efectuar mediante los seccionadores de aislamiento telemandado (SIT).

Para el correcto funcionamiento de la operación de las Líneas de la Red, existen dos sistemas de control, uno es la Señalización y otro llamado Mando Centralizado. El primero, es un sistema de seguridad para controlar la circulación de los trenes, consta de 3,876 dispositivos entre semáforos, circuitos de vía, cofres de mando local y de socorro, conexiones inductivas, conmutadores de vía, detectores de neumático bajo y Tableros de Control Óptico. El sistema lógico que utiliza este equipo es basado en relevadores

Las señales por sus funciones se clasifican en señales fijas, señales móviles y señales de tren. Cada una de ellas se presenta en forma óptica o en forma acústica

Las señales ópticas, fijas o móviles deben estar colocadas a la derecha y en proximidad de la vía a la que interesa.

Dentro de las señales ópticas fijas, se encuentran las de espaciamiento; éstas sirven para mantener espacio de seguridad entre los trenes que circulan una misma vía en el sentido normal de la circulación.

Las señales de espaciamiento son semáforos que están constituidos por dos, tres o cuatro lentes dispuestas generalmente en forma superpuesta o excepcionalmente yuxtapuestas.

El funcionamiento de las señales de espaciamiento es automático. En la vía, los rieles de seguridad y las pistas de rodamiento están seccionadas; a cada una de las partes se le denomina circuito de vía (CDV) y están separados entre sí por juntas aislantes.

Los circuitos de vía son alimentados por corriente alterna en su extremo delantero (según el sentido de la circulación) para energizar a un relevador de vía ubicado en el local técnico de señalización. El relevador de vía se encuentra excitado en ausencia de tren y desexcitado en el caso contrario.

Los contactos de los relevadores de vía aseguran las conexiones convenientes para el funcionamiento de las señales de espaciamiento. Una señal de espaciamiento pasa al alto cuando las escobillas de tierra de un tren o el primer eje de un vehículo se encuentra sobre los rieles pertenecientes al circuito de vía delantero, permaneciendo así hasta que los dos circuitos de vía siguientes son liberados; de esta manera, sobre vías principales, un tren está normalmente protegido por dos señales de espaciamiento con indicación de alto, con una longitud entre ellos de 150 metros aproximadamente, esta protección se llama "Sección Tapón"

El otro sistema de control, el de Mando Centralizado, su objetivo principal es representar a través de un Tablero de Control Optico (T.C.O), el control de tráfico de trenes. La representación se realiza estación por estación, a través de recuadros que se iluminan al paso del tren, también incluye el cierre o apertura de los aparatos de tracción, para la autorización de energización de una línea por zonas y/o secciones.

Como parte vital para cumplir el objetivo enunciado, el mando centralizado cuenta con un equipo electrónico denominado Teletransmisión, el cual manipula en código digital más de 200 informaciones por segundo.

Como un complemento para obtener una óptima regulación, se cuenta con una computadora digital, llamada Programadora General de Tráfico (P.G.T.), la cual en base a un programa diseñado para tal fin, hace posible que en la Línea se tenga una regulación automática.

Estas computadoras están instaladas en dos edificios pertenecientes al Sistema de transporte Colectivo, uno es el PCCI en el cual se encuentran instalados los Tableros de Control Optico de las Líneas 1, 2, 3, 4, 5 y 6; el otro es el PCCII, ahí se encuentran los Tableros de Control Optico de las Líneas 7, 8 y 9. Desde estos edificios, se regula y se observa la circulación de los trenes. El tablero de control óptico de la Línea "A", se encuentra en el PCL, ubicado en la estación Guelatao.

Además existen Tableros de Control Optico en las Terminales de cada una de las Líneas, en la cual sólo se observan los circuitos de vía de la Terminal y su zona de garaje.

CAPITULO II.

SISTEMA DE ALIMENTACION TRACCION

2.1. DISTRIBUCION DE LA ENERGIA EN EL S.T.C.

2.1.1. La recepción en Alta Tensión es en 85 y 23 KV:

La energía eléctrica utilizada por la Red del Metro en las Líneas 1, 2 y 3, primera etapa* es suministrada bajo un sistema trifásico en 85 KV. A 60 Hertz por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (C.L.F.C.) a la Subestación eléctrica de Alta Tensión en Buentono (P.C.C.) perteneciente al S.T.C. a partir de las Subestaciones de Jamaica (Metro 1) y Nonoalco (Metro 2), por medio de dos cables trifásicos armados subterráneos e independientes entre sí, enfrizados por aceite a presión

Al ser alimentadas las Líneas 1, 2 y 3 primera etapa de esta forma, a través de dos Subestaciones, se obtiene la ventaja de disminuir la probabilidad de que el servicio se suspenda en su totalidad por falta de energía, ya que estas dos Subestaciones forman parte del anillo eléctrico que abastece y circunda a la Ciudad México. Estas Líneas cuentan con el respaldo de un sistema de alimentación de emergencia mediante cuatro unidades Turbojet instaladas en la Subestación Nonoalco y que utiliza el mismo cable de 85 KV. Que normalmente alimenta al P.C.C

Cada cable de 85 KV. Alimenta una Subestación de Alta Tensión en el P.C.C. que asegura el suministro de energía a la mitad de las instalaciones en las Líneas 1, 2 y 3 primera etapa del Sistema A estas Subestaciones de Alta Tensión se les denomina 'Subestación A y Subestación B,' y cada una de ellas está constituida por dos transformadores de 38.5 M.V.A. con una relación de transformación de 85 a 15 KV

* La primera etapa corresponde a :
Línea 1; Zaragoza - Observatorio
Línea 2; Tasqueña - Tacuba
Línea 3; Hospital General - Tlatelolco

Para las Líneas 4, 5, 6, 7, 8 y 9 y las ampliaciones de las Líneas 1, 2, y 3 la energía eléctrica es suministrada bajo un sistema trifásico en 23 KV a 60 Hertz por Subestaciones independientes de Alta Tensión de la C.L.F.C., que alimentan directamente mediante cables monofásicos a la Subestaciones de Rectificación, este principio también se aplica a las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza de las Líneas 4, 5, 6, 7, 8, y 9.

En los tramos Coyoacan - Universidad de la Línea 3, Panteones - Cuatro Caminos de la Línea 2 y Zaragoza - Pantitlán de la Línea 1, las Subestaciones de Rectificación se alimentan en 23 K.V. de Subestaciones de C.L.F.C. de la misma manera que las Líneas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, en lo que respecta a las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza, estas son alimentadas directamente desde el P.C.C.

Las cuatro salidas de 15 KV. de las dos Subestaciones "A" y "B" de Alta Tensión, alimentan por medio de cuatro buses de tracción y dos buses de alumbrado y fuerza, a las Líneas 1, 2 y 3 primera etapa. El suministro de energía a cada bus se puede hacer por cualquiera de sus extremos, cerrando el interruptor del extremo deseado, por medio de Interruptores Automáticos denominados D H.T (Interruptores de Alta Tensión).

De los cuatro buces de tracción de 15 KV están conectados los cables que alimentan a las Subestaciones Rectificadoras que suministran la energía para el movimiento de los trenes, y de los dos buces de alumbrado y fuerza están conectados los cables que alimentación a las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza de las estaciones, así como las del P.C.C.I., P.C.C.II, Edificio Administrativo, Edificio del INCADE, la Plataforma de Pruebas Zaragoza, Talleres Zaragoza, Talleres de Mantenimiento Menor y Mayor de Ticomán, y Talleres Tasqueña. Las Subestaciones de Rectificación de Tasqueña y la Plataforma de Pruebas de Tallerés Ticomán son alimentadas directamente por la C.L.F.C., en 23 KV.

2.1.2. Interruptores de alta tensión (D.H.T. Y D.M.T.)

A través de estos interruptores automáticos, se permite la alimentación de los diversos buces a las Subestaciones de rectificación y Subestaciones de alumbrado y fuerza del sistema.

Los D.H.T. se encuentran localizados en las instalaciones del P.C.C.I para las líneas 1, 2, 3 primera etapa.

Los D.M.T. se ubican en las Subestaciones de rectificación de las ampliaciones de las Líneas 1, 2 y 3 y de las Líneas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, las Subestaciones de alumbrado y fuerza se localizan dos en cada extremo de cada Línea denominadas cabeceras, en el caso particular de las Líneas 7 y 9 se disponen de cabeceras intermedias para alimentar a Vía 1 y Vía 2.

2.1.3. Subestaciones de rectificación (S.R.)

Los cables de 15 K.V. que alimentan a las Subestaciones de Rectificación con una capacidad de 2500 kw (también llamados Puestos de Rectificación) para las líneas 1, 2 y 3 primera etapa, son del tipo trifásico que salen del P.C.C en galerías subterráneas las que se unen a los ductos hasta llegar al túnel donde son colocados en charolas hasta las mufas de cada Subestación.

Para cada Subestación de Rectificación existe un cable alimentador independiente, y todas ellas se encuentran alimentando a las barras guía

En las Subestaciones de Rectificación de : Balbuena, San Lázaro, Pino Suárez y Cuauhtémoc y Tacubaya de la Línea 1. Popotla, Revolución, Zócalo, Pino Suárez, Viaducto y Ermita de la Línea 2, existen dos Subestaciones de Rectificación conectadas en paralelo, las que son alimentadas desde P.C.C. a través de un cable de 15 K.V. trifásico

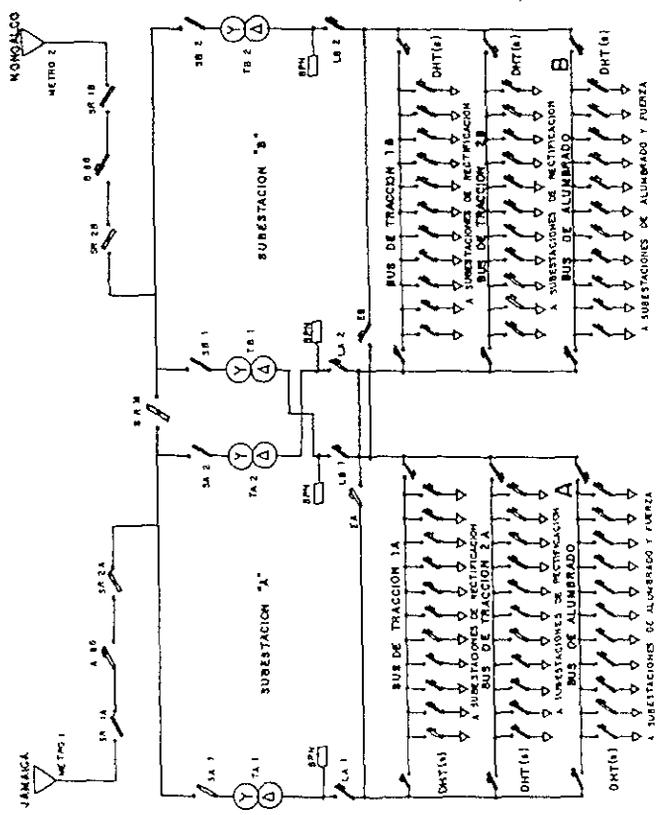
En la Línea 3 Norte (La Raza - Indios Verdes) y 3 Sur (Centro Médico - Universidad) se tienen Subestaciones de 4000 kw. Alimentadas por tres cables de 15 K.V , por lo que respecta al tramo Coyoacan - Universidad de la Línea 3 también tiene Subestaciones de 4000 kw, pero con tensión de alimentación de 23 K.V.

Cada Subestación de rectificación de 4000 kw. del tramo Coyoacan - Universidad de la Línea 3 y de las Líneas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, son alimentadas mediante dos alimentadores de 23 K.V., preferente y emergente, independiente uno de otro, a través de cables monofásicos. En caso de falla de alimentación del lado preferente, se pasa a través de un interruptor de transferencia automática, al alimentador emergente

La función de la Subestación de Rectificación es la de reducir y rectificar la tensión de 15 ó 23 K.V. a 750 V.C.C. que es la tensión nominal de trabajo de los trenes. Su ubicación se efectuó en base a varios parámetros, entre ellos la caída de tensión máxima permisible, considerando que la puesta fuera de servicio de una de ellas, no afecte al mínimo de tensión requerida para el desplazamiento de los trenes, ya que las dos adyacentes podrán con su capacidad de absorber la sobrecarga existente. La distancia entre las Subestaciones de rectificación es variable para cada una de las líneas

Las Subestaciones de Rectificación alimentan a las barras guía (+) y pistas de rodamiento y rieles (-) a través de seccionadores de operación manual sin carga

Entre las Subestaciones de Rectificación que se encuentran en la frontera de zonas, se localiza el contactor de seccionamiento C S

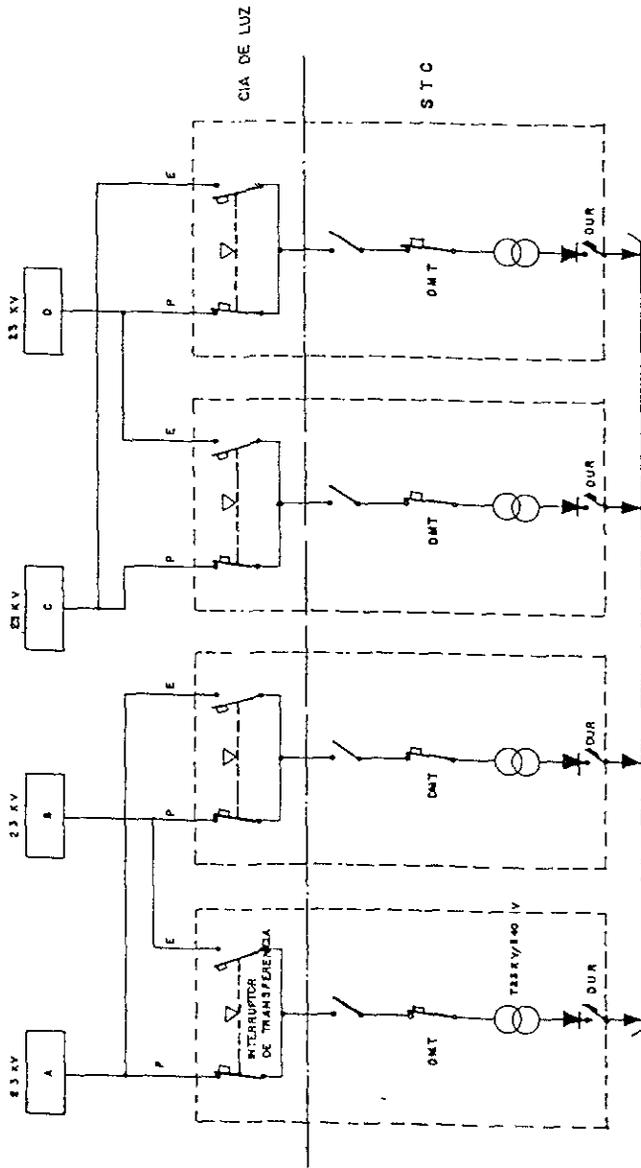


DISTRIBUCION DE LA ENERGIA FIG. No II-1

S T C	GERENCIA	DIAGRAMA UNI -
DIRECCION DE OPERACION	INGENIERIA Y DESARROLLO	FILAR DE LAS SUBESTACIONES
	COORDINACION	DE 85 / 15
	PROYECTOS ELECTRICOS	K. V.

SIMBOLOGIA

	SECCIONADOR ROTATIVO
	INTERRUPTOR AUTOMATICO
	SECCIONADOR
	TRANSFORMADOR EN ESTRELLA - DELTA
	BOBINA DE PUNTO NEUTRO

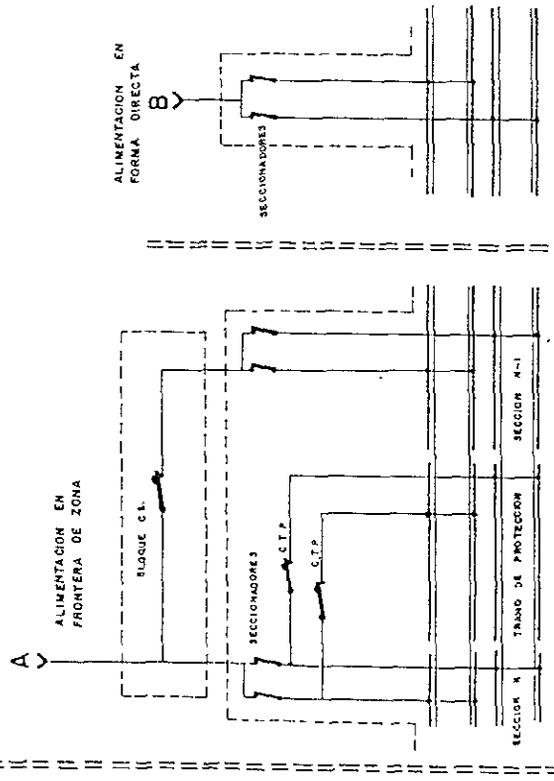
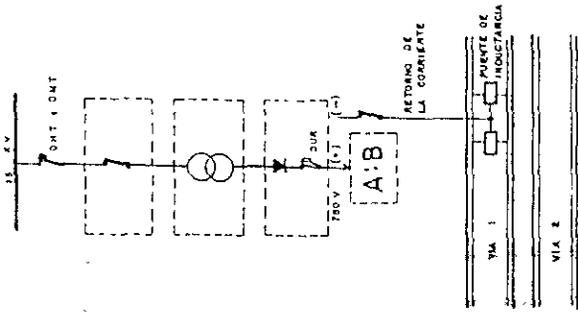


HACIA LAS BARRAS GUIA

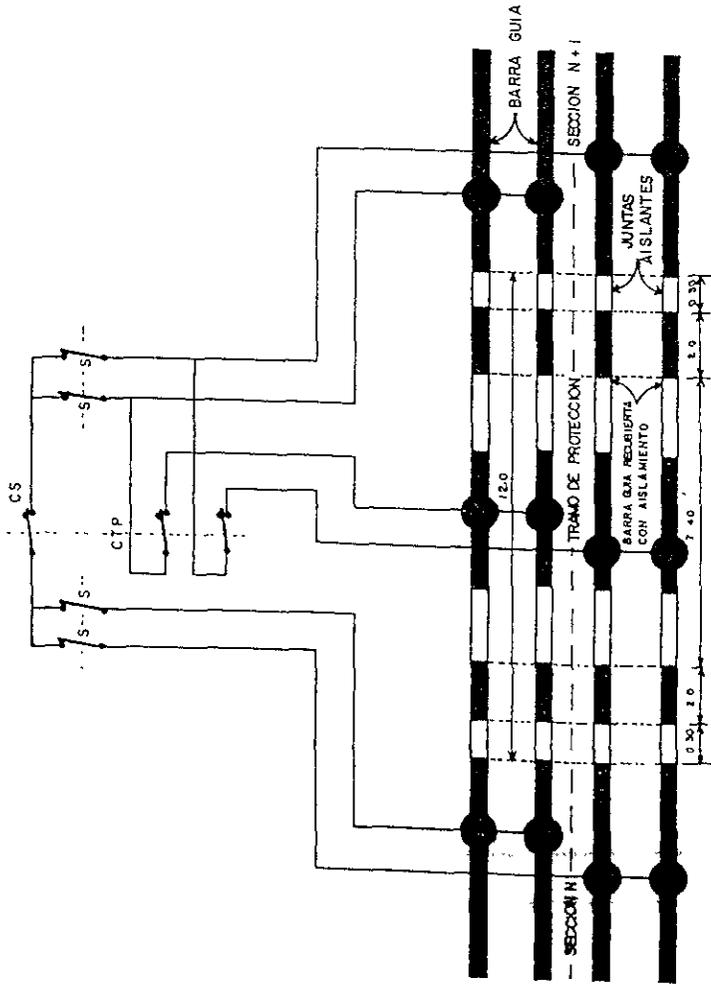
P • PREFERENTE
E • EMERGENTE

DISTRIBUCION DE LA ENERGIA FIG.INDI-3		GERENCIA	PRINCIPIO DE
STC	SUBDIRECCION DE OPERACION	INGENIERIA Y DESARROLLO	ALIMENTACION ELECTRICA
		COORDINACION PROYECTOS ELECTRICOS	PARA LAS LINEAS 4567y9

SUBESTACION DE RECTIFICACION

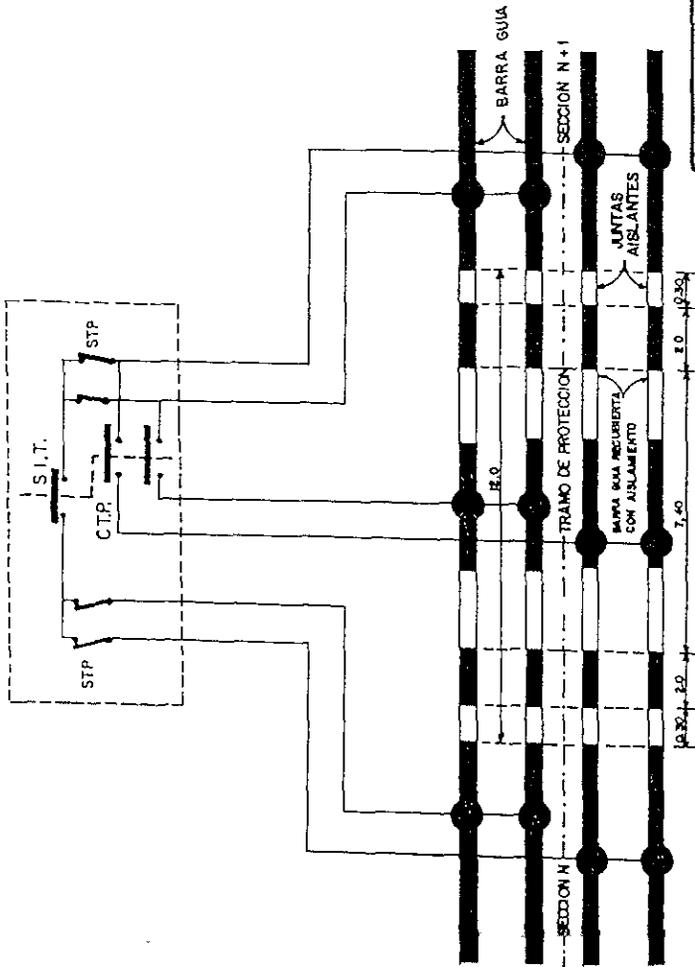


DISTRIBUCION DE LA ENERGIA FIG.No.11-4	
STC	GERENCIA
DIRECCION	INGENIERIA
DE	Y DESARROLLO
OPERACION	COORDINACION
	PROYECTOS
	ELECTRICOS
	ALIMENTACION
	DE LAS SUB-
	ESTACIONES
	DE RECTIFI-
	CACION A LAS
	BARRAS GUIAS



DISTRIBUCION DE LA ENERGIA FIG.No. II-5

STC	GERENCIA	TRAMO DE PROTECCION
DIRECCION DE OPERACION	INGENIERIA Y DESARROLLO	COORDINACION PROYECTOS ELECTRICOS



DISTRIBUCION DE LA ENERGIA FIG.No:16

STC	GERENCIA	TRAMO DE PROTECCION
	SUBDIRECCION DE OPERACION	
	INGENIERIA Y DESARROLLO	PROTECCION
	COORDINACION PROYECTOS ELECTRICOS	

2.2 DESCRIPCION DE INSTALACIONES DE LA VIA

La vía en general es el conjunto de dispositivos necesarios para soportar, guiar y suministrar energía eléctrica al material rodante en el caso de metro neumático; en el caso del metro férreo (Línea A), únicamente se utiliza un riel de 100 lb/yda, ya que la alimentación se hace por medio de catenaria y el material rodante que circula por dicha línea, usa rueda metálica careciendo de neumáticos. Los aparatos de vías son utilizados por el material rodante para cambiar de una vía a otra, y son identificados por medio de un número.

La canaleta donde se alojan los programas de "Pilotaje Automático", se denomina "TAPIZ", y es de donde se emiten las órdenes necesarias para los trenes equipados con este sistema.

Los esfuerzos soportados por la vía son:

- El peso del material rodante
- Los esfuerzos longitudinales desarrollados durante la aceleración y desaceleración y durante la circulación a velocidad constante.
- Los esfuerzos transversales que resultan de diversas reacciones del material rodante durante su movimiento y de la fuerza centrífuga provocada por la circulación sobre tramos de vía en curva.

La fuerza centrífuga provocada por la circulación del material rodante sobre un tramo curvo, aumenta cuando el radio de la curva disminuye o cuando la velocidad se incrementa. Para compensar parcialmente la acción de la fuerza centrífuga, el riel de rodamiento de radio mayor, se ubica en una posición más alta que el riel de rodamiento de radio menor. Este desnivel de los rieles se llama "Peralte".

La velocidad máxima de los trenes esta fijada de tal manera, que el esfuerzo lateral transmitido a las barras guía es el resultado de la acción combinada de la fuerza centrífuga y de la gravedad, tomando en cuenta que el peralte no sobrepase cierto limite.

2.3 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS VÍAS

Tipos de vías

- Vía sobre balasto
- Vía sobre fosa
- Vía especial sobre concreto
- Aparatos de vía

2.3.1 Vías sobre balasto

La vía sobre balasto se clasifica en: Vías con pista de rodamiento metálicas y Vías con pista de rodamiento de concreto. En ambos casos las vías comprenden

Dos rieles de seguridad metálicos, los cuales tienen por función principal asegurar el retorno de la corriente de tracción. Además, sirven de auxiliares en el funcionamiento de la señalización

Estos rieles son utilizados en casos especiales para el rodamiento de vehículos sobre ruedas metálicas, esto en el caso de falla de un neumático portador o neumático guía y para la circulación de vehículos de obra equipados con ruedas metálicas exclusivamente. Se encuentran sujetos por medio de tirafondos sobre la parte superior de los durmientes

Dos pistas de rodamiento instaladas en la parte exterior y próxima de los rieles de seguridad las cuales pueden ser metálicas o de concreto según el tipo de vía. También se encuentran sujetas por medio de tirafondos en la parte superior de los durmientes

Dos barras guía metálicas de perfil angular, instaladas al exterior de las pistas de rodamiento, las cuales se encuentran soportadas por medio de aisladores apoyados sobre zoclos metálicos, fijada por un dispositivo especial de pernos y vástagos en la cabeza de los durmientes.

Estas barras guía aseguran el guiado de los vehículos por medio de neumáticos, además de proporcionar la corriente eléctrica para la tracción y servicios al material rodante.

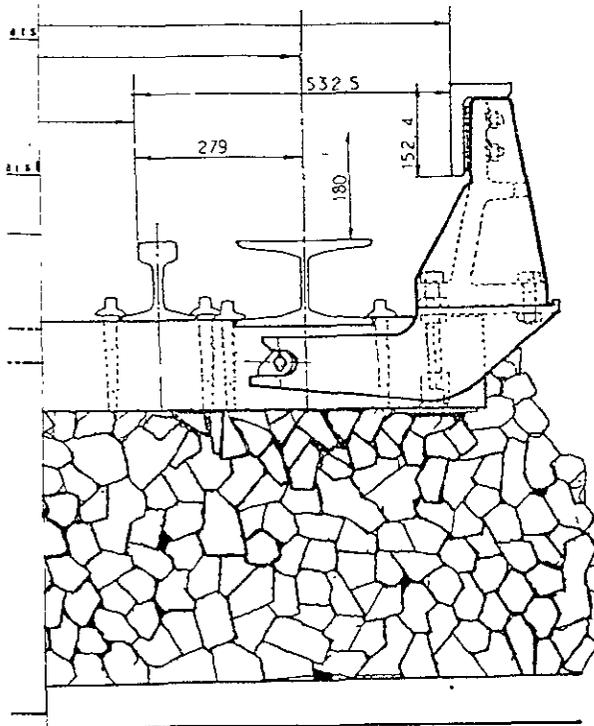
Para los trenes equipados con Pilotaje Automático, una de las barras guía, normalmente la derecha, según el sentido de la marcha, sirve de soporte para el Tapiz. Dependiendo de la cantidad de información que contengan los programas de Pilotaje Automático, se instalan a todo lo largo de la canaleta, una serie de cajas de conexiones soportadas también por la barra guía. (Ver diagrama 14)

Los diversos elementos de vía descansan sobre durmientes de azobe y de concreto colocados sobre grava o piedras de río denominadas balasto que se ven en el diagrama 1

2.3.2 Vía sobre fosa

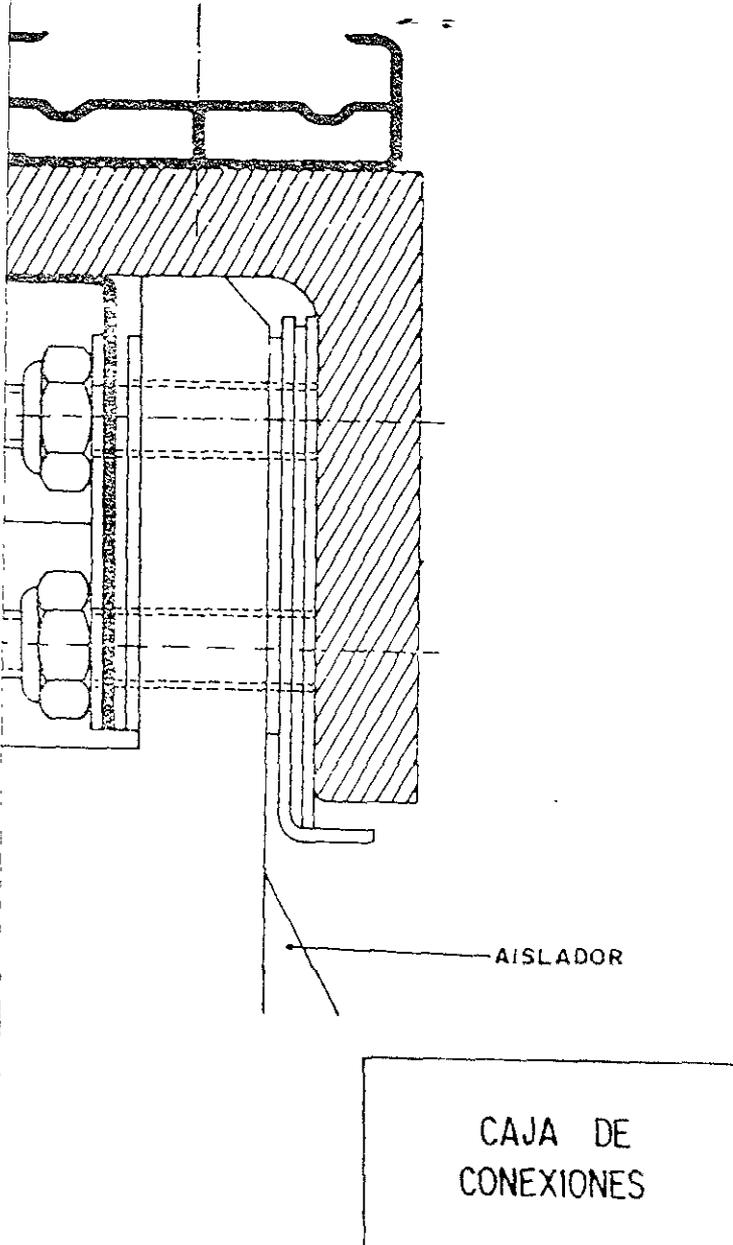
Los rieles debidamente aislados, descansan directamente sobre los muros de las fosas y se encuentran sujetos con pernos y anclajes empotrados. En este caso el material rodante es soportado directamente por el riel o por las pistas de rodamiento de concreto y la alimentación eléctrica la toma por una sola barra guía a un costado o por medio de una toma de trole especial.

1



CORTE
DE LA VIA

DEL SOPORTE DE LA CANALETA



2.3.3 Vías especiales sobre concreto en cruces de Línea

En los cruces de Líneas, el espacio limitado obliga a que las pistas de rodamiento y los rieles de seguridad, aislados debidamente, se coloquen directamente sobre el concreto por medio de grapas de sujeción y anclajes empotrados en el concreto. Las zapatas de los aisladores se colocan sobre las barras guía y se fijan por medio de grapas de sujeción empotrados en el concreto.

2.3.4 Aparatos de vía

Los aparatos de vía se componen de diversas piezas como son agujas, contrarrieles y cerrojos, de fundición de acero al manganeso, además de los motores que efectúan el movimiento para cambiar de posición las agujas. Las piezas de fundición comprenden a su vez, el riel de seguridad y la pista de rodamiento unidas entre sí por medio de planchuelas y fijadas a los durmientes por medio de tirafondos

En la zona del aparato de vía, una barra guía se interrumpe, por lo que para conservar el doble guiado lateral, se utilizan contrarrieles que por medio de las ruedas metálicas guían al material rodante en la dirección elegida. En los aparatos de vía que sirven de comunicación entre dos vías y debido a que ambas barras guía se interrumpen en la zona del aparato, el tapiz que contiene la información del Pilotaje Automático, se coloca sobre dos soportes de madera, paralelos, a la misma altura que la pista de rodamiento y ubicados a ambos lados de cada una de ellas. Dichos soportes se fijan a los durmientes por medio de calzas.

2.4 EL BALASTO

El balasto está constituido de grava de río o de piedra triturada. Tiene por objeto repartir sobre el piso del túnel, los esfuerzos y las cargas transmitidas por el material rodante y de oponerse al desplazamiento de la vía

Debido a los asentamientos y movimientos sísmicos que se producen en la Ciudad de México, se hace necesaria la utilización de balasto ya que este permite realizar nivelaciones periódicas de la vía. El espesor de la capa de balasto es variable en las curvas, pero se mantiene más o menos constante en los tramos rectos en donde llega a medir entre 40 y 45 centímetros bajo los durmientes.

2.5 LOS DURMIENTES

Los durmientes tienen por objeto soportar las cargas que se desarrollan en las pistas de rodamiento, los rieles de seguridad y además los esfuerzos producidos en los aisladores de la barra guía. Su función principal es la de transmitir al balasto dichas cargas y esfuerzos.

Los durmientes están fabricados de azobe, una madera de procedencia africana, o por alguna otra madera similar existente en nuestro país y durmientes de bloque de concreto reforzado, los cuales son elementos de sección transversal rectangular o trapecial uniforme, que están compuestos por dos bloques de concreto, estos bloques están unidos por un tirante metálico cuyos extremos quedan embebidos en los bloques de concreto. Sus dimensiones varían dependiendo de su función:

2.5.1. Durmientes de madera

Los durmientes están maquinados (especie de ranuras) en la parte superior, para recibir posteriormente los rieles y las pistas de rodamiento. Los durmientes de soporte de barra guía, presentan además unas ranuras adicionales (reservas) para recibir la parte convexa inferior en los zoclos para el soporte de los aisladores

Se llama **espaciamiento de los durmientes**, a la distancia entre ejes de dos durmientes consecutivos. En líneas rectas y en curvas de radio superior a 360 m., el espaciamiento de los durmientes es de 75 centímetros. En curvas de radio inferior a 360

m., el espaciamiento es de 60 centímetros, el cual debe ser medido en el borde exterior o radio mayor.

DIMENSIONES DEL DURMIENTE	ORDINARIO	SOPORTES DE BARRA GUIA
	TIPO "A"	TIPO "GA"
Largo	260 cm	270 cm
Ancho	24 cm	26 cm
Espesor	14 cm	15 cm

En vías secundarias equipadas con pistas de rodamiento de concreto, (Actualmente existen en las áreas de Talleres, así como en fosas de visita) como son recorridas por carros vacíos y a poca velocidad, el espaciado de los durmientes se mantiene a 75 cm., tanto en línea recta como en curvas.

La unión de dos tramos de pista de rodamiento de concreto, se realiza por medio de "cuñas" metálicas las cuales se fijan en los durmientes adyacentes por medio de trafundos. Dicha unión siempre se ubica en el espacio que queda entre dos durmientes los cuales reciben un maquinado especial para recibir la cuña

2.5.2. **Durmientes bloque de concreto**

Los durmientes bloque están diseñados para usarse en vías armadas con riel de 80 ASCE (80 lb/yda), con una inclinación de 1/20 en el asiento del riel y con una trocha de 1435 mm, pistas de rodamiento de 230 mm., de ancho y dos aisladores para soporte de barra guía, la separación entre ejes longitudinales de durmientes topo "S" será de 1800 mm., en curva y de 3000 mm., en tramos rectos. Sin embargo deberá tomarse en cuenta, que la separación entre durmientes tipo "S" y de tipo "O" será de 600 mm., en curva y de 750 mm., en línea recta, respectivamente.

La fijación de los rieles y pistas se realiza a base de grapas, estribos laterales, almohadillas acanaladas de hule para pistas, rieles y aislador, laminas de resorte y arandelas metálicas, pernos tirafondo, guarniciones helicoidales y resina; para la fijación del aislador se usaran arandelas de presión y planas, tornillos, tuercas cuadradas y tubo de PVC.

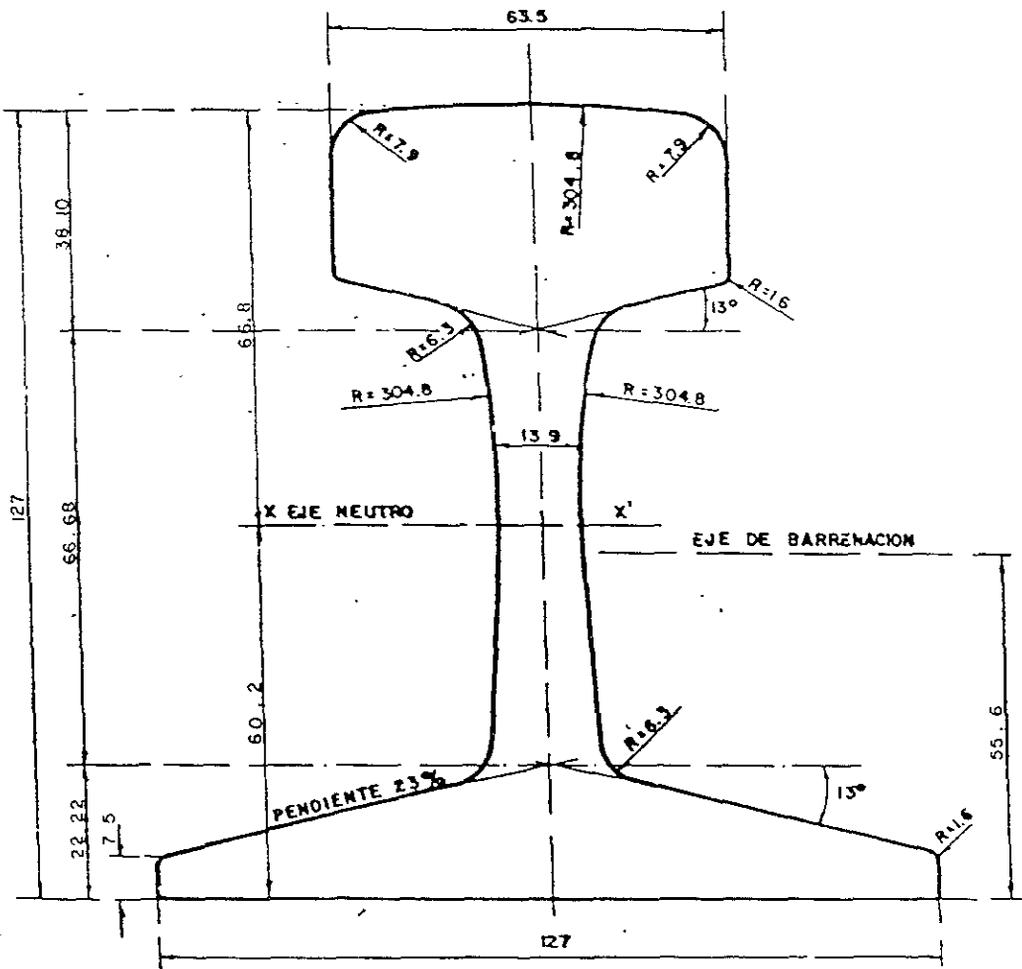
Los durmientes terminados deberán cumplir con las dimensiones que se en listan a continuación:

- Longitud del durmiente será de: **293 cm.**
- Longitud de cada bloque será de: **93 cm.**
- Longitud total del tirante será de: **275 cm.**
- El ancho de la cara interior de cada bloque será constante a lo largo de estos, con **33 cm.**, en la zona de apoyo del aislador y con **29 cm.**, en el resto del bloque.
- El ancho de la cara superior de cada bloque no será mayor de **33 cm** , en ninguna sección. El ancho de la superficie del patín del riel y de la pista no serán menores de **22 cm.**, y el ancho de la superficie de apoyo del aislador no será menor de **29 cm.**

2.6 LOS RIELES DE SEGURIDAD

Los rieles de seguridad están fabricados con acero de la clase 900 A y constituidos normalmente por tramos de 18 metros sueldados entre sí, por medio del procedimiento aluminotérmico. Las longitudes de los tramos sueldados varía de 36 a 126 metros (2 a 7 tramos de 18 metros) según el tipo de implantación de la vía.

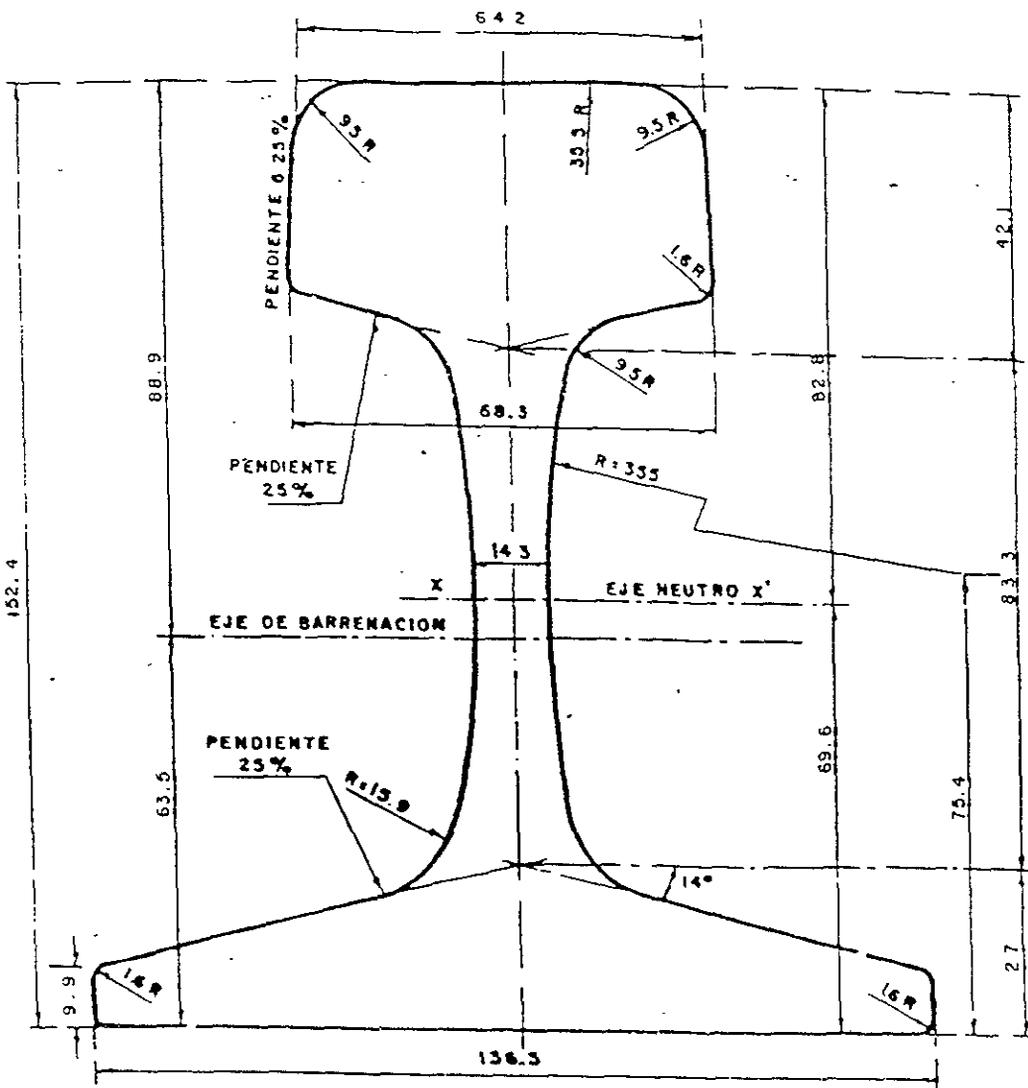
La parte superior del riel se denomina "HONGO", la parte media "ALMA" y la inferior "PATIN". Las dimensiones transversales se indican en el diagrama 1-A y 1-B.



RIEL 80 ASCE (AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS).

SECCION : 5071 mm²
 PESO : 39.807 Kg/m
 MOMENTO DE INERCIAS RESPECTO
 AL EJE X X' : 1098.9 cm⁴
 DENSIDAD : 7.85

ACOT. mm JUN-9



RIEL 100 RE (RAILWAY ENGINEERING)

SECCION : 6420 mm²
 PESO : 50.391 kg/m
 DENSIDAD 7.85
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO
 AL EJE X X' : 20229 cm⁴

ACOT. mm.

Normalmente se utilizan dos tipos de riel: 80 ASCE (80 libras por yarda = 39.63 kilogramos por metro) y 100 RE (100 libras por yarda = 49.54 kilogramos por metro).

En tramos de vía normal, en Terminales y Talleres, el riel utilizado es del tipo 80 ASCE. En cambio, en los aparatos de vía y en la Línea A, solo se utiliza el riel del tipo 100 RE. La unión entre ambos tipos de rieles, para el caso de los aparatos de vía, se realiza por medio de un riel de enlace mixto de 100/80 ASCE, articulado del lado del aparato de vía y sueldado del lado del tramo de vía normal. El riel del tipo 100 RE requiere de un maquinado especial en los durmientes que lo soportan.

Los rieles que separan dos circuitos de vía adyacentes, están separados entre sí por una junta de fibra aislante y se encuentran unidos por planchuelas especiales que aseguran la rigidez mecánica y el aislamiento eléctrico. Esta parte de la vía sé de nomina junta aislante o de señalización.

2.7 LAS PISTAS DE RODAMIENTO

2 7 1 Pistas de Rodamiento Metálicas

Las pistas de rodamiento metálicas, son tramos normalmente de 18 metros de longitud de laminado especial en "I" de alas anchas, peso de 68 4 kilogramos por metro lineal, sueldados entre sí por el procedimiento aluminotérmico. Las longitudes varían entre 36 y 126 metros (2 a 7 tramos de 18 metros) según el tipo de implantación de la vía. Este tipo de rodamiento, se fija en los durmientes por medio de tirafondos a razón de dos de ellos en cada durmiente, uno en cada costado de la pista. Las dimensiones transversales se indican en el diagrama 1-C.

En el caso de una junta aislante o de señalización, dos secciones consecutivas de pistas metálicas, están separadas por una junta de fibra aislante y unidas entre sí por dos planchuelas que originalmente fueron de madera laminosa comprimida e

impregnada de resina sintética; en la actualidad son de material epoxico las cuales se encuentran sujetas a su vez con tornillos y tuercas aisladas con bujes.

Como auxilio para el buen funcionamiento de la señalización, los rieles y las pistas metálicas de una misma fila, se conectan entre sí por medio de conexiones eléctricas de patín sueldados por el procedimiento Cadwell.

Estas conexiones se ubican en los extremos de los circuitos de vía, antes de la junta aislante y en el centro y su función principal es la de evitar diferencias de potencial entre ambos elementos, las cuáles son nocivas para el buen funcionamiento de la señalización.

Los tramos de pista de rodamiento metálica situados en la proximidad a los seccionamientos de barra guía, con el objeto de evitar posibles arcos voltaicos al paso de las escobillas positivas, se protegen en una longitud de 18 metros con una capa aislante del tipo "VIAROB" constituida de una mezcla de resina Epoxy y granos de vidrio.

2 7.2 Pistas de Rodamiento de Concreto Armado

Las pistas de concreto están constituidas por elementos de una longitud máxima de 6 metros de sección rectangular de 23 centímetros de base por 14 centímetros de altura

Se fijan a los durmientes por medio de tirafondos y como no pueden ser soldadas, se sostienen en sus extremos en el interior de soportes o cuñas metálicas y se sujetan por medio de las orejas de las pistas a los durmientes adyacentes, las cuales han recibido un maquinado especial

En las proximidades de los aparatos de vía, este tipo de pista de rodamiento se substituye por un tramo de pista metálica, tanto en la punta como en el talón del aparato, para facilitar el enlace con las piezas moldeadas de éste.

Para tramos de línea recta y curvas de radio superior a 360 metros y hasta 750 metros, se utilizan elementos rectilíneos.

En las curvas de radio inferior a 360 metros son utilizadas piezas curvas de diversos tipos.

Todas las pistas de rodamiento de concreto armado, son colocadas en las áreas de Talleres (excepto en los Talleres de Ticomán donde se colocaron exclusivamente pistas metálicas) en las vías "Z" y en las fosas de visita dado que la circulación de trenes se realiza a bajas velocidades y sin pasajeros. Para el caso de talleres, las pistas de concreto se han venido sustituyendo por pistas metálicas, en la actualidad.

2.8 LOS AISLADORES DE LA BARRA GUIA.

Existen dos tipos de aisladores.

- Los aisladores "SPAULDING" de poliéster armado de fibra de vidrio, son colocados en interestaciones.
- Los aisladores "SEDIVER", se componen de dos partes metálicas aisladas por una campana de vidrio, son colocadas en Estaciones

Actualmente todos los aisladores son de poliéster y se colocan sobre zoclos metálicos de bridas laterales. El zoclo descansa sobre la cabeza del durmiente, por el relieve que se encuentra en su parte interior y se fija por medio de un tornillo pasado de la cara superior a través del durmiente, hasta la cuerda de la pieza colocada en la base de este, llamada "CANDELERO". El conjunto así obtenido es capaz de absorber los esfuerzos laterales, principalmente en curvas

En vías principales, en vías secundanas y en las vías de los Talleres, en tramos rectos y en las curvas de radio superior a 360 metros, la distancia entre aisladores es de 3 metros

En curvas con radio inferior a 360 metros, la distancia entre aisladores se reduce a 1.80 metros o menos.

2 9 LAS BARRAS GUIA.

La barra guía está hecha de ángulo de acero dulce fundido en tramos de 18 metros de largo, soldados entre sí por el procedimiento aluminio-térmico o con soldadura eléctrica, esta última ya no se utiliza.

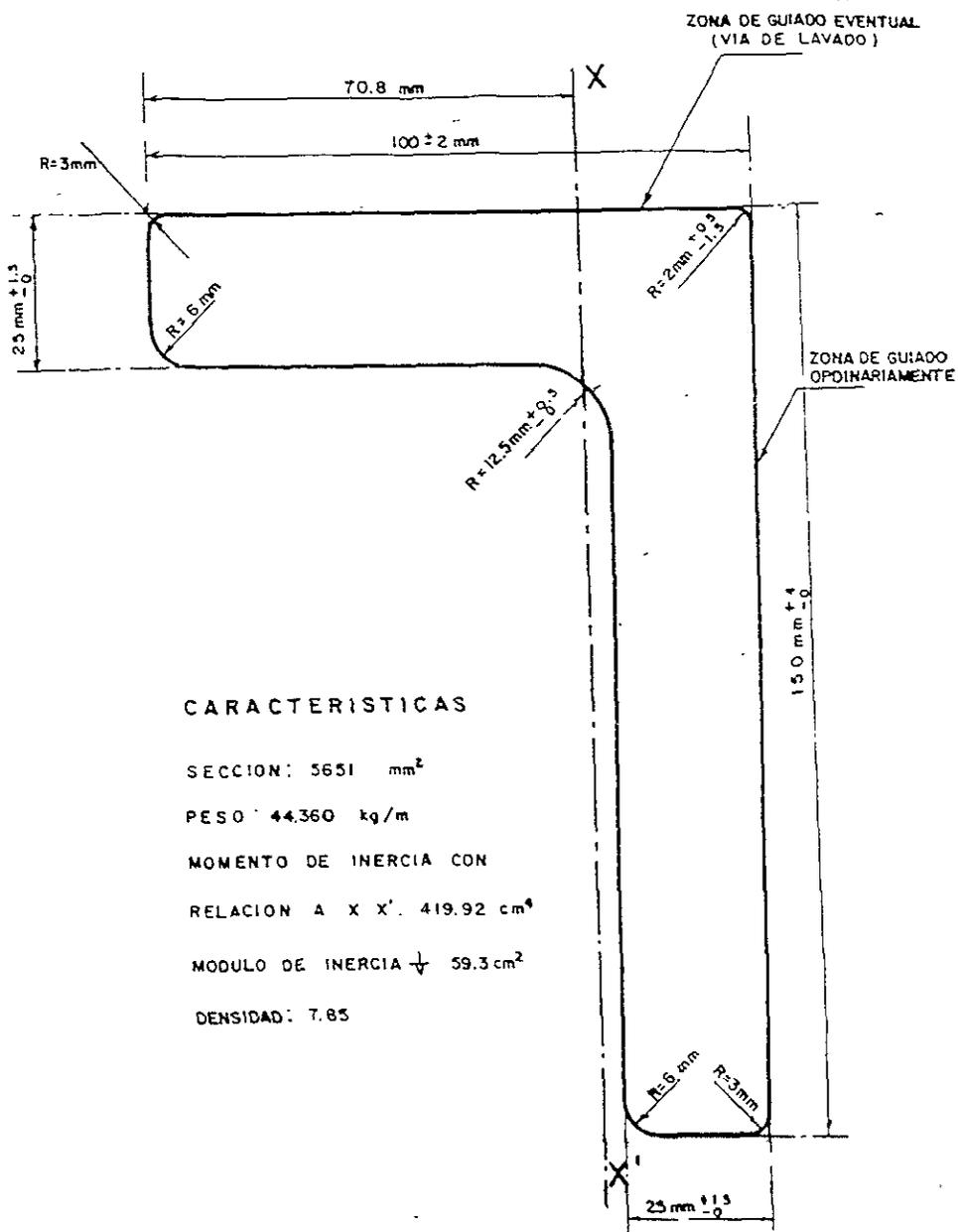
Las dimensiones de sus lados son: cara vertical 152.4 mm., cara horizontal 101.6 mm., espesor 22.2 mm., y peso 40.4 kilogramos por metro especificados en el diagrama 1-D.

Las barras guía se sujetan en los aisladores por medio de tres tuercas que se atornillan en pernos soldados en el interior de la cara vertical de la barra guía por el procedimiento NELSON.

Además una cuña llamada permanente, se introduce entre la cabeza del aislador y el lado vertical del ángulo.

El tapiz de Pilotaje Automático se instala en el plano horizontal superior de la barra guía, ya sea derecha o izquierda dependiendo de las necesidades propias de dicho sistema. El tapiz está constituido por una canaleta de lucoleno en cuyo interior se encuentra un dispositivo emisor formado por uno o vanos cables autocruzados, ubicados en el interior de las ranuras de una barra-banda de caucho.

Quando la barra guía se interrumpe en la zona de un aparato de vía la extremidad de la barra se remata en forma de cruceta doblándola hacia afuera, para permitir que las escobillas positivas del carro motor entren y salgan libremente.



CARACTERISTICAS

SECCION: 5651 mm²

PESO 44.360 kg/m

MOMENTO DE INERCIA CON

RELACION A X X' 419.92 cm⁴

MODULO DE INERCIA \downarrow 59.3 cm²

DENSIDAD: 7.85

BARRA GUIA

En el caso en que es necesario aislar dos secciones consecutivas de barra guía, sin interrumpir la continuidad del guiado, se colocan "Blocks Aislantes", formados de madera laminada y comprimida, e impregnada de resina sintética o de resina "EPOXY" armada de fibra de vidrio de 30 centímetros de largo. A esta unión de barra guía se le llama "UNION POR BLOCK AISLANTE".

En caso de un seccionamiento, a fin de evitar que dos secciones consecutivas sean puenteadas por las escobillas positivas de un tren, se establece un tramo de protección que comprende un tramo de barra guía de 11.40 metros de longitud, aislada de los tramos de barra guía adyacentes, por un bloque planchuela de 7.40 metros de longitud con un placa aislante (Araldita o resina Epoxy) en la parte media (Diagrama 3). En la actualidad este tramo de protección, se está sustituyendo por un tramo de 19.29 m, de longitud, aislada por cuatro block aislantes, con el corte de la barra guía en forma de "Z", del cual se anexa una copia del plano respectivo.

2.9.1 Protección de la Barra Guía

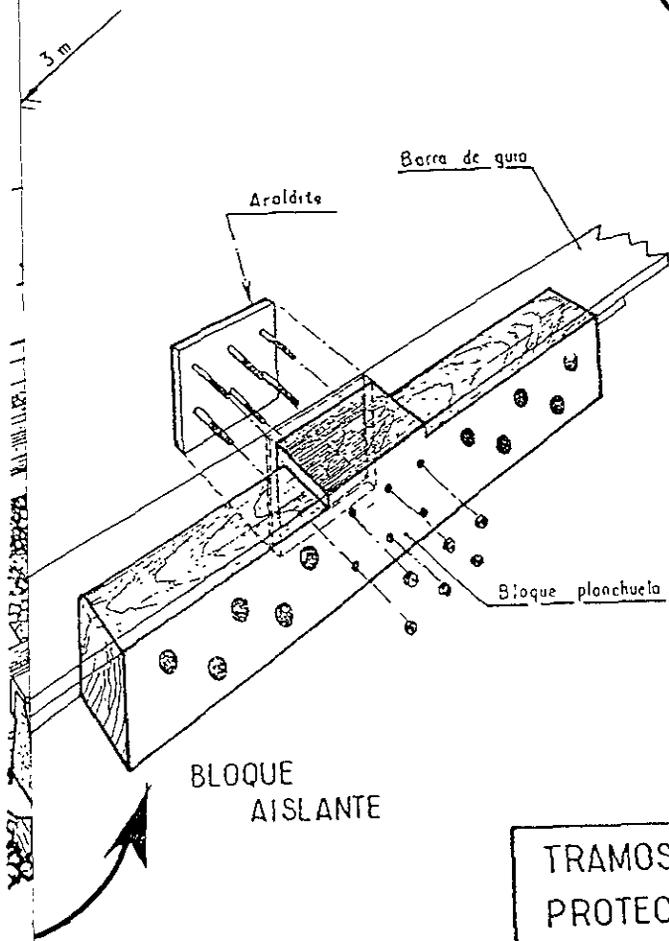
A fin de evitar accidentes al personal o corto circuitos que pudieran provocar la caída de objetos metálicos en la vía, la barra guía se encuentra protegida. Esta protección está asegurada en las partes de vía equipadas con Pilotaje Automático, por la canaleta que aloja los programas y que cubre el plano superior horizontal de la barra guía.

En el caso de no existir la canaleta del Pilotaje Automático, la protección se realiza por medio de una cinta aislante de 3 milímetros de espesor de cloruro de polivinilo, que cubre el lado horizontal de la barra guía en la parte superior.

2.10 LOS APARATOS DE LA VÍA

Los aparatos de vía son un conjunto de elementos metálicos ensamblados debidamente, que permiten la comunicación de una vía a otra. Se componen de piezas

3



moldeadas prefabricadas de acero al manganeso. Los aparatos de vía únicamente deben ser colocados en tramos de línea rectos y planos.

Un aparato de vía se denomina por la tangente del ángulo formado por la intersección de los ejes de las dos vías que están unidas por dicho aparato. Existen dos clasificaciones de Aparatos de Vía:

- **Tangente 0.13.-** Utilizados en las vías principales, vías secundarias y en las terminales.
- **Tangente 0.20.-** Utilizados en las vías de los Talleres.

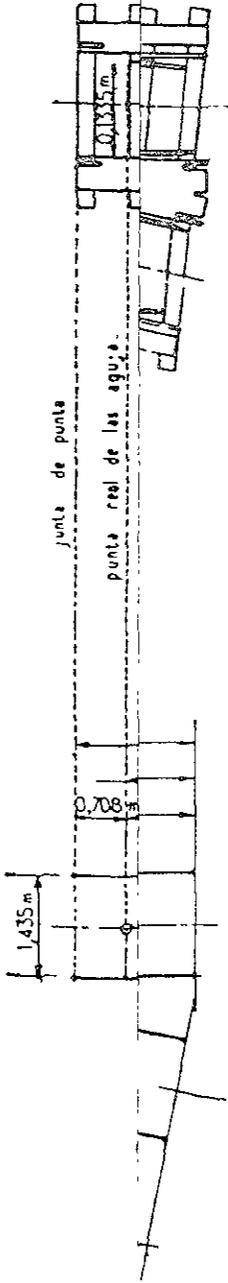
Los elementos característicos de un aparato de vía se indican en los diagramas 4 y 5. Y se componen principalmente de:

- ♦ Piezas moldeadas
- ♦ Agujas
- ♦ Juntas (*Punta, Talón y Corazón*)
- ♦ Rieles de enlace.
- ♦ Contrarrieles, etc.
- ♦ Lengüetas de agujas

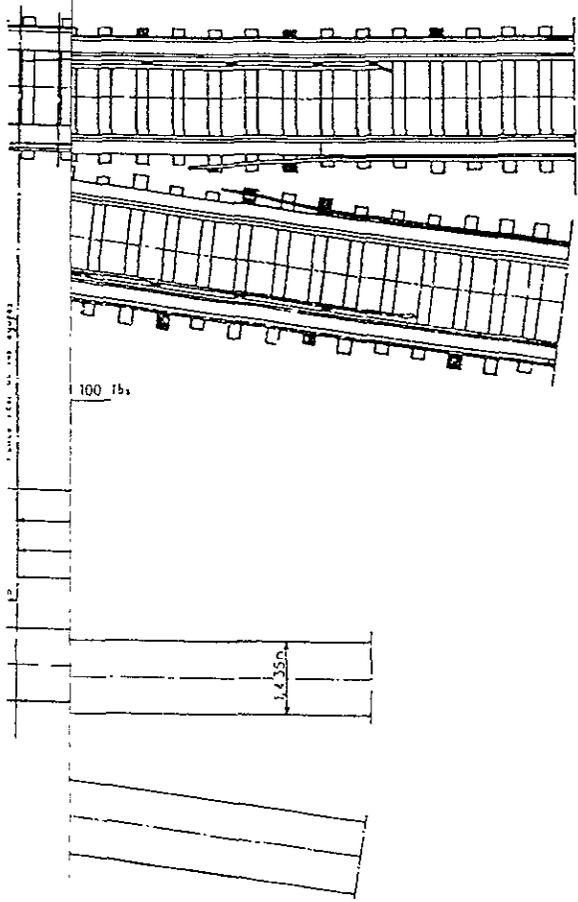
Los aparatos tangente 0.13 tienen lengüetas flexibles, es decir, que el talón de la lengüeta está fijado a los durmientes y su desplazamiento se obtiene por flexión. Los aparatos tangente 0 20 tienen lengüetas articuladas. Las dos lengüetas de la aguja se mantienen cerca de la punta, por tirantes de cuchillas, que le dan solidez en su desplazamiento.

Como se menciona con anterioridad, estos aparatos de vía son piezas moldeadas y prefabricadas para una anchura especificada, solo pueden ser implantados en tramos

5



APARATO
Tg 0,20



4

APARATO
tg 0,13

de vía rectos y planos, fuera completamente de partes de vía en curva o enlaces entre una pendiente y una horizontal

En los diagramas 12 y 13 se indican esquemáticamente las disposiciones a observar para la posición de las juntas aislantes, en las comunicaciones compuestas con aparatos tangentes 0 13

2 10.1 POSICION DE LAS AGUJAS

Una aguja se puede decir que está:

- En posición derecha, cuando el observador se coloca frente a la punta de la aguja mirando hacia los talones y el aparato está dispuesto para comunicar a la vía de la derecha.
- En posición izquierda, cuando observándolo de la misma manera, el aparato está dispuesto para comunicar a la vía de la izquierda
- Entre abierto, cuando ninguna de las dos lengüetas está apoyada a lo largo del riel contra la aguja correspondiente

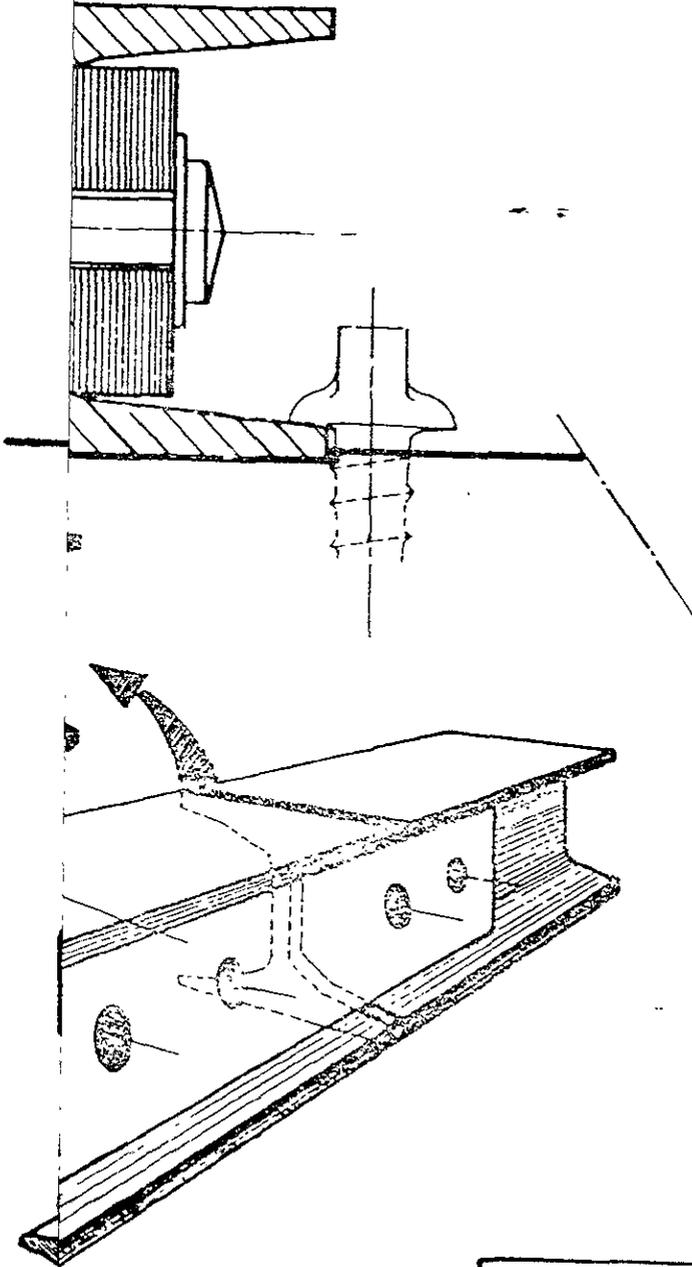
Se llama comunicación al conjunto de aparatos que permiten a un tren pasar de una vía a otra vía adyacente (Diagrama 6)

Existen también las llamadas “Comunicaciones de Plena Vía”, ubicadas en la proximidad de las Estaciones equipadas para efectuar servicios provisionales.

Cuando un tren franquea un aparato circulando de la punta hacia el talón, se dice que la aguja está tomada por la punta. Cuando el tren circula del talón hacia la punta, se dice que la aguja está tomada por el talón

Según el tipo de dispositivos de mando, los aparatos de vía se clasifican en dos categorías.

13



JUNTAS AISLANTES

- Los aparatos “NO TALONABLES”.
- Los aparatos “TALONABLES”.

Los aparatos “NO TALONABLES” puedan tomarse por el talón, a condición de que el aparato esté bien dispuesto para la vía de circulación. En el caso de que el aparato no se encontrara bien dispuesto, el tren causaría daños al cerrojo y a las agujas y por tal motivo ya no podría ser tomada posteriormente por la punta.

Los aparatos de vía “TALONABLES” pueden tomarse por los talones, sin temer deterioros, cualquiera que sea su posición.

2.11 CERROJOS DE AGUJAS

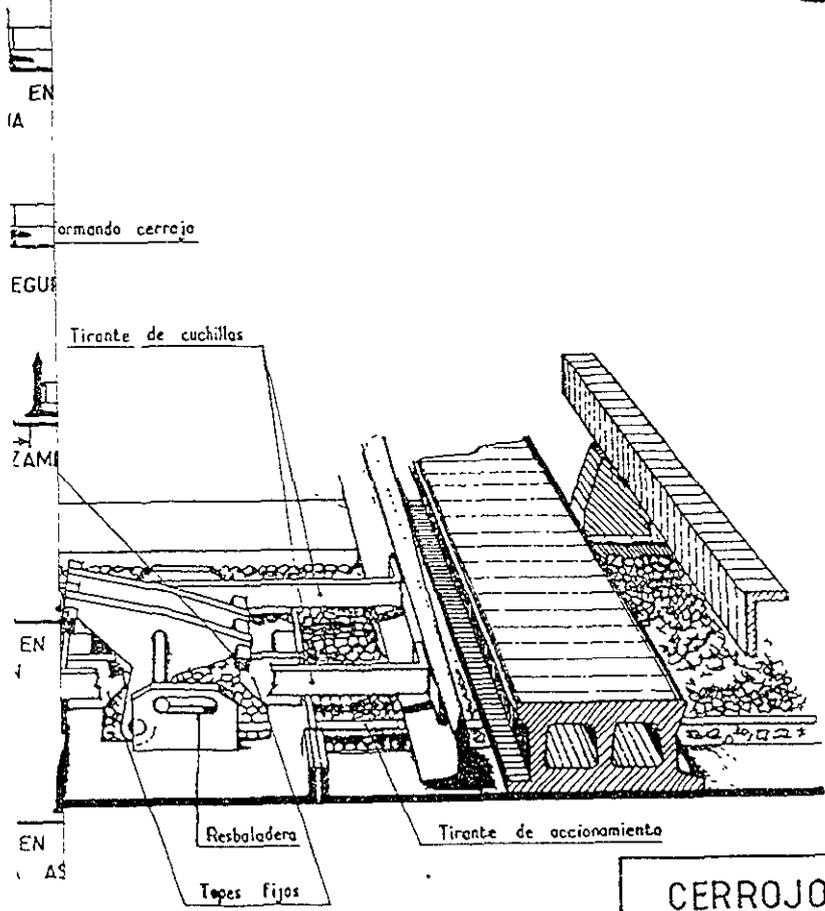
La seguridad exige que el aparato dispuesto en una posición dada, se mantenga inmóvil en la posición elegida durante el paso del tren. Para tal efecto, los aparatos de vía en la Línea y en las Terminales disponen de cerrojos o seguros que inmovilizan las agujas. Por lo tanto, si un aparato tiene cerrojo, es “NO TALONABLE”. Existen dos tipos de cerrojo:

- Cerrojo Axial.
- Cerrojo individual

El cerrojo axial (Diagrama 7), se instala en los aparatos de vía principal tomados en talón, o en los aparatos de vías secundarias tomados a velocidad reducida.

Este tipo de cerrojo se compone de un seguro doble en forma de balancín montado en un eje al centro de los tirantes de las agujas, el cual al accionarse desplaza estas hacia un extremo. Este eje se desliza sobre una corredera fija, el balancín o seguro se inclina y se apoya en un tope sólido, de este modo inmoviliza a los tirantes y a las agujas del aparato. Por la acción del motor sobre la barra de maniobra de las agujas, obliga al

7



CERROJO AXIAL

seguro a salir de su tope y desplaza a las agujas para efectuar el cambio de vía. El seguro contrario se trava.

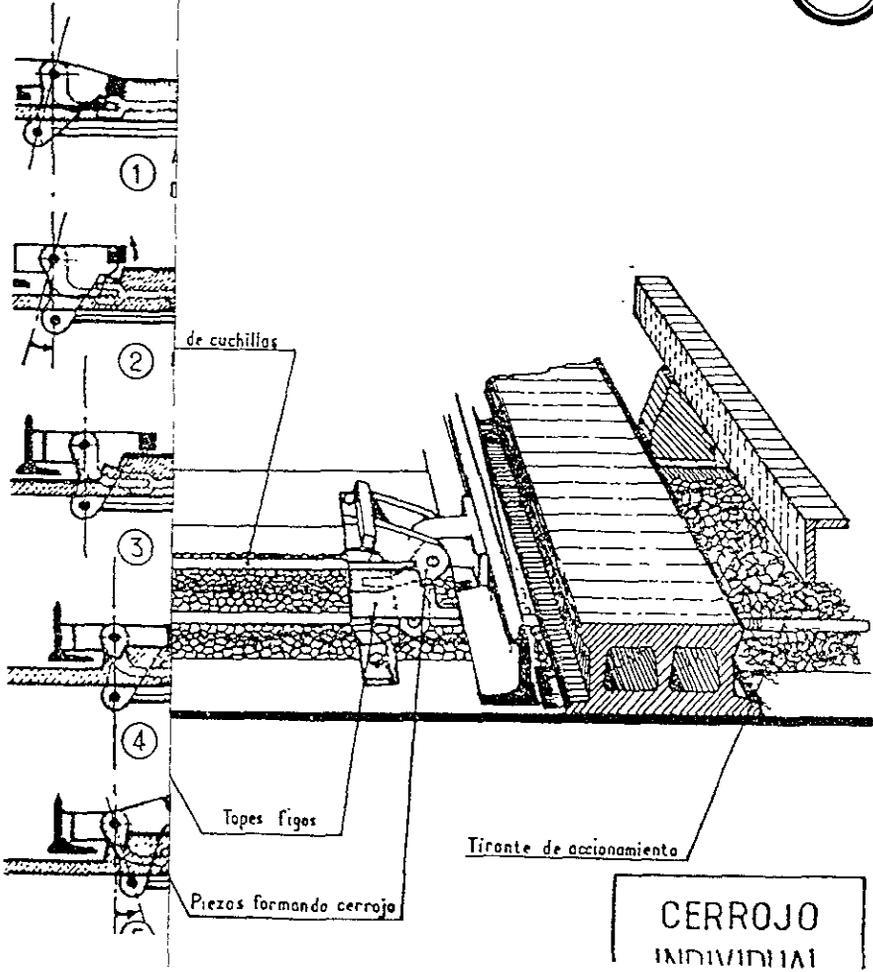
El cerrojo individual (Diagrama 8), se utiliza en los aparatos de vía principal tomados por la punta a gran velocidad. En cada aguja se coloca una pieza metálica que forma parte del cerrojo y a la que inmoviliza al estar en posición cerrada. Por la acción de las barras de mando el cerrojo prisionero sale de su tope y efectúa una translación que arrastra a la aguja. Cuando la otra se pega contra el riel, el candado viene a colocarse contra el tope, con lo cual se inmoviliza.

2.12 LOS MOTORES DE LAS AGUJAS (DIAGRAMA 9)

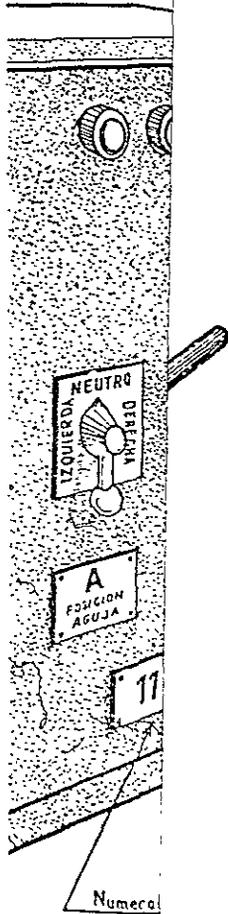
En las vías principales y secundarias de la Línea y en ciertas vías de los Talleres, los aparatos de vía están accionados por un motor eléctrico situado cerca de la punta de las agujas. Se designa por "MOTOR DE AGUJAS", al conjunto del dispositivo situado dentro de una caja metálica hermética que comprende: el motor eléctrico propiamente dicho y el equipo electromecánico auxiliar.

El funcionamiento del motor se controla normalmente desde la sala de relevadores correspondiente a la zona de maniobras de la cual depende el aparato de vía. Esta sala de relevadores recibe las ordenes, ya sea por telemando (desde P.C.C.) o localmente (desde el Puesto de Maniobras Local o desde Botones en la proximidad de las señales). Existen dos tipos de motores de agujas:

- El motor T66-14 que se emplea para accionar los aparatos de vía con cerrojo.
- El motor T57-03 que se utiliza para accionar los aparatos de vía sin cerrojo. Contiene un dispositivo de protección contra el talonaje que neutraliza a la biela de maniobra del mecanismo del motor. Después de un talonaje, se debe efectuar una maniobra inversa con el fin de reenganchar el mecanismo.



9



MOTOR
DE AGUJA

Existen además de los mencionados: la palanca del motor "ASTER" cuyo aparato es "TALONABLE", se le encuentra en la zona de talleres.

2.13 LAS PALANCAS DE MANDO MANUAL (DIAGRAMA 10)

Se utilizan dos tipos de palancas de cambio manual: Palanca de maniobra "SAXBY" y "SECTOR".

2.13.1 Palanca de Maniobra "SAXBY"

En la zona de los Talleres, algunos aparatos de vía talonables, se accionan manualmente por medio de una palanca de mando de tipo Saxby

Cuando un tren toma por el talón de un aparato de vía no dispuesto para la vía prevista, las agujas se abren por la presión de la ceja de una de las ruedas metálicas del primer eje y por la acción de un resorte el aparato se dispone para la nueva dirección.

La palanca se encuentra ubicada paralelamente a la vía. El movimiento del tirante de accionamiento es transmitido al tirante de las barras de mando de las agujas por medio de una escuadra. Como medida de seguridad para el personal, la palanca se desplaza en su operación a lo largo de un espacio protegido por una barandilla.

2.13 2 Palanca de Maniobra "SECTOR"

En la zona de Talleres, ciertos aparatos de vía no talonables se operan manualmente por medio de una palanca del tipo Sector.

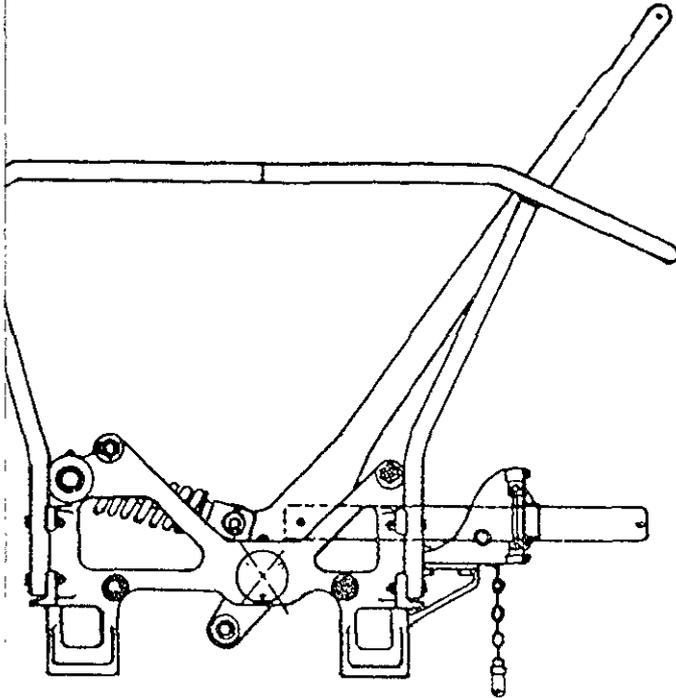
Esta palanca puede ser asegurada en una posición determinada, su ubicación es igualmente paralela a la vía y actúa también sobre las barras de mando de agujas por medio de una escuadra.

2.14 TOPES DE FIN VIA (DIAGRAMA 11)

Existen dos tipos de topes de fin de vía:

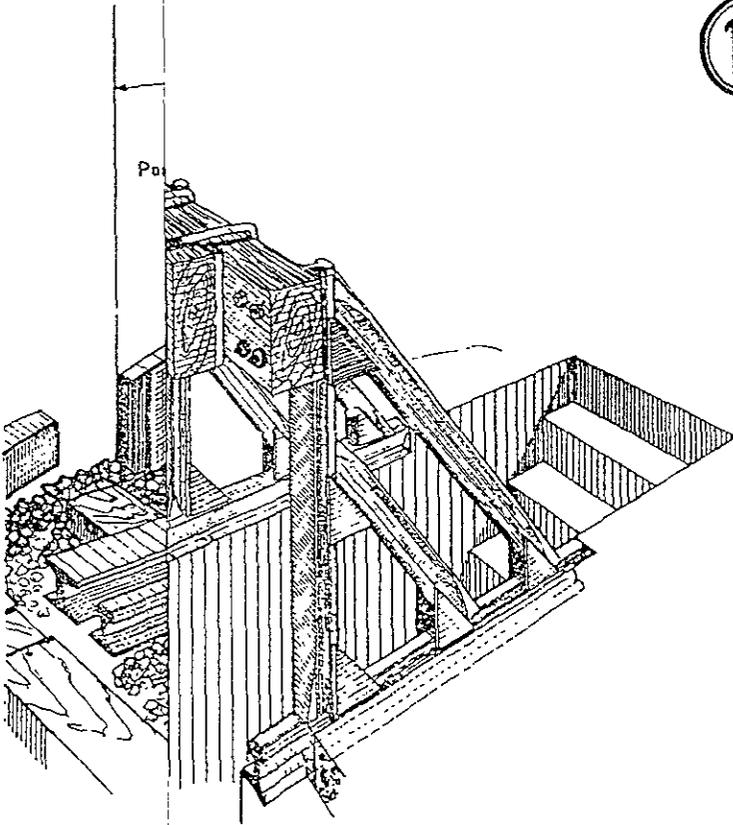
- Los topes formados de un recipiente de arena de una longitud de 3 metros. La extremidad de la vía penetra en los topes constituidos de muros de concreto enterrados bajo la arena. Este dispositivo permite a un tren, lanzado a poca velocidad, detenerse sin que la parte delantera del carro y de la carretilla sufran gran deterioro. Este tipo de topes se instala normalmente en la extremidad de las vías de garaje, vías secundarias de Terminal, vías de prueba y vías "Y" y "Z".
- Los topes formados por neles soldados que soportan dos durmientes de madera dispuestos horizontalmente. Estos topes se instalan en el extremo de una vía sobre fosa en los Talleres.

10



PALANCA SAXBY

PALANCAS
DE MANDO
MANUAL



TOPE FORMADO
RIELES SOLDADOS

TOPES

CAPITULO III

LA ALUMINOTERMIA

3.1 INTRODUCCION

El hecho de que el aluminio calentado posee una extraordinaria afinidad para el oxígeno, constituye la base del método inventado por GOLDSCHMIDT, de Essen, y denominado de soldadura aluminotérmica

Con el nombre de termita se conoce una mezcla de óxido de hierro y polvo de aluminio que se enciende y entra en reacción a los 1200°. Esta elevada temperatura de encendido requiere un material intermedio (portador) llamado masa de ignición, compuesta de una mezcla de peróxido de bario (BaO₂) y polvo de aluminio, cuya masa, por medio de una tira de magnesio se inflama fácilmente, Bajo la acción de una elevada temperatura (unos 3000°) el óxido de hierro de la termita contenida en el interior de un crisol de fusión, se transforma en hierro (acero), mientras que el aluminio se combina con el oxígeno liberado y forma óxido de aluminio (alúmina). Esta fuerte reacción (transformación) se produce según la siguiente fórmula:



Por caloría kilogramo se entiende la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de 1 kg. De agua que este a 15°. La alúmina, de menos peso específico, sube a la superficie en el recipiente en forma de escoria fluida y evita la combustión del acero líquido que se encuentra debajo. Esta reacción tan sencilla, que dura de 10 a 20 seg. Es posible por la sencilla razón de que la afinidad del aluminio para el oxígeno, como se ha dicho antes, es mayor que la del hierro. La termita se expande en saquitos de 5 y 10 Kg. Un kilogramo de termita produce 0,5 Kg. de acero y 0,5 Kg. de escorias, aproximadamente. La soldadura con termita puede efectuarse por tres procedimientos: 1. Por fusión o colada, 2. Por presión, y 3. combinación de ambos

métodos. Además, hay que distinguir entre soldaduras de acabado y soldaduras de reparaciones.

Además de los aparatos auxiliares, como limadoras, planeadoras (para la preparación y elaboración posterior de las piezas a soldar), dispositivos de sujeción, etc., merecen especial mención los tres siguientes: los crisoles de fusión, los moldes de fundición y los dispositivos para el precalentamiento o caldeo preliminar

Entre los crisoles se distinguen los basculantes y los especiales. Como indica su nombre, los crisoles basculantes son recipientes que se vacían volcándolos y en los que primero fluye la escoria. Prácticamente son poco usados. En cambio, en los crisoles especiales o cónicos fijos, fluye primero el acero y después la escoria. En la actualidad ya casi no se utilizan los de otro modelo. Este crisol consta de una envoltura de chapa de acero cónica revestida de un forro interior de material refractario. Entre la envoltura de plancha y el forro interior se encuentra una delgada capa de arena viscosa. Para la colada del acero hay en el fondo del crisol una abertura que se abre al romper un tapón de sangría. El tamaño del crisol depende, naturalmente, de la cantidad de termita que se necesita y oscila entre 3 y 300 Kg de capacidad.

Como quiera que sea en cualquier orden de los tres grupos indicados, lo primero de que se trata es el procedimiento de la colada, es preciso el moldeo del lugar de la soldadura. Estos moldes constan generalmente de dos partes y alguna vez de tres, y están constituidos por cajas metálicas revestidas de arena viscosa refractaria. Los llamados moldes económicos, que contienen solamente una delgada capa de arena, se secan durante la precalefacción del lugar de la soldadura.

Esta precalefacción del lugar de la soldadura alcanza hasta los 700° y constituye uno de los principales trabajos de preparación para la soldadura aluminotérmica. En trabajos de reparación es absolutamente necesaria. Los medios de calefacción empleados son: bencina, gas del alumbrado (con accionamiento por aire comprimido, y gnfo Daniel como mechero). También se emplean el propano y otros.

3.1.1 Soldadura por Fusión o por el Procedimiento de la Colada

Para una buena soldadura para reparaciones, es este procedimiento el único indicado. La pieza de trabajo queda sujeta a todas las normas de la fundición y su técnica, como bebederos, orificios de salida de gases, etc. Para conseguir una fundición intermedia en buenas condiciones es necesario dejara al descubierto las superficies de rotura en virtud de determinados valores empíricos. La contracción total de la soldadura ya terminada es de cerca de 4% de la anchura del bordón. Sólo el hierro de termita consolidado tiene ya en frío un 2% de contracción. También puede determinarse la cantidad de termita necesaria según fórmula desarrollada por la casa Elektro-Thermit.

Según el material que ha de soldarse y para conseguir las deseadas propiedades técnicas de la soldadura, se pueden añadir a la termita otras materias. Si a la termita se le añaden residuos, limaduras, chatarra, etc., de hierro dulce, se obtendrá una soldadura muy blanda. En cambio, aumenta la resistencia hasta unos 45 Kg/mm², si a la termita se le adiciona ferromanganeso y ferromanganeso - silico. Añadiendo cierta cantidad de ferrovandio, ferrotitanio y otros, puede aumentar su resistencia hasta 60 Kg/mm². Piezas que han de sufrir fuertes esfuerzos de desgaste necesitan, además, una adición de ferromanganeso y otra de carbón pulverizado de antracita.

Finalmente, al aplicar a la soldadura de colada hierro colado, se debe añadir a la termita, además de las virutas de hierro dulce, algo de ferrosilicio en cantidad suficiente, ya que ha de ser libre de manganeso y para favorecer la segregación grafitica.

Los procedimientos antiguos en las fundiciones normales para unir, por fusión, piezas rotas, consisten en moldear dichas piezas, calentarlas en fuego de carbón vegetal y verter hierro colado. Cuando se trata de piezas de acero puede procederse también. Si se trata de un eje de manivela con gorrón roto, por ejemplo, se ejecuta la soldadura procediendo como sigue: se coloca el eje hundido en el suelo del taller, de manera que la superficie de la rotura del gorrón sobresalga ligeramente del suelo y quede en posición horizontal. Encima se coloca una caja de moldeo, destinada a recibir la termita, cuyo objeto es reblandecer la superficie que ha de recibir la soldadura. Una vez retiradas las

escorias, se coloca una segunda caja de moldeo y se vierte todo el acero que exijan las dimensiones de la pieza rota.

El procedimiento de la colada con termita se emplea muy especialmente para la unión de carriles de tranvías y ferrocarriles. Los extremos de los carriles se colocan dejando entre sí un espacio de 10 mm, se rodean de un molde proporcionado a su perfil, se calienta previamente en la forma arriba descrita y a continuación se vacía el acero de termita de crisoles cónicos.

La elección del sistema de soldadura a emplear, obedece a diversos puntos de vista: por ejemplo, según el perfil de los rieles si se trata de carriles de ranura o carriles Vignole; también según la instalación y montaje de los carriles, si han de instalarse fijos, móviles, en hormigón, obra, etc.

3.1.2 Soldadura a Presión.

En este sistema, las juntas de los carriles se aplanan esmeradamente y se unen perfectamente a golpes, sin dejar ningún espacio entre sí. Después de calentadas previamente las juntas, se hecha el acero de termita por medio de un crisol cónico sin quitar las escorias.

Estas, en estado fluido, entran en primer lugar en molde, de modo que el acero fundido que le sigue no entre en contacto directo con el molde ni con la junta de los carriles, sino que más bien desaloje las escorias y forme una corona de acero suelta, no adherida a ninguna parte. El acero fundido y las escorias ceden su calor al lugar de la soldadura comprimida, a la temperatura de soldadura por medio de aparatos de fricción. Una vez fría la soldadura, se golpea para quitar las escorias mezcladas con el acero, ya que solo han servido como vehículos de calor. Este procedimiento es costoso y engorroso.

3.2 CARACTERISTICAS

3.2.1 Tipos de Soldadura en función de la aleación de los rieles a soldar.

En función de las distintas composiciones de los rieles a soldar, la soldadura acabada, tendrá una dureza igual o ligeramente superior a la del riel. De forma general, los rieles se pueden clasificar por su aleación:

Calidad 80

Riel de bajo contenido de carbono (riel normal)
Dureza ~ 223 Brinell, equivalente a 76 kg/mm²

Calidad 100

Riel de alto contenido de carbono (riel naturalmente duro)
Dureza ~ 285 Brinell, equivalente a 97 kg/mm²

Calidad 120

Riel aleado (cromo - vanadio, cromo - molibdeno)
Dureza ~ 321 Brinell, equivalente a 109 kg/mm²

Existen perfiles de otras durezas inferiores, que no son utilizados en el S.T.C.

3.2.2 Tipo de Pre calentamiento

Pre calentamiento: Aire pulsado - Gasolina

Pre calentamiento: Aire pulsado - Propano

Pre calentamiento: Oxi - Propano

3.2.3 Tipo de destape

Automático o Manual

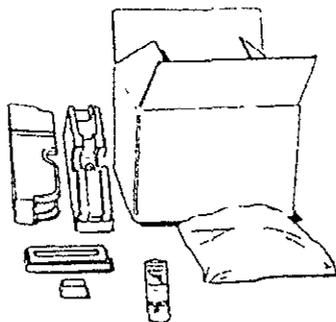
3.2.4 Espacio entre rieles a soldar o "Cala"

25 Milímetros

3.2.5 Composición y Presentación de un Kit de soldadura

- 1 Carga o Porción de soldadura (que incluye un paquete de obturación)
- 1 Fósforo de encendido (siempre en empaque aparte)
- 1 Juego de moldes refractarios
- 1 Pan de pasta refractaria FUSAL para el sellado de los moldes

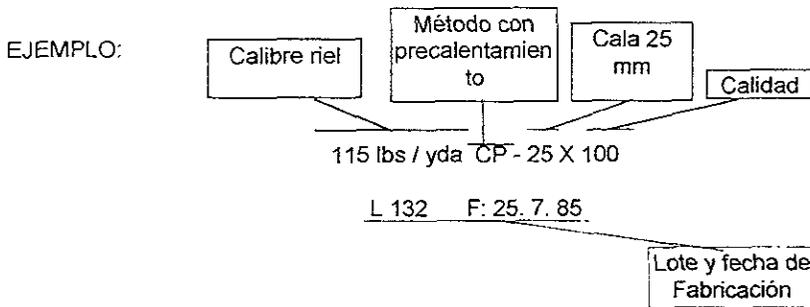
A excepción del fósforo de encendido estos materiales se presentan en forma de conjunto, dentro de una caja de cartón, debidamente protegidos uno del otro



3.2.6 Nominado de la Soldadura

El Kit de soldadura aluminotérmica y la bolsa de polietileno que contienen la porción, llevan las siguientes referencias

- Calibre del riel
- Método de soldadura (CP o LP)
- Cala o espacio entre rieles a soldar
- Tipo de aleación (calidad)
- Numero del lote de fabricación
- Fecha de fabricación



3.2.7 Otros materiales consumibles

Crisol refractario: El crisol de forma tronco cónica en el que se produce la reacción aluminotérmica.

Boquilla de magnesita: Boquilla que se inserta en el fondo del crisol refractario y a través de la cual se efectúa la colada.

3.2.8 Almacenaje

Los materiales descritos anteriormente así como otros productos y utillajes empleados para la ejecución de la soldadura aluminotérmica, deben ser almacenados contra la humedad.

3.3 INSTRUCCIONES PARA LA APLICACIÓN

3.3.1 PREPARACION DE LA JUNTA A SOLDAR.

3.3.1.1 Inspección de los extremos de los rieles a soldar

Toda fisura (o inicio de fisura) que se detecte, (fisuras partiendo del agujero para las planchuelas, en el alma, etc) así como deformaciones deben ser eliminados por el corte. Se tendrá que tomar en cuenta, que el agujero mas cercano al extremo a soldar, quedara fuera del molde. Todo resalto del perfil (rebabas procedentes del corte, etc) que puedan entorpecer el acoplamiento del molde, deben ser eliminadas, por esmerilado

3.3.1.2 Cala o espacio entre rieles a soldar

La cala o espacio entre los rieles es indicado por el fabricante y viene referenciado en la nominación impresa en la bolsa de la porción. En el caso que nos ocupa, la cala es de 25 mm con una tolerancia de ± 2 mm.(Fig. 1)

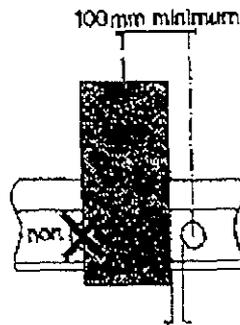


Fig. 1

Esta cala se medirá, perfectamente, con una Galga Triangular graduada, tanto de una parte como la otra de la cabeza y el patín. Las cuatro medidas deben estar dentro de las tolerancias antes indicadas. La cala se obtiene por alejamiento o aproximación de los perfiles después del corte. La cala se obtiene por alejamiento o aproximación de los rieles o por corte.

3.3 1.3 Corte de los rieles - Limpieza de los extremos a soldar

Si para obtener la cala es necesario cortar los rieles, debe hacerse preferentemente con una sierra de disco abrasivo o alternativa (Fig. 2).

El corte con soplete debería usarse, solo en caso de emergencias y utilizando una guía de corte, soldándose inmediatamente después de efectuado el corte. Una vez efectuado el corte, los extremos de los rieles deberán ser cuidadosamente limpiados con la ayuda de un cepillo metálico, de una piqueta, lima o burlil, etc, a fin de eliminar todas las rebabas y trazas de óxido, suciedad o grasa, que pudieran perjudicar la calidad de la soldadura.

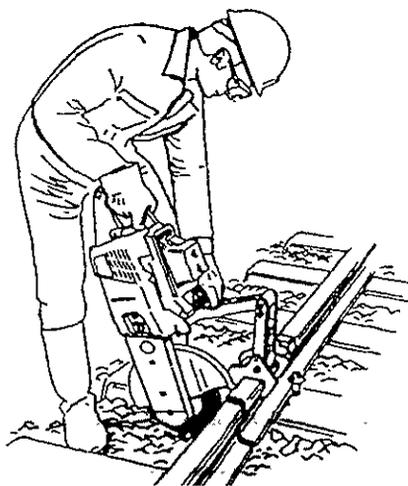


Fig. 2

3.3.1.4 Movimiento del Balasto y elementos de fijación

En principio no deben moverse mas balasto que el necesario, para permitir una buena colocación del molde. Deben soltarse la fijaciones de tres durmientes de cada lado de la soldadura en vía recta o seis en vía curva, para permitir efectuar el alineamiento

En el caso de durmientes de concreto, en los que el calor o eventuales proyecciones del metal liquido pudieran dañar las suelas o apoyos de huile, estos se retiraran mientras se efectúa la soldadura

3.3.2 Alineamiento

El alineamiento tiene por objeto posicionar en planta y en perfil los extremos de los rieles a soldar. El alineamiento se efectúa, con la ayuda de una regla de un metro de longitud y elementos o dispositivos que permitan modificar la posición de los rieles, tales como: Cuñas de madera, Gatos, Regla de Alineamiento, etc.(Fig. 3)

En el transcurso de las operaciones de alineamiento, es conveniente evitar el herrar el Patín de los rieles. Para facilitar el trabajo de alineamiento deben soltarse la fijaciones de tres durmientes de cada lado de la soldadura en vía recta o seis en vía curva, y efectuar un alineamiento "grosero" al ojo, colocándose a unos 3 metros de cada lado de la soldadura. Hecha esta operación previa los extremos de los rieles a soldar deben quedar "vencidos", es decir ligeramente hacia abajo.

Alineación en Planta Sea cual sea el trazado de la vía, las caras internas del hongo, deben alinearse perfectamente sobre una longitud mínima de un metro

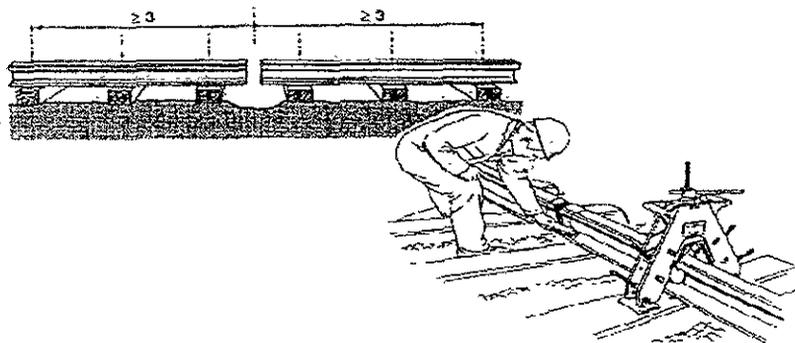


Fig. 3

La posición de la parte baja de los rieles, debe ser igualmente alineada, a nivel de la unión del Alma con el Patín, a fin de que los extremos de los rieles a soldar queden con la misma inclinación (Fig. 4). En curva este alineamiento se consigue mediante la utilización de tirantes.

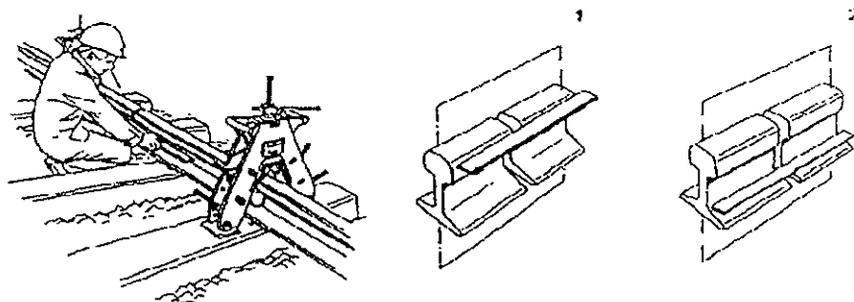


Fig. 4

Alineación en Perfil . La superficie de rodamiento de los dos rieles a soldar, deben alinearse con una flecha hacia arriba en el punto de la soldadura. El valor de esta flecha se mide colocando la regla de alinear, de un metro, centrada con la junta y debe tener en cada extremo, una luz entre regla y riel de 0.5 a 1.5 mm (Fig. 5). Esta flecha es necesaria

para que una vez efectuado el esmerinado de terminación, la junta quede alineada con la regla. Esta flecha se da a título indicativo ya que variara en función del perfil del riel, del espacio entre durmientes, del balasto, del método de corte, etc.

Importante: Al empezar un frente de trabajo el soldador debe examinar las primeras soldaduras, que le darán, en función de la longitud del esmerinado necesario, para dejar a regla la junta, la longitud de su alineamiento y la necesidad de aportar correcciones pertinentes

Tanto el alineamiento en planta como en perfil se efectúa colocando cuñas de madera, entre la cabeza del durmiente y el patin del riel. Debe prohibirse el alineamiento, mediante el calzado del durmiente con el balasto.

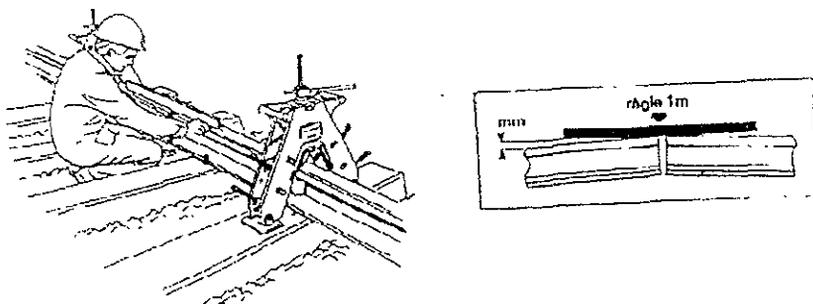


Fig 5

Para efectuar un alineamiento mas rápido y preciso, que al mismo tiempo que asegure la inmovilidad de los extremos a soldar ya alineados, existe un dispositivo mecánico llamado Regla de alineamiento o Caballete de alineación

3.3.3 Colocación de los Moldes

El molde debe ponerse de manera que el eje de la cámara de soldadura, corresponda con el de Cala a soldar. Debe ser también perpendicular al eje longitudinal del riel.

Por la abertura superior del molde, se puede verificar el centro de éste, respecto a la cabeza del riel y por los agujeros de las coladas, el centraje respecto a los patines (Fig. 6)

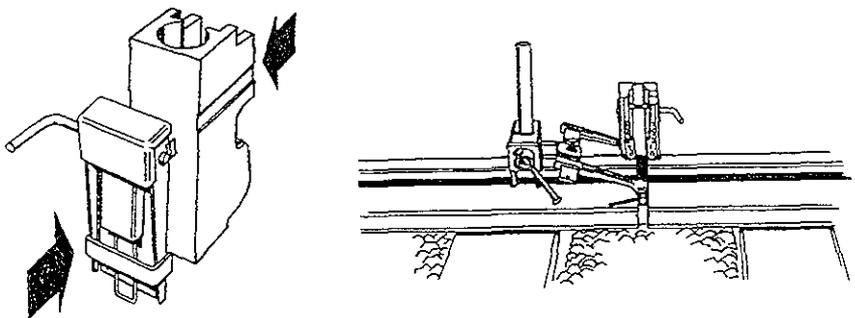


Fig. 6

Los moldes se sujetan sobre el riel mediante una pieza llamada Prensa Portamoldes. La presión ejercida por la Prensa Portamoldes sobre los moldes debe ser ligera. Una presión excesiva puede deteriorar el molde.

Una vez colocados los dos medios moldes, se presenta la pieza inferior sobre la Placa de Fondo y se procede a un presellado, colocando un bordón de Pasta Refractaria FUSAL CP Negra a todo su alrededor, al mismo nivel que la pieza refractaria (Fig. 7) Después se suspende de las anillas inferiores de la Placa Portamoldes y mediante un giro de las manivelas de éstas; quedará presionada contra el fondo del molde. Tapar la parte superior de los moldes.

La estanqueidad entre molde y riel se consigue mediante la aplicación de la Pasta Refractaria FUSAL. (Fig. 8)

Antes de colocar los moldes se efectúa una escotadura de ambas mitades, en la parte superior del lado opuesto, al que se le colocará la Prensa Portamoldes, con objeto de crear un rebosadero, por donde pasará la escoria al recipiente llamado Cubeta para el Corindón. El ancho y profundidad de esta escotadura, está indicando con unos trazos en el molde (Fig. 9).

Finalmente se coloca sobre el riel y arrimada al molde de Cubeta para el Corindón, sellando el contacto entre ambos con Pasta Refractaria Fusal (Fig. 10).

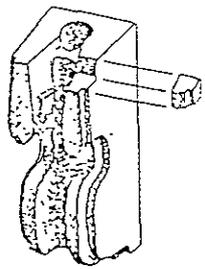


Fig. 7

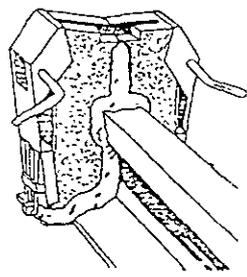


Fig 8

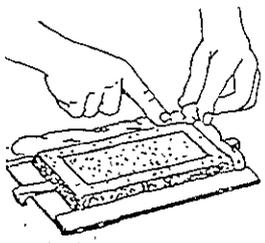


Fig. 9

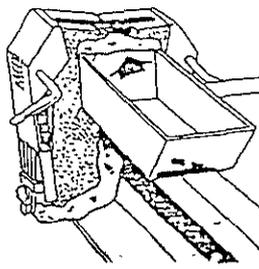


Fig. 10

Importante: El soldador, antes de colocar los moldes debe verificar que todos los orificios y conductos estén perfectamente libres, sino deberá proceder a su limpieza.

3.3.4. Preparación del Crisol.

En el caso de un crisol nuevo:

El crisol refractario, debe acomodarse dentro de la Funda metálica para crisol. Entre esta funda y crisol se coloca una capa de Pasta Refractaria Fusil CP (color gris).

Una vez montado el Suplemento para el Crisol, éste debe ser SECADO concienzudamente, ya sea con el Calentador o bien efectuado una "colada falsa" con una porción que se haya desechado (al romperse una bolsa o perderse parte de su contenido (Fig. 11).

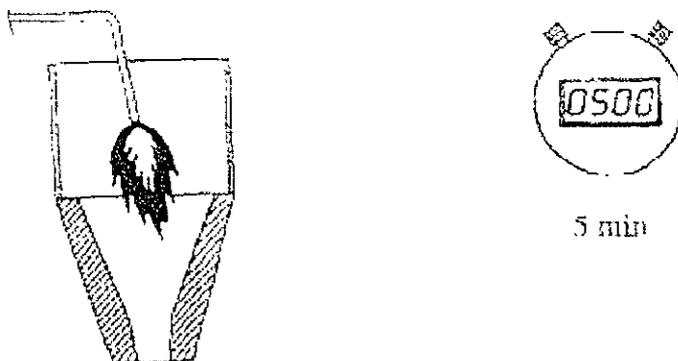


Fig. 11

En el caso de un crisol usado:

Antes de empezar cada jornada de trabajo, debe también calentarse para hacer desaparecer toda posible humedad.

Después de verificar el buen estado del orificio inferior, se coloca la Boquilla de Magnesita. Esta debe durar, según buen uso, unas 6 reacciones. Cada vez que se termina una reacción, debe destaparse el orificio de la boquilla con la Varilla para destapar el crisol.

La capa de escoria que se va formando en cada reacción, debe romperse antes de que alcance un espesor considerable, que haga disminuir la capacidad del Crisol. Esta operación se efectúa con la Varilla para destapar el crisol y debe ejecutarse cada 8 ó 10 soldaduras. Cada 5 reacciones, ó antes si el deterioro de la boquilla es importante, se cambiará ésta.

Para extraer los residuos producidos por las operaciones mencionadas anteriormente, se volteará el Crisol. **NO DEBE INTENTARSE HACER PASAR TODOS LOS RESIDUOS POR EL ALOJAMIENTO DE LA BOQUILLA**, ya que esto lo deteriorará innecesariamente.

Una vez observado lo anterior, el soldador tomará la porción y se asegurará, por su nominación que corresponde al riel que va a soldar y al tipo de procedimiento que está usando, así como que la bolsa se encuentre en buen estado, sin roturas que hayan producido la pérdida de parte de su contenido. Extraerá de su interior el Paquete de Obturación y procederá a colocar, en primer lugar el Clavo en el fondo del crisol, después se coloca el Asbesto, protegiendo la cabeza del clavo (previamente se desfibrará) y se retacará contra ella, con la Varilla de acomodar el material de obturación y a continuación se vierte la Arena Refractaria contenida en la bolsita.

Una vez obturado el Crisol se vierte dentro de él, la porción, no sin antes efectuar una homogeneización de su contenido, agitándola dentro de la bolsa (Fig 12).

El Crisol así preparado junto con el Soporte Basculante se coloca sobre Prensa Portamoldes, con el tubo existente para tal efecto. Con anterioridad ya se habrá verificado que el Crisol quedará centrado con el molde en el momento de la colada.

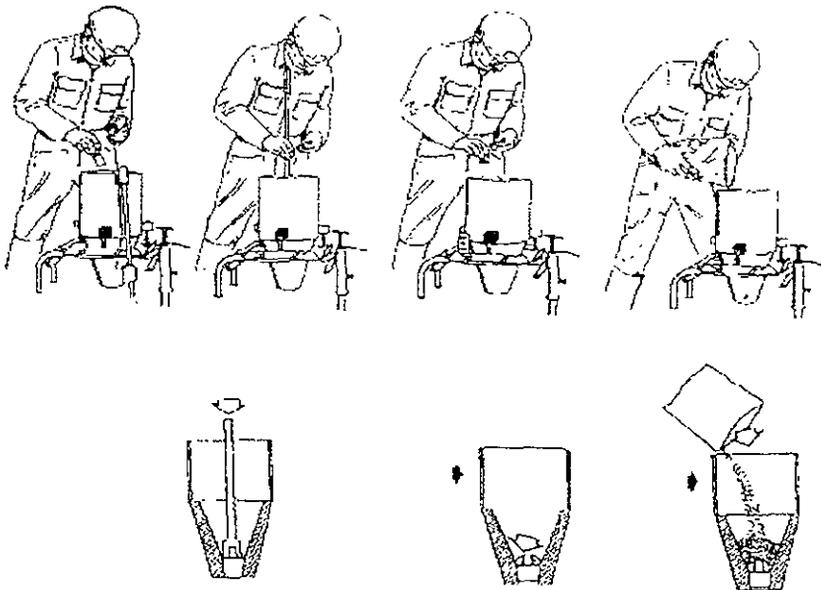


Fig. 12

Para la colocación de la boquilla automática se debe de preceder de la siguiente forma:

Eliminar cuidadosamente del fondo del crisol, la escoria depositada por la reacción precedente, alrededor del alojamiento de la boquilla. Esta operación se efectuara con la parte puntiaguda de la vanlla especial para la boquilla automática.

Voltear el crisol y empujar los restos de la boquilla automática empleada en la reacción precedente. Esta operación se efectuara con la parte puntiaguda de la varilla especial para la boquilla automática. Colocar la boquilla automática en su alojamiento y acoplarla con la varilla especial, por la parte que tiene un casquillo.

Una vez que la boquilla automática esta colocada en su alojamiento y sellada con el polvo refractario, el soldador tomara la porción y se asegurara que su denominación corresponda al riel que va a soldar y el tipo de procedimiento que esta usando.

También el soldador checará que la bolsa se encuentre en buen estado, sin roturas que haya producido la perdida de parte de su contenido y verterá el contenido dentro crisol, no sin antes efectuar una homogeneización de la porción, agitándola dentro de la bolsa. El crisol así preparado, junto con su soporte basculante se coloca sobre la prensa portamoldes, en el tubo existente para tal efecto. Con anterioridad se habrá verificado que el crisol quedará centrado con el molde en el momento de la colada

3.3.5. Precalentamiento.

El precalentamiento tiene por objeto elevar la temperatura de los extremos de los rieles a soldar de 850° a 900° C

Para este efecto se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

3.3.5.1. Precalentamiento Aire Pulsado - Gasolina.

Este precalentamiento se efectúa con la ayuda de un Grupo motor - soplador que suministra un caudal de aire a baja presión. Tiene incorporado un depósito suplementario de gasolina, del que el aire del soplador aspirará el combustible. Para precalentar la soldadura se procederá como sigue:

- Colocar el Calentador sobre el Soporte para el calentador, que estará colocado sobre la Prensa Portamoldes y sujetarlo de manera que la boquilla quede centrada con el

agujero central del molde. La altura de la parte inferior de la boquilla, sobre la superficie del riel, debe ser de aproximadamente 5 cm.

- Asegurarse que una de las válvulas de aire esté abierta y poner en marcha el motor del grupo.
- Ajustar la presión del aire a 0.25 bar. (3.5 Psi)
- Abrir ligeramente la válvula de entrada de combustible y esperar que éste salga por los orificios del calentador. Puede ser necesario levantarlo del molde, para comprobar que la gasolina fluye.
- Prender el calentador, arrojando una antorcha a la boquilla y regular la válvula de entrada de combustible, hasta que la llama tenga un color rojo y sobresalga unos 15 cm. por las toberas del molde (Fig 13)

El tiempo de precalentamiento, será según el perfil del riel, ya que el soldador retirará el calentador del molde. Cuando el riel, haya alcanzado de forma uniforme, un color rojo cereza claro, lo cual se aprecia a través de las gafas de soldar.

A título orientativo, para un riel de 90/100 lbs/yda, el tiempo de calentamiento será de 10 a 12 minutos y para un riel de 115 lbs/yda, de 15 a 18 minutos.

Una vez terminado el precalentamiento se levantará el calentador y se colocará el tapón en su alojamiento del molde y se procederá a la reacción y colada.

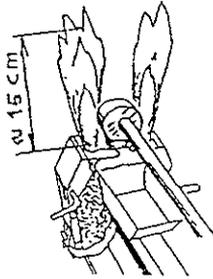


Fig 13

3.3.5.2. Precalentamiento Aire Pulsado - Propano.

Este procedimiento se efectúa con un grupo igual al del aire pulsado - gasolina, en el que el depósito suplementario de gasolina, es sustituido por un tanque de propano, que se utilizará como combustible.

El resto del procedimiento es igual al descrito en el punto anterior

3 3 5 3. Precalentamiento Oxi - Propano.

Este sistema utiliza como calentador un soplete Oxi - Propano, con una Boquilla Multiflame especial, utiliza como combustible el propano y como carburante el oxígeno. Para precalentar la soldadura se procede de la siguiente forma:

- ♦ Colocar el calentador sobre el Soporte para el calentador que ésta dispuesto sobre la Prensa Portamoldes, de manera que la boquilla quede centrada con el agujero central del molde, la altura de la parte inferior de la boquilla sobre la superficie del riel, debe ser de aproximadamente 45 mm.
- ♦ Regular la presión del propano a 0.5 kg/cm², en el mano reductor de salida del tanque de gas. La llave de paso en el soplete calentador debe estar completamente abierta

- ◆ Prender el calentador con un mechero de Chispa y regular la presión de oxígeno por el manómetro del tanque del molde (Fig. 14). La llave de paso en el soplete calentador, debe estar completamente abierto aún cuando el soldador puede permitirse ligeros ajustes a través de ella

A título orientativo podemos decir que operando de manera descrita, el manómetro de oxígeno marcará de 1.8 a 2.0 kg/cm² aproximadamente.

El tiempo de precalentamiento estará de acuerdo con sección del riel, ya que el soldador, retirará el soplete calentador en el momento en el que el riel haya alcanzado, de forma uniforme un color rojo cereza claro lo cual se aprecia con las gafas de soldar

Esta temperatura se podría comprobar por medio del cambio de color de unas marcas hechas con un crayón "thermocolor" de valor de 250 °F

A título orientativo el tiempo de precalentamiento para un riel de 90-100 Lbs/Yda será de 5 a 6 minutos y para un riel de 115 Lbs/Yda de 6 a 7 minutos.

- Una vez terminado el precalentamiento se levanta el calentador se coloca el tapón en su alojamiento del molde y se procede a la reacción y colada
- En condiciones atmosféricas adversas (mucho viento, etc.) puede ser necesario aumentar la presión de los gases. En tal caso aumentar la presión de propano de 100 en 100 gr. y la de oxígeno, la que sea necesaria para conservar la altura de llama, hasta que el soldador aprecie que el soldador se desarrolla con normalidad.

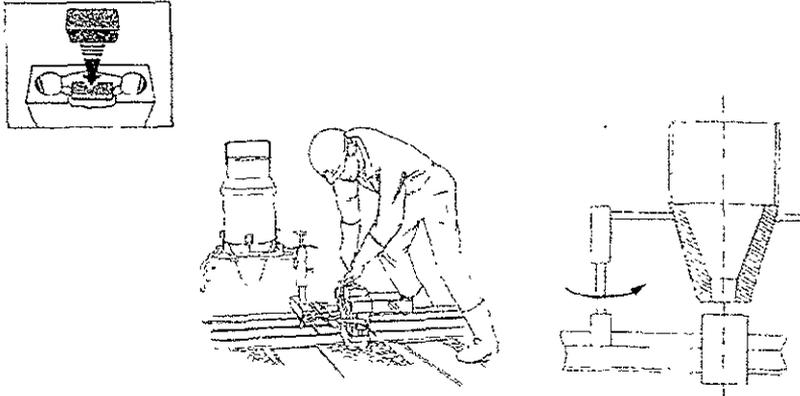


Fig. 14

3.3.6. Reacción y Soldadura.

Terminando el precalentamiento y colocado el tapón se da un giro al crisol, hasta que quede centrado con el molde.

Se prende el Fósforo de Encendido, acercándolo al interior del molde que está incandescente o al calentador. Se introduce el Fósforo en la porción contenida en el crisol y se coloca la tapa. Se inicia la reacción.

La duración de la reacción viene indicada por la "actividad" dentro del crisol. En el momento en que deja de percibirse el "borboteo" dentro del crisol, se considera que la reacción ha terminado.

Se deja transcurrir 10 segundos, en los cuales por densidad, se decantará el acero del óxido de aluminio y se procederá a levantar el clavo de obturación con la Vanilla para destapar el crisol lo que producirá el sangrado del crisol dentro del molde.

El exceso de óxido de aluminio ó corindón, rebosará por la escotadura efectuada previamente en el molde, a la cubeta para corindón.

El crisol se destapará automáticamente transcurrido el tiempo necesario para que se efectúe la reacción y decantación de los elementos en fusión. Por la parte inferior del crisol fluirá primeramente el acero, llenará el molde y posteriormente el corindón que al encontrarse el molde lleno, rebosará por la escotadura efectuada previamente al molde, a la cubeta para el corindón.

3.3.7. Desmoldeo.

Una vez terminada la colada se procederá a retirar los herrajes, efectuando esta operación "sin prisas pero sin pausas, por el siguiente orden:

- Cubeta para corindón (esperar la solidificación).
- Crisol con su soporte (una vez retirado, se limpiará el agujero de la boquilla con la Varilla para limpiar boquilla).
- Placas Portamoldes y Placa inferior.

En estas operaciones habrán transcurrido de 2 a 3 minutos.

Después de comprobar que el metal colado se ha consolidado suficientemente, el soldador procede a romper el molde por su parte superior, a unos 5 cm aproximadamente sobre la superficie del riel, con la ayuda de Cortador de Excesos (Tajadera), recogiendo este sobrante en una pala (Fig 15).

Se limpiará la parte superior de todo rastro de arena y se procederá al Corte.

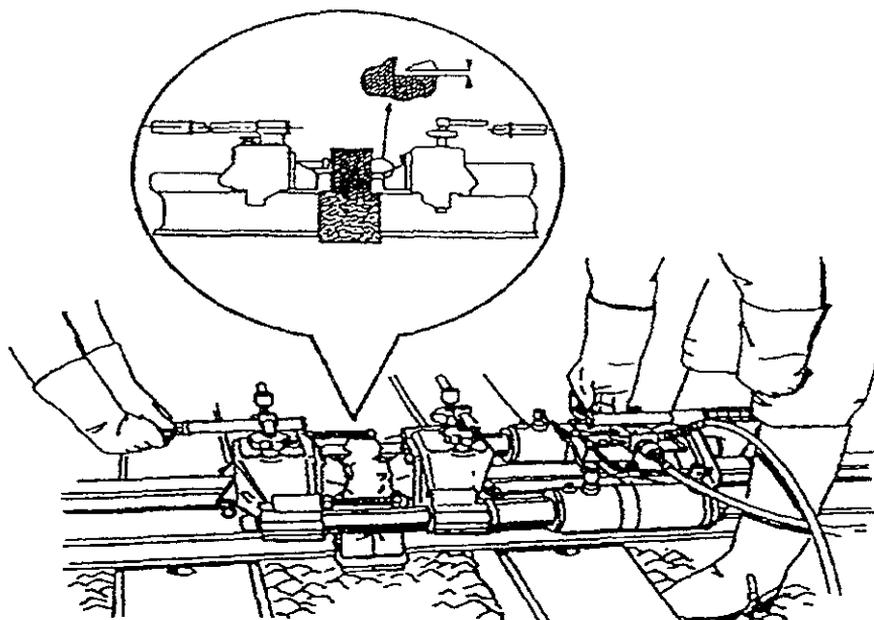


Fig. 15

3.3.8. Corte y Limpieza.

El corte puede ser efectuado con:

- ◆ Cortador de Excesos (Tajadera) y marro.
- ◆ Cortamazarotas Hidráulico.

3.3.8.1. Corte con Cortador de Excesos (Tajador).

Se iniciará el corte por el exceso superior de Hongo de la soldadura, la mitad en un sentido y la otra mitad en el otro, para evitar arrancamientos del metal (Fig. 16).

A continuación se recorta el lateral del Hongo, por la parte interior de la vía y después el lateral del lado exterior de la vía.

En la base de las coladas se efectuará una entalla, para que una ves fría la soldadura se rompan estas, sin dejar excesos costosos de esmerilar (Fig. 17)

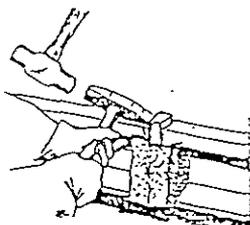


Fig. 16

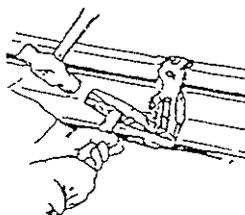


Fig. 17

Importante: Debe tenerse cuidado con la inclinación que se da a la Tajadera para evitar profundizar en el corte dentro de la sección del riel.

3.3.8.2. Corte con Cortamazarotas Hidráulico.

El Cortamazarotas es una prensa hidráulica que esta equipada con unas cuchillas que recortan los excesos del Hongo, asegurando una mejor geometría de la vía y evitando el riesgo de herr la soldadura (Fig 18)

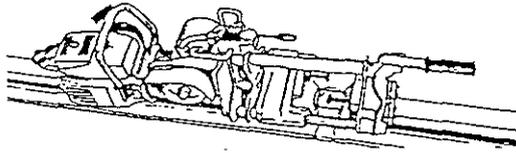


Fig. 18

3.3.8-3 Limpieza.

Una vez fría la soldadura se rompen las coladas y se procede a una cuidadosa limpieza de la soldadura eliminando todo resto de arena del molde, mediante una piqueta y un cepillo de púas metálicas.

3.3.9. Esmerilado.

El esmerilado tiene por objeto la reproducción del perfil del Hongo. Se debe efectuar con una muela lapidaria (Fig. 19). Existen varios tipos de esmeriles, para soldadura aluminotérmica, sea cual sea el tipo que se escoja, debe tenerse en cuenta que esta operación debe de efectuarse con una muela lapidaria

El esmerilado se efectúa en dos fases:

- ◆ Esmerilado de desbaste.
- ◆ Esmerilado de terminación

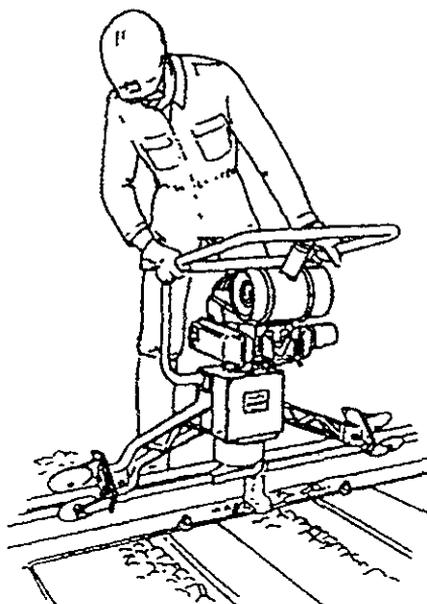


Fig. 19

3.3 9.1. Esmerilado de Desbaste.

Consiste en suprimir la mayor parte de los excedentes de soldadura que quedan después del corte.

Esta operación se puede efectuar con la soldadura aún caliente. En vías principales, el esmerilado de desbaste no debe dejar sobre espesores superiores a 0,5 mm. sobre el Hongo y la cara lateral de éste, por el lado interior de la vía.

3.3.9.2. Esmerilado de Terminación.

Con este esmerilado reproduciremos lo más perfectamente posible la continuidad del perfil del Hongo.

Debe ser efectuado cuando la soldadura este completamente fría (Fig. 20)

Idealmente, deberían hacerse el esmerilado de terminación con el riel ya sujeto a sus fijaciones, la vía alineada perfectamente y después de un paso de un par de circulaciones.

Los restos de las coladas y las rebabas en el patín deben ser esmeriladas, evitando dejar aristas vivas.

En principio en una soldadura alineada correctamente este esmerilado afectará unos 10 cm , a cada lado de la soldadura, para quedar esta, de a cuerdo con las tolerancias geométrncas exigidas. Sin embargo este esmerilado se puede prolongar hasta desvanecerse en toda la longitud de la regla de un metro centrada con la soldadura, siempre y cuando no se traslade un defecto de exceso de flecha a 50 cm , del centro de la soldadura

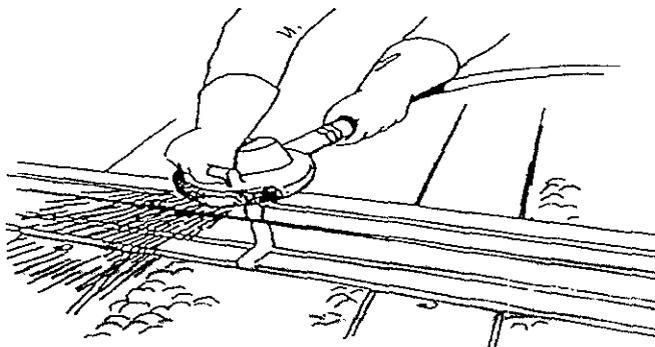


Fig. 20

3 3.10. Marcado de la Soldadura.

Una vez terminada la soldadura, se marcará sobre el lateral del Hongo, por la parte exterior de la vía con números de golpe. (Fig. 21)

Cada administración decidirá las marcas que llevará la soldadura, pero como mínimo, las marcas debieran identificar al soldador. Además es conveniente codificar la fecha de la ejecución.

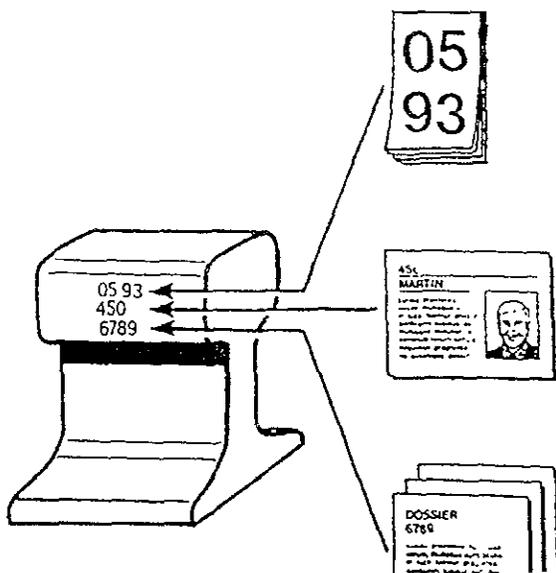


Fig. 21

3 3.11. Verificación.

La verificación de la soldadura, solo puede hacerse cuando esta, este totalmente acabada, es decir, LIMPIA y con el ESMERILADO DE TERMINACION.

La verificación comprende dos tiempos:

- ◆ Verificación de aspecto.
- ◆ Verificación de geometría.

3.3.11.1. Verificación de Aspecto.

En una soldadura no deben aparecer:

- ◆ Discontinuidades en la superficie de rodamiento, tales como: Porosidades, defectos de fundición, grietas ó heridas.
- ◆ Defectos importantes tales como: Inclusiones de corindón ó arena, rechupes.
- ◆ Deformaciones en el bosaje o resalto.
- ◆ Decalaje entre rieles.
- ◆ Decalaje entre los moldes.

Todo eventual defecto será sondeado y limpiado y se evaluará su importancia.

3.3.11.2 Verificación de la Geometría.

En control de la geometría esta destinado a verificar la calidad del alineamiento del esmerilado de terminación

Se efectúa con la ayuda de una regla de un metro y con juego de galgas ó laines de mecánico y controla la rectitud del Hongo, en el plano y en el perfil y la inclinación de los rieles

La precisión en el alineamiento esta en función de la velocidad a la que se utilizará la vía en construcción

3 3.11.2.1 Verificación en Plano.

La verificación se efectúa sobre la cara lateral activa del Hongo y una ves colocada la regla de un metro, centrada con la soldadura.(Fig. 21-A)

Tanto para velocidades superiores a 180 km/ hr. Como inferiores a esta

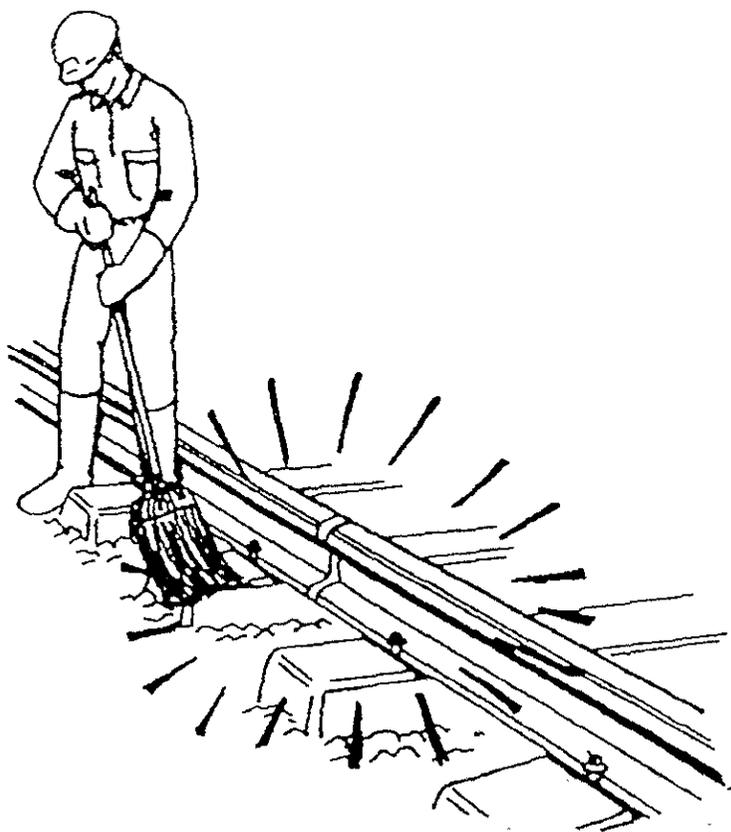


Fig. 21-A

3.3.11.2.2. Verificación en Perfil.

Colocada la regla de un metro, sobre la superficie de la rodadura del riel y centrada con la soldadura.

Importante: Para vías construidas para esta velocidad No se tolerará ninguna soldadura con flecha negativa es decir, "hueca" ó "baja".

Nota: Las tolerancias exigidas en los puntos 3.3.11.2.1 y 3.3.11.2.2 no se obtendrán mediante un esmerilado demasiado largo. Se puede tomar como referencia que el esmerilado iniciado en el centro de la soldadura se desvanecerá como máximo a 50 cm. A cada lado de ella, es decir, la longitud de la regla de alinear

3.3.11.2.3. Verificación de la Inclinación.

Habiendo verificado el buen alineamiento del Hongo, los patines no deben tener un decalaje mayor que la diferencia existente entre las mediadas de los dos perfiles soldados.

3.4 EQUIPO DE APLICACION

Se llama equipo de aplicación al conjunto de herrajes, herramientas y maquinaria que facilitan la aplicación de la soldadura aluminotérmica (Fig. 22 y 23)

El equipo de aplicación, se divide en:

- ◆ El tipo especial
- ◆ Equipo normal.
- ◆ Maquinana

3.4.1 Equipo especial.

Es aquel que se construye, en su mayor parte, especialmente para la aplicación de la soldadura aluminotérmica y es suministro exclusivo fabricante de la soldadura.

3.4.2 Equipo normal.

Son piezas de adquisición normal en ferreterías y casas de suministros industriales como son: martillo, marro, guantes, gafas de soldador, limas, buriles, tanque de oxígeno y propano, reguladores de presión, palas, cuñas de madera, etc.

3.4.3 Maquinaria.

Con objeto de facilitar la aplicación de la soldadura, el fabricante a diseñado una serie de utillajes y maquinaria que sin ser imprescindibles, como las piezas denominadas equipo de aplicación, sí es recomendables su uso, como son: Cortamazarotas hidráulicas y regla de alineamiento.

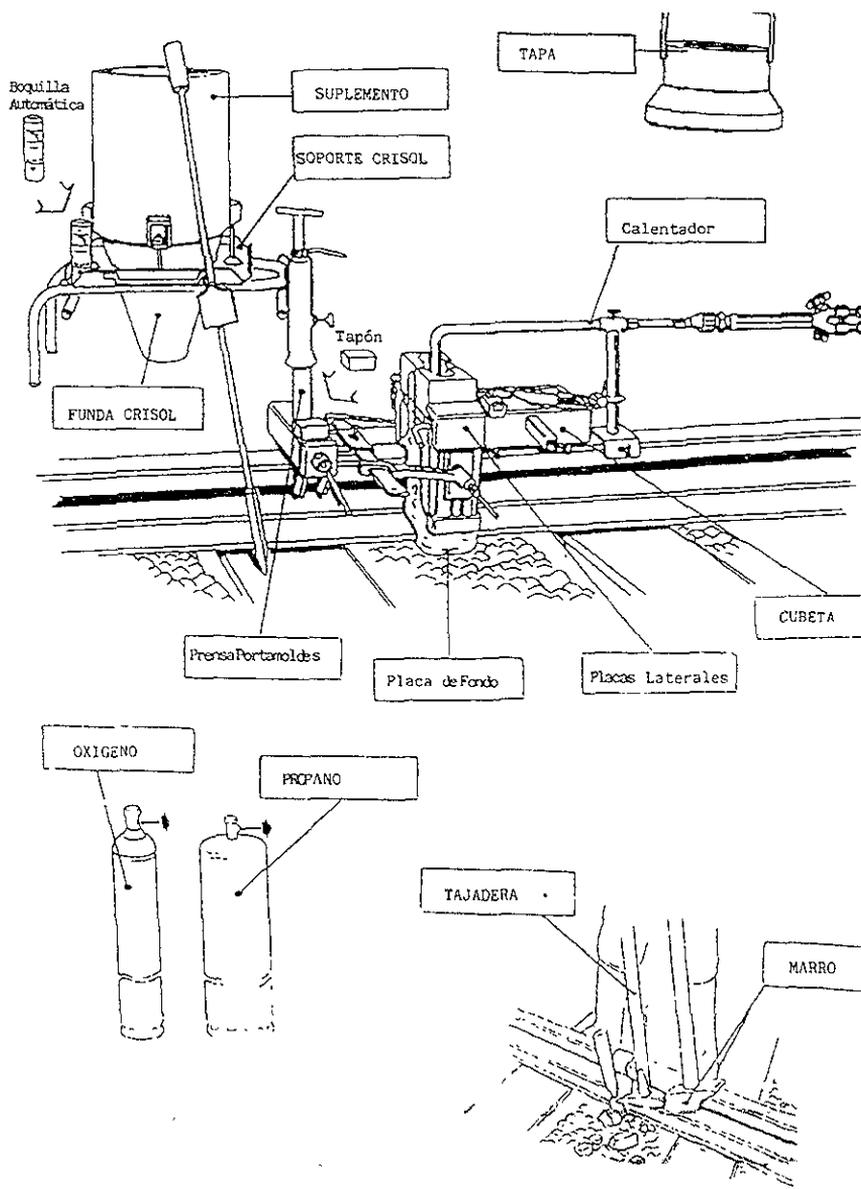


Fig. 22

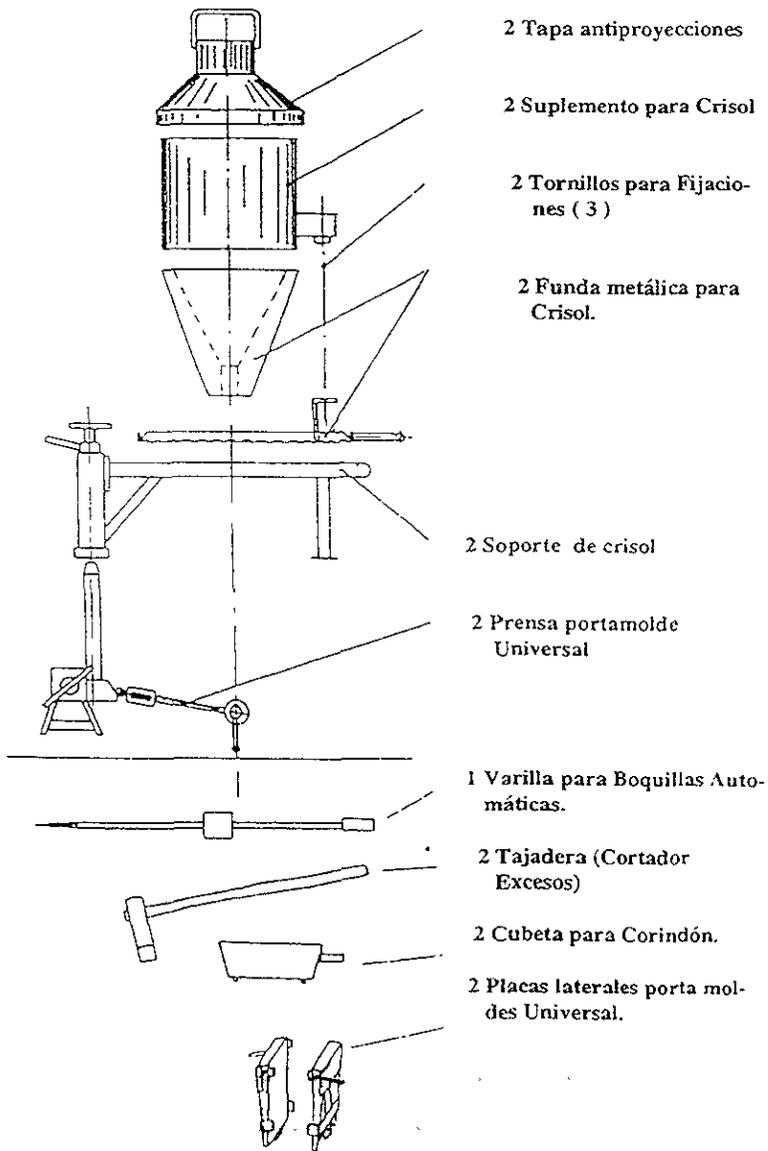


Fig. 23

CAPITULO IV

PRUEBAS Y NORMAS APLICABLES A SOLDADURAS ALUMINOTERMICAS REALIZADAS SOBRE ELEMENTOS DE VIA

Como el fin de esta tesis es el de proporcionar un panorama general sobre las soldaduras aluminotérmicas en elementos de vía, este capítulo se lleva a cabo para poder establecer las condiciones que debe reunir tanto la soldadura como la empresa que vaya a realizarla. Para ello, hablaremos de las pruebas principales que se realizan a estas soldaduras (dureza e impacto) y por último, las condiciones que deben reunirse para poder ser un proveedor de soldaduras aluminotérmicas para el Sistema de Transporte Colectivo "Metro"

4.1. PRUEBAS REALIZADAS A SOLDADURAS ALUMINOTÉRMICAS.

Para la comprobación de la calidad de las soldaduras aluminotérmicas sobre elementos de vía, se llevan tres pruebas fundamentales a saber:

- Prueba de impacto
- Prueba de dureza
- Prueba visual o dimensional

Y las cuales se realizarán de acuerdo a dos tipos de controles manejados por el S.T.C "Metro".

- Control en laboratorio de las cargas sueldadas
- Control en la vía de las uniones sueldadas

El control de laboratorio incluirá:

- Pruebas de impacto
- Pruebas de dureza
- Pruebas visuales

El control de la vía incluirá:

- La verificación del aspecto de las soldaduras
- La verificación de las tolerancias geométricas del conjunto sueldado

4.2. PRUEBA DE IMPACTO

Esta prueba se efectúa mediante un martinete guiado de 300 Kg., que tiene un radio de encurvado de 100 mm., aproximadamente, en su parte de precisión.

Las piezas a inspeccionar son colocadas sobre dos apoyos redondeados, separados por una distancia de 50 cm., entre sus ejes y cada uno cuenta con un radio de curvatura de 100 mm., aproximadamente. Los rieles se colocaran de manera que el martinete golpee la parte superior del hongo. La barra guía se colocara de manera que el martinete golpee el ala de 150 mm., en posición horizontal, quedando el ala de 100 mm., en posición vertical. Las pistas de metálicas de rodamiento se colocaran de manera que el martinete golpee la superficie de rodamiento.

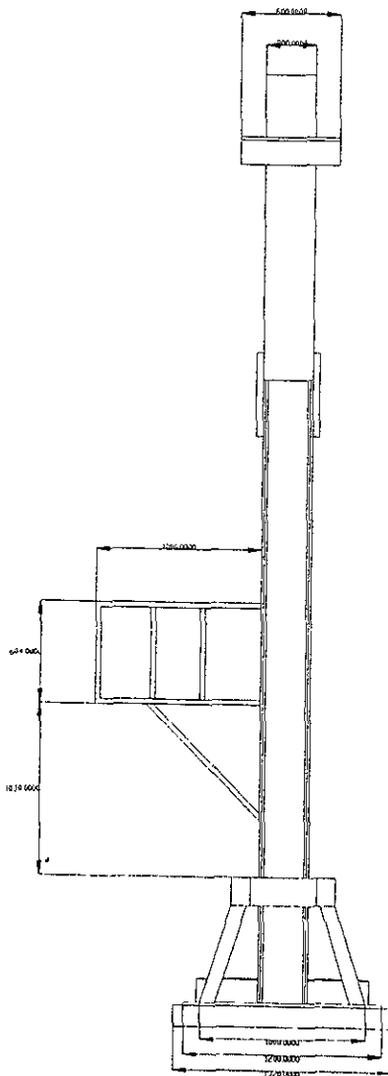
La altura de caída inicial del martinete es de 50 cm., y si resiste la soldadura, se ira incrementando de 50 en 50 cm., hasta alcanzar los 3 metros de altura (altura de caída en la cual se considera como satisfactoria la prueba).

En el laboratorio Mecánico - Metalúrgico del S.T.C. "Metro" se efectúa esta prueba y el dispositivo que la realiza fue diseñado y construido por el propio personal de este laboratorio. Es un dispositivo sencillo, que no contiene instrumentos complicados, pero

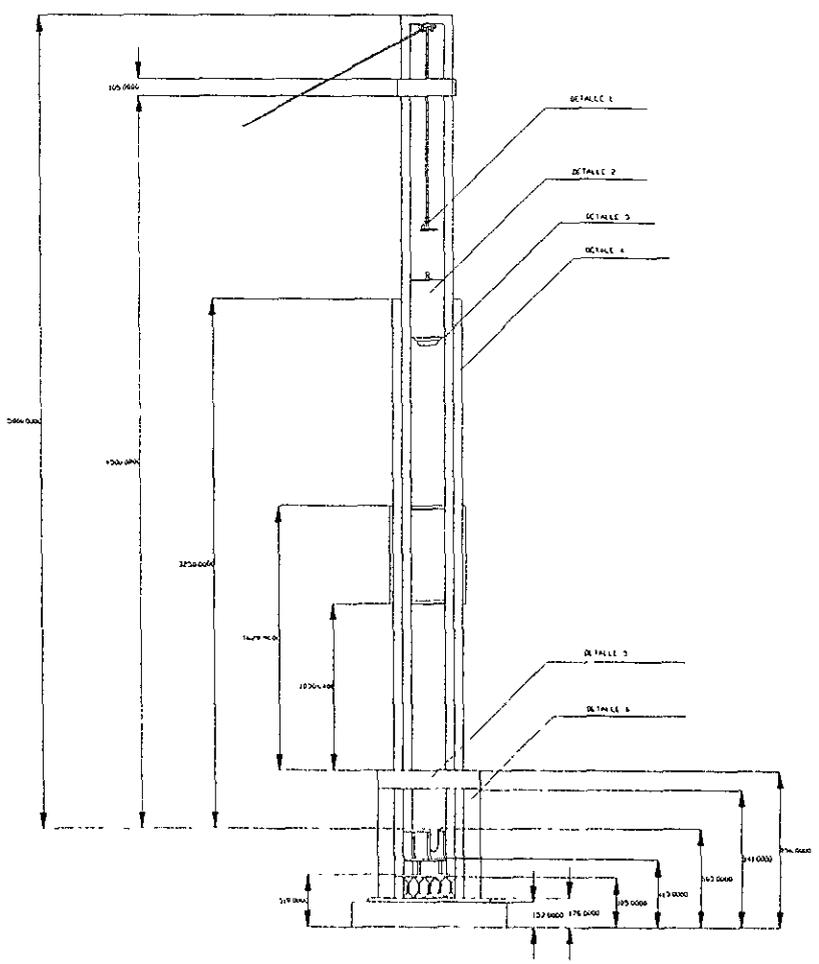
que cumple con el cometido para el que fue diseñado. Este dispositivo y algunos detalles del mismo, los podemos apreciar en la fig. 24.

El funcionamiento de este dispositivo es de la forma siguiente: el martinete se eleva por medio de un cable conectado a una grúa hasta la altura adecuada. El movimiento de este martinete es solamente vertical, ya que viaja a lo largo de dos perfiles en "U" que impiden que salga de esta trayectoria.

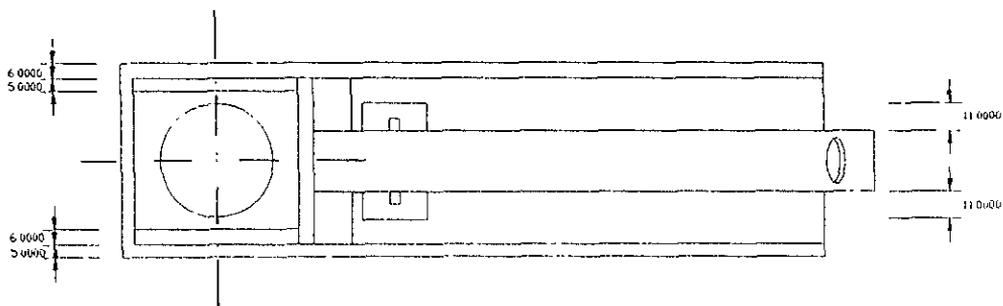
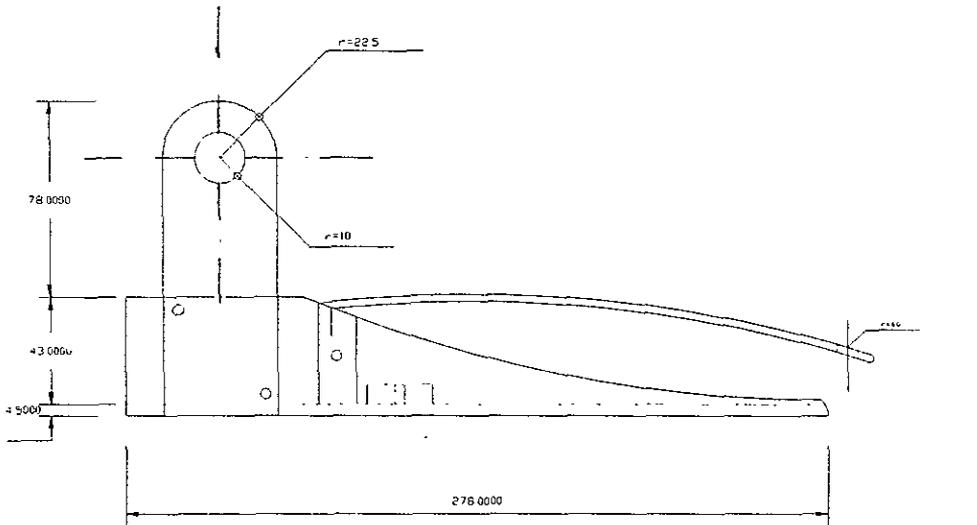
Una vez alcanzada la altura deseada, se libera el martinete para que choque con la soldadura a inspeccionar, observando posteriormente si soportó este impacto, o no. Si lo soportó se repite el proceso aumentando la longitud o altura de caída de 50 en 50 cm., hasta los tres metros de altura. En caso de que la pieza no haya resistido el impacto y se fisure o se fracture, se sacará del dispositivo y se anotará la altura de caída en el último ensayo.



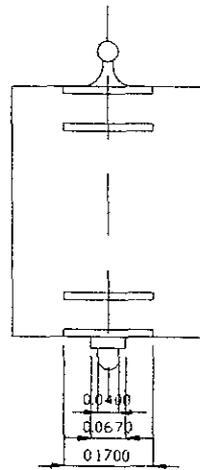
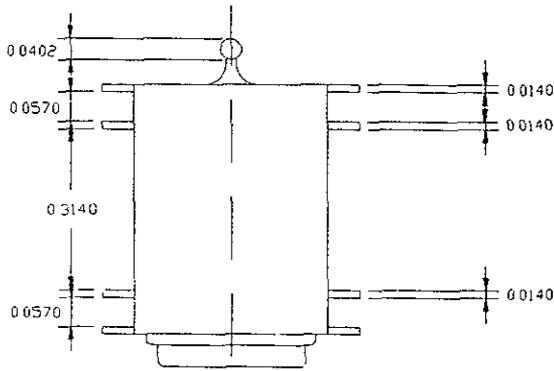
MADUINA PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS	
LSC 1420	FIG 24
ACOT mm	FECHA Mayo 28



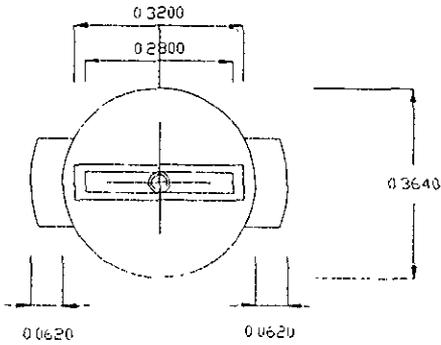
VISTA FRONTAL	
ESC 1:20	FIG 24
AUH 1981	FECHA Mayo 81



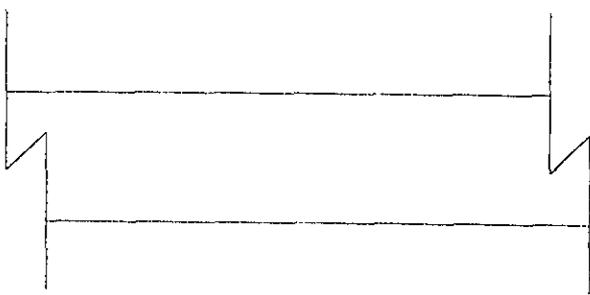
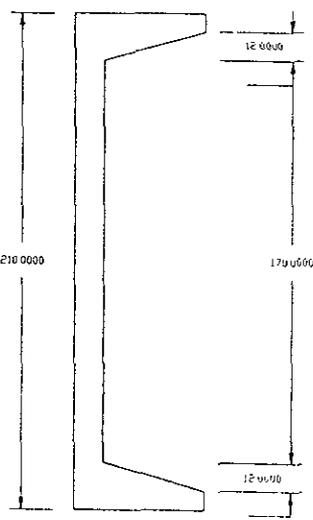
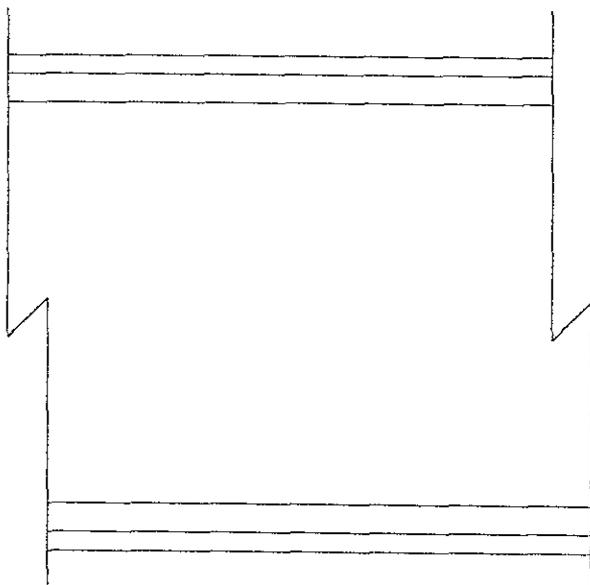
MAQUINA PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS	
ESC 12	DETALLE I
ALBI ms	FECHA Mayo UR



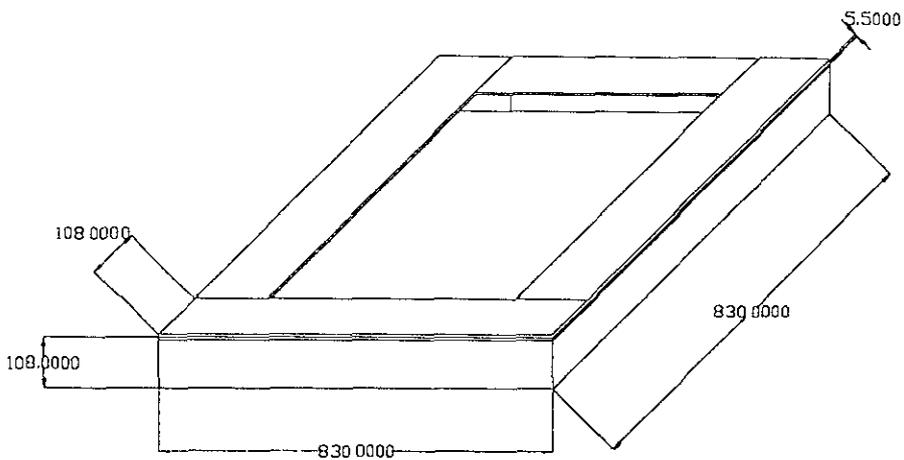
01830



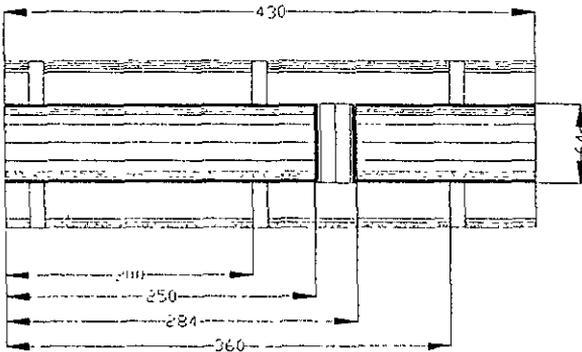
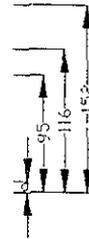
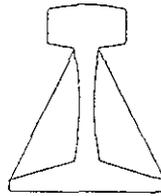
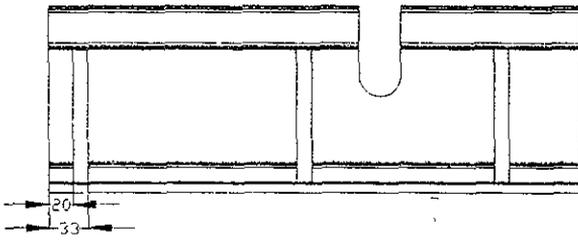
MARTINETE DE 300 kg	
ESC 120	DE FALLE ✓
ANIL 00	FECHA Mayo 08



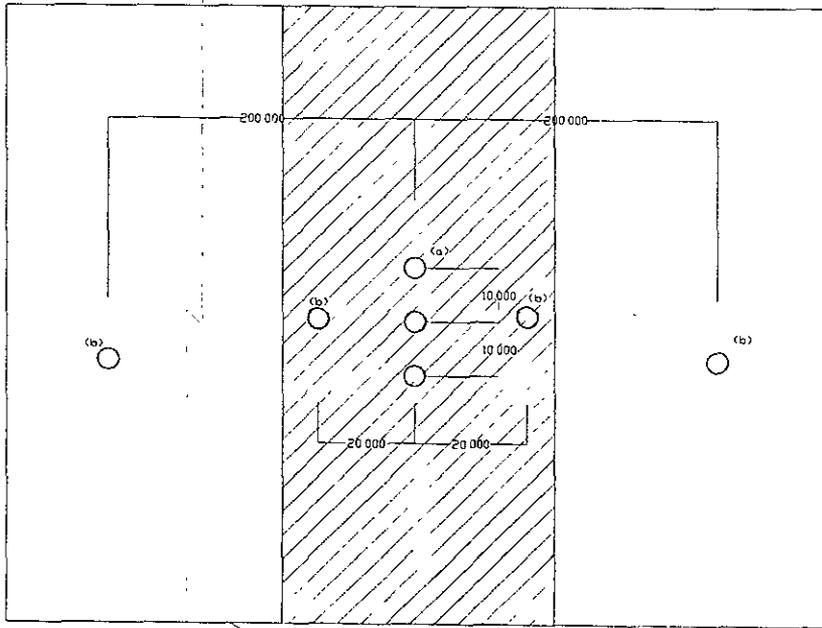
MAQUINA PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS	
ESC: 1:2	DETALLE 3 y 4
ACU: mm	FECHA Mayo 98



MAQUINA PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS	
ESC: 1:10	DETALLE 5
ACD: mh	FECHA Mayo 98



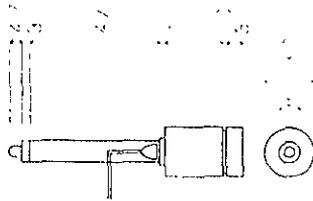
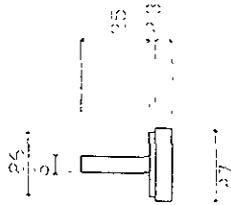
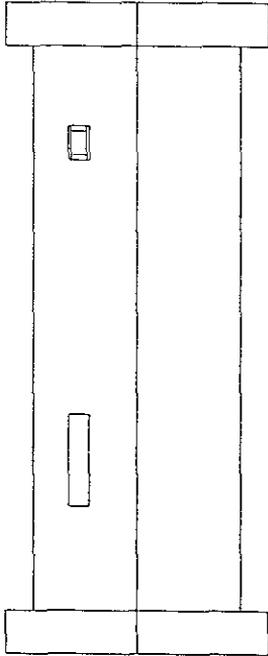
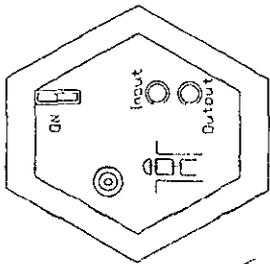
MADUINA PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS	
ESC 1:4	DETALLE 2
A1 01 mm	FILHA Mayo 92



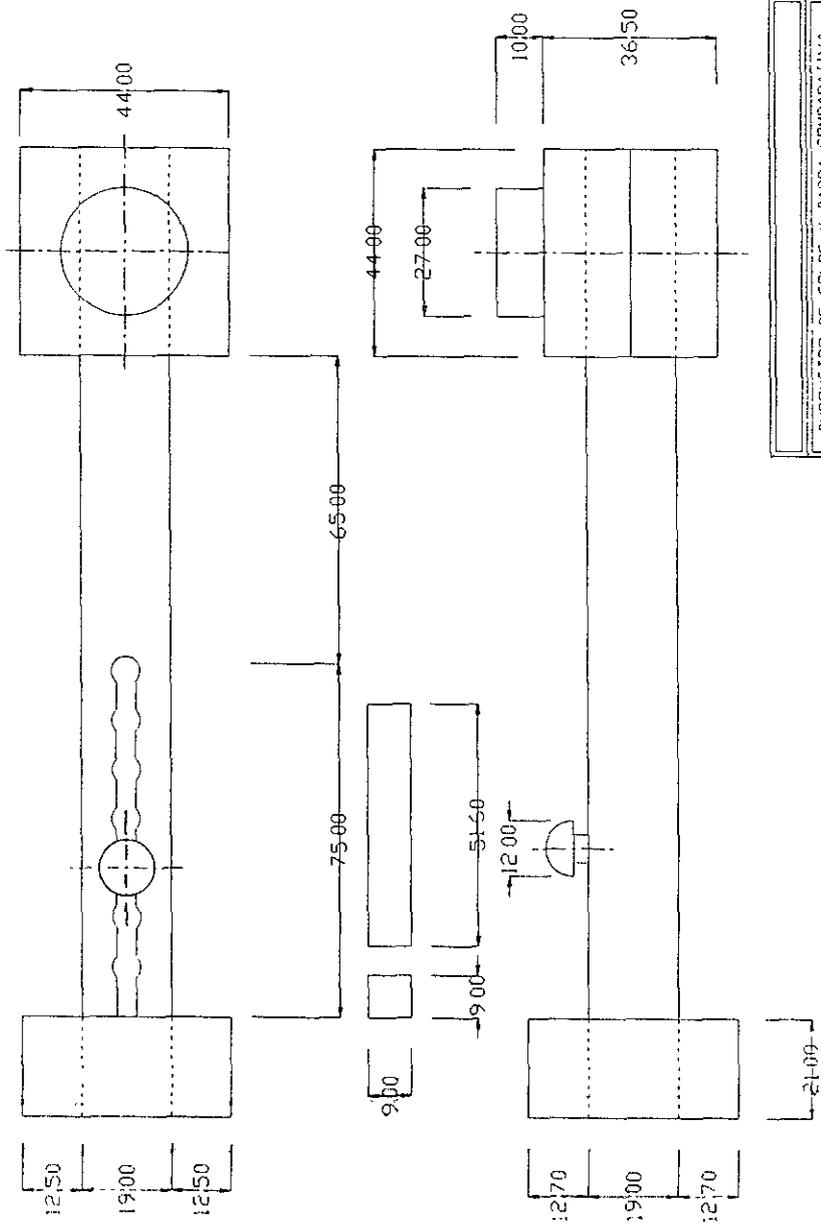
METAL BASE

PRUEBA DE DUREZA	
ESC 11	FIG 25
ACI 11 mm	FICHA Mayo 98

937



EQUIPO DE DUREMETRO CON CARGADOR	
ESC 12	FIG 26
ACOT mm	FECHA Mayo 98



DUREMETRO DE GOLPE Y BARRA COMPARATIVA	
ESC 11	FIG 27
ACOT. mm	FECHA Mayo 98

4.3. PRUEBA DE DUREZA

La prueba se realiza sobre la superficie de rodamiento de los tramos de rieles y de las pistas metálicas, y sobre la parte exterior del ala más larga para la barra guía. Efectuándose todas ellas por el método Brinell (bola de 10 mm y carga de 3,000 Kg , durante 15 segundos).

Para cada soldadura se ejecutan siete ensayos, pero en los siguientes puntos específicos:

- Tres en el plano medio de la soldadura (en línea transversal), uno en el centro del perfil y los otros dos a 10 mm (a ambos lados) del perímetro.
- Cuatro en el centro del perfil, en línea longitudinal, dos de ellos a ambos lados del punto central y a 20 cm del plano medio de la soldadura, dos ensayos mas a ambos lados del punto central, pero aproximadamente a 20 mm de distancia. Ver fig. 25.

Las pruebas de dureza que se realizan en el laboratorio Mecánico - Metalúrgico, son :

- Con un medidor de dureza digital
- Con un durómetro de golpe

El durómetro digital, de marca EQUO - TIP, es un dispositivo que funciona con pilas de 1.5 volts y tiene dos entradas para conectar lo que es el medidor de dureza (donde esta acoplada la bola de acero) y tiene además una pantalla donde aparece el numero "L", que servirá posteriormente para encontrar el valor de la dureza Brinell correspondiente, por medio de tablas de conversión que se incluyen en el equipo.

El funcionamiento de este equipo se realiza como una prueba de dureza dinámica. El dispositivo donde esta la bola de acero, contiene en su parte superior un pequeño botón que sirve para liberarla, una vez que este listo uno para realizar la prueba, en su parte inferior tiene un orificio por el que alcanza a pasar parte de la bola de acero, ya que ella es la que hará realmente contacto con el material a inspeccionar. Este dispositivo es de cuerpo cilíndrico y tiene una base cilíndrica más ancha. Una vez que se oprime el botón superior, se libera la bola de acero realizándose el ensayo de dureza, dándonos el valor de "L" en la pantalla. Para volver a colocar la bola de acero para realizar un nuevo ensayo, se emplea una especie de válvula cilíndrica que se introduce por el orificio inferior del dispositivo que contiene la bola de acero. Esta pequeña flecha (válvula) empuja la bola hacia arriba hasta la parte superior, realizando esto se saca el cargador (la flecha) y el instrumento queda listo para realizar otra inspección (fig. 26).

El otro medidor de dureza empleado en el laboratorio Mecánico - Metalúrgico del S.T.C., basa su funcionamiento en la comparación de dos huellas producidas, una sobre el material a inspeccionar y otra sobre una barra metálica de dureza conocida. Esta última huella recibe el nombre de huella de comparación y la primera es la huella principal.

El medidor es un pequeño perfil hueco y cuadrado, en el cual se inserta la pieza metálica de sección cuadrada y con una dureza determinada (ya conocida), además en ambos extremos tiene apoyos de hule, en la parte superior de uno de estos extremos esta colocada una semiesfera metálica que servirá para recibir el golpe de un martillo cuando se realiza la prueba, y en la parte inferior tiene un orificio por el cual pasa el penetrador hacia el material marcando la huella principal. Además marca la barra cuadrada auxiliar con la huella comparativa. Una vez obtenidas ambas huellas, se miden para poder obtener la dureza por medio de un disco de dos escalas comparativas.

Los datos que relaciona el disco mencionado son :

- ◆ Dimensión de la huella principal
- ◆ Dimensión de la huella comparativa
- ◆ Dureza de la barra auxiliar

Con estos datos se entra al disco, que contiene estos valores, y se obtiene la dureza del material inspeccionando y ajustando las escalas en los valores correspondientes. Este medidor de dureza, así como sus aditamentos, los podemos apreciar en la figura 27

4.4. PRUEBA DE INSPECCION VISUAL

Esta inspección se llevara acabo a todas las soldaduras realizadas, para verificar su aspecto exterior y así asegure la calidad de la soldadura. Para poder verificar esta calidad en las soldaduras se tendrá que eliminar la arena que cubre los cordones, tan pronto como se enfría la soldadura y después darle un cierto acabado por medio de un esmeril.

La aceptación o rechazo de las soldaduras por este medio se mencionara en la sección referente a las especificaciones aplicadas a las pruebas sobre soldaduras

4.5. ANÁLISIS DIMENSIONAL

En esta inspección se verificaran las tolerancias geométricas de las uniones soldadas, esto es en espesores y planicidad.

Para estos análisis se emplearan calibradores de espesor y una regla perfectamente rectilínea de un metro. La verificación se realiza en las siguientes partes:

- En los rieles, sobre la cara superior y la cara lateral interior del hongo
- En la barra guía, sobre las dos cara exteriores
- En la pista metálica; sobre la superficie de rodamiento

Las tolerancias admisibles se encuentran en la sección de especificaciones para pruebas sobre soldaduras.

4.6. APLICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

Para esta sección del trabajo nos basaremos en las especificaciones que utiliza el S T C., tanto para la selección y aprobación de proveedores, como para la aceptación y condiciones de las soldaduras aluminotérmicas, aplicadas a los elementos de vía del S T C. Metro

4.7. ESPECIFICACIONES REALIZADAS AL PROVEEDOR

Antes de cualquier inicio de ejecución de trabajo, el contratista deberá solicitar la aprobación de ex COVITUR (Comisión de Vialidad y Transporte Urbano) lo que hoy en día es la Dirección General de Construcción de Obra para el Sistema de Transporte Colectivo, para lo siguiente:

- Las modalidades de ejecución provistas para la operación de la soldadura (procedimiento con o sin precalentamiento, tipo y dimensiones de los moldes, etc.)
- El equipo de corte para los diferentes perfiles.
- Los aparatos y dispositivos empleados para precalentamiento.
- Los técnicos soldadores que ejecutaran el trabajo, para la aceptación de este personal COVITUR se reserva el derecho de hacerles ejecutar soldaduras de prueba.

Las distintas aprobaciones no disminuirán en nada la responsabilidad del contratista en lo que se refiere a la calidad de las soldaduras, la seguridad de los trabajadores, los riesgos de incendio y los daños que puedan causarse a las instalaciones.

Después de haber obtenido las aprobaciones especificadas anteriormente, tendrá que realizar antes de empezar la obra un cierto número de soldaduras de prueba que se someterán a los diferentes exámenes prescritos.

Los gastos de las puesta a punto, así como los gastos ocasionados por la ejecución de las soldaduras, incluyendo los gastos por concepto de pruebas, serán a cargo del contratista.

4.8. ESPECIFICACIONES APLICABLES A LA PREPARACION DEL PROCEDIMIENTO

Las soldaduras aluminotérmicas se ejecutaran normalmente en las obras de colocación de la vía del S T C., de la ciudad de México y se aplicaran a :

- * Riel de 80 lb/yr A.S C.E
- * Riel de 100 lb/yr R.E.
- * Empalmes entre rieles de 80 y 100 lb/yr
- * Barra guía
- * Pista metálica

Todas las soldaduras son ejecutadas en la obra Para los rieles y la barra guía las soldaduras se realizan sobre perfiles colocados en su lugar y sujetos en su lugar después de la nivelación.

En curva, las fijaciones cercanas a la junta podrán ser retiradas y tendrán que ser colocadas de nuevo en su lugar, después de terminada la soldadura Las juntas no podrán encontrarse a una distancia menor de 20 cm., del extremo mas sobresaliente de la fijación mas cercana (aisladores para la barra guía

Por lo que se refiere a las pistas metálicas, la soldadura podrán practicarse ya sea en el centro de la vía (los elementos serán alineados y arreglados sobre cuñas colocadas en los durmientes), o en la vía misma, con las pistas sujetas en su posición definitiva.

El contratista deberá tomar en cuenta el espacio disponible para la colocación de los moldes El ancho nominal de la union deberá ser según especificaciones del proveedor y según el método a utilizar (Capitulo III). En caso que se tengan que cortar los perfiles para obtener la separación deseada, dicha operación se realizara mediante corte mecanico (sierra mecánica o cortador de disco) El corte debe ser regular y perpendicular al eje longitudinal del perfil seguido por una limpieza cuidadosa para quitarle a la sección las más importantes partículas de oxido

Antes de la soldadura los perfiles deben ser ajustados cuidadosamente y deben de corresponder entre sí tan exactamente como sea posible. Deben de coincidir perfectamente:

- Para los rieles: la superficie de rodamiento y la cara interna del hongo
- Para la barra guía las cara exteriores, con prioridad para la cara vertical, que sirve de superficie de deslizamiento de las escobillas.
- Para la pista metálica: la superficie de rodamiento del ala superior y el extremo de dicha ala del lado del riel.

4.9. ESPECIFICACIONES SOBRE SOLDADURA TERMINADAS

Una vez terminadas las soldaduras, son pulidas, esmerilándolas cuidadosamente para restablecer tan perfectamente como sea posible la sección del hongo para los rieles, la planicidad de las superficies exteriores de la barra guía y la planicidad de la superficie de rodamiento para las pistas metálicas.

En estas partes no se tolerara ninguna flecha de mas de 0.5 mm., en resalte o hueco, medida con una regla de un metro de longitud. Dicha tolerancia, no será exigida en la cara horizontal de la barra guía, que se igualara con el mayor cuidado

Después del acabado no deberá existir ninguna saliente en los lugares siguientes

- * Sobre las caras horizontales y verticales del hongo, para nel.
- * Sobre las caras exteriores del ángulo, para la barra guía.
- * **Sobre el ala superior de la pista metálica de rodamiento**

Deberán evitarse, en la medida de lo posible, circulaciones de trenes sobre una soldadura durante un tiempo de 30 minutos después de la colada, el enfriamiento y la limpieza, con el fin de no incurrir en el riesgo de producción de fisuras

4.10 ESPECIFICACIONES PARA PRUEBA DE IMPACTO

La altura mínima de ruptura admisible deberá ser de tres metros para los rieles, barra guía y pista metálica. Si la ruptura se produce entre dos y tres metros, el periodo de garantía se aumentara en un año, para el lote correspondiente de soldaduras. Dicho lote se pagara solamente al 95% del valor indicado en el contrato

Si la ruptura se produce a una altura inferior de 2 metros, el lote entero de soldaduras será rechazado.

4.11. ESPECIFICACIONES PARA PRUEBA DE DUREZA

La diferencia entre el promedio de los tres valores de dureza, determinada en el plano medio de la soldadura y el promedio de los cuatro valores de dureza medida en el perfil deberá estar comprendida:

- Entre +5 y +40 unidades Brinell, para riel
- Entre -15 y +15 unidades Brinell, para la pista de rodamiento y la barra guía

4.12. ESPECIFICACIONES PARA INSPECCION VISUAL

Después del acabado la soldadura no deberá presentar.

- Ningún defecto o porosidad en la zona de unión del metal fundido y del metal inicial del perfil
- Ningún defecto en la unión entre el alma y el hongo (riel) o entre alas (pista metálica).
- Ninguna inclusión de escoria de profundidad del corindón, ni arena vitrificada sobre el hongo del riel, sobre el lado vertical de la barra guía o sobre la cara de rodamiento de las pistas.

- Ninguna grieta, burbuja o huella de falta de cohesión o de oxidación, falta de metal por cualquier causa en toda la superficie del metal fundido.

4.13 REPARACION DE SOLDADURAS

bajo pena de rechazo y cancelación de la autorización del soldador, ninguna reparación podrá efectuarse sin la autorización previa del representante del S.T.C.

En particular, queda prohibido corregir una insuficiencia del volumen de la colada mediante la fusión en el crisol de desechos metálicos, tales como sobrantes de colada, tirafondos, etc., o mediante la fusión con soplete de metal fundido

El rechazo de una soldadura por cualquier motivo dará lugar a la colocación de un tramo intercalado, cuya longitud será de por lo menos cuatro metros. Las dos nuevas soldaduras deberán ejecutarse sucesivamente. Todos los gastos ocasionados por la colocación del tramo intercalado están a cargo del contratista (cortes, maniobras, suministros del tramo intercalado, nuevas soldaduras aluminotérmicas, etc)

Si la proporción de soldaduras con aspecto exterior defectuoso, pero que no dan lugar al rechazo, fuere superior al 20% del total, el S.T.C. o ex COVITUR podrán aumentar en un año el periodo de garantía previsto.

4.14. PERIODO DE GARANTIA

Las soldaduras son garantizadas por dos años contados a partir de la fecha de recepción provisional de las vías. El plazo puede llevarse hasta tres años:

- Por dureza insuficiente.
- Por aspecto defectuoso, si la proporción de las soldaduras incriminadas es superior al 20% del numero de soldaduras ejecutadas

Además, dicho plazo puede aumentarse en un año mas si la prueba de impacto sobre las soldaduras se ha revelado insuficiente. En caso de ruptura (o una mala fabricación), observada durante el periodo de garantía, la soldadura será hecha de nuevo por el contratista y quedara a su cargo

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El rubro en que la problemática con mayor agudeza es el del transporte. Los intentos de solución al problema del transporte se han dado en dos sentidos, a veces alternados y a veces superpuestos. Por una parte se ha intentado agilizar el tránsito de automóviles (en la ciudad de México) a través de la construcción de ejes viales, viaductos, el anillo periférico, puentes vehiculares y otras vías de circulación prioritaria y acceso controlado; por otra se ha desarrollado y apoyado a el transporte público masivo. Es el análisis de este segundo tipo de solución y en concreto, una de sus formas el S.T.C "METRO"

Aunque la problemática de nuestra ciudad no puede circunscribirse al transporte, es importante mostrar como un sistema cuya construcción plantea problemas, que hace unos decenios parecían no tener solución por las características del subsuelo, el tendido de vías y aparatos de vías, equipos para estos procesos, etc. Esto se ha logrado en gran parte gracias a soluciones de ingeniería y desarrollos tecnológicos nacionales.

La operación y la seguridad del S.T.C , dependen en gran parte del mantenimiento de los equipos y de sus instalaciones fijas, que comprenden 174 km. de vías dobles y 35 km. de vías secundarias existentes en la red, así como una línea de tren férreo alimentado por medio de catenarias y utilizando solamente rieles de 100 lb/yd, se realizan programas de mantenimiento preventivo, además del mantenimiento correctivo necesario, que permite asegurar la alta disponibilidad y confiabilidad de estas instalaciones. Dentro de estas actividades de mantenimiento, cabe señalar el programa de regeneración de las vías, que se llevo a cabo en el tramo superficial de Línea 2.

En lo concerniente a este trabajo, se realizo con el fin de dar a conocer un sistema normalizado de el método de soldadura aluminotérmica y la normalización del mismo, esto con el objeto de que no una sola empresa sea la encargada de la realización y de la distribución de estos equipos y materiales de soldadura.

Este proceso tiene una proyección de mejoramiento ya que ahora con los trabajos de rehabilitación y las ampliaciones que este sistema de transporte masivo tienen en la actualidad, las soldaduras aluminotérmicas juegan un papel muy importante en el tendido de las vías. Además de que este método ahorra tiempo, ya que el utilizar otro método, como sería el proceso de arco eléctrico, se necesitaría de un mayor tiempo durante su proceso de ejecución, cosa que no se permite debido a que todo el mantenimiento de las vías del S.T.C. se realizan en un horano de tres horas efectivas en horario fuera de servicio, es decir de 1.00 a 4:00 horas, lo que lleva a que en este tiempo se realicen los procedimientos descritos en el capítulo 3

Por otra parte, a pesar de que el proceso aluminotérmico no es muy novedoso, se sigue empleando debido a las ventajas en la unión de elementos de vía, sin embargo esto no quiere decir que ha llegado aun punto máximo de su perfección, sino que aun puede mejorarse. Estas mejoras las podríamos lograr adicionando elementos que mejoren las características del material de aporte. Elementos que nos eliminen por completo los gases atrapados dentro del metal de fusión, o bien, para obtener un material más puro sacando toda la escoria real a flote

Siendo el Sistema de Transporte Colectivo "Metro", la columna vertebral del transporte en la ciudad de México, es de vital importancia todo lo que a este se refiere, desde mantenimiento a la obra civil, material rodante e instalaciones fijas. En estas instalaciones fijas entra el tendido de vías, lo cual a su vez es parte fundamental para el funcionamiento de este medio de transporte por lo cual este tipo de soldaduras tiene una gran perspectiva de desarrollo y por lo tanto se necesita un método normalizado de las mismas.

GLOSARIO DE TERMINOS

TERMINOS QUIMICOS

- AFINIDAD** Es la tendencia que tienen dos o mas sustancias de cambiarse, siendo esta la fuerza que mantiene unidos a los átomos
- ALEACION** Es la combinación de dos o mas metales.
- ALUMINA** Oxido de aluminio. Es la escoria producto de la reacción aluminotérmica.
- ALUMINIO** Elemento químico de numero atómico 13 y masa atómica 26.37 . Siendo el mas ligero de los que se producen a gran escala (producto de la bauxita), admite un buen pulido y tiene la ventaja de cubrirse, en presencia del aire, con una capa delgada de alúmina que lo protege eficazmente contra la corrosión Resiste a la acción de los cuerpos orgánicos y al ácido nítrico concentrado pero arde en oxígeno y cloro. Su punto de fusión es de 659 7 °C, y su punto de ebullición es de 2,457 °C.
- AMIANTO** Nombre que recibe la fibra de asbesto.
- CALOR DE OXIDACION** Calor que se desprende en una reacción química, por ejemplo al combinar aluminio y oxido de hierro y ocasionar que se inflamen
- COMBUSTION** Producto de la reacción química, en la que se produce calor y luz, cuyo elemento determinante es el oxígeno. Se le da este nombre a la acción y efecto de arder o quemar.
- CORINDON NATURAL** Es el mineral compuesto de oxido de aluminio cristalizado, que después del diamante es el mas duro de los materiales conocidos, se emplea en la fabricación de materiales abrasivos y si se le añade un colorante se obtienen piedras preciosas sintéticas.
- CROUBINA** Nombre con que se conoce al corindón artificial, fabricándose en hornos eléctricos calentando a mas de 2.000 °C una mezcla de bauxita y coque. La masa obtenida es triturada, lavado y purificada, para luego aglomerarla con un cemento apropiado. Este aglomerado sirve para fabricar muelas abrasivas.

EPOXI	Sustancia aislante, por el enlace de 2 átomos de carbono pertenecientes a una cadena con un átomo de oxígeno ajeno a la misma.
FUSION	Paso de un metal sólido al estado líquido.
IMPUREZA	Es aquella que altera la pureza del metal o deteriora alguna de sus cualidades al estar combinado con este.
MAGNESITA	Material empleado como refractario para crisoles y hornos, siendo silicato de magnesio hidratado, incoloro o blanco y de brillo vítreo.
METAL	Nombre de ciertos cuerpos simples, conductores del calor y de la electricidad, que se distinguen por su brillo especial, cristalización, ductilidad y maleabilidad. A la temperatura ordinaria todos son sólidos, a excepción del mercurio que es líquido.
OXIDO	Compuesto químico derivado de la combinación de un metal con el oxígeno.
OXIDO REDUCCION	- Reacción química en la que interviene un oxidante o un reductor en el curso de la cual se produce una oxidación y una reducción simultánea. Podemos distinguir la reducción de la oxidación, basándonos en el hecho de que la pérdida de electrones por parte de una especie química se llama OXIDACION, por otra parte la ganancia de electrones por una especie química recibe el nombre de REDUCCION.
OXIGENO	Elemento químico de número atómico 8, incoloro, insaboro e inodoro, esencial en la respiración; forma parte integrante de la atmósfera, del agua, de los óxidos y de la mayoría de las sustancias inorgánicas; es el más abundante de los elementos y constituye el 21% del volumen del aire atmosférico, es la sustancia que mantiene la combustión y es indispensable para la vida de animales y plantas.
PEROXIDO	Son los óxidos más ricos en oxígeno, que los óxidos ordinarios, como por ejemplo el peróxido de bario.
REGULO	Es la parte más pura de los minerales, después de separadas las impurezas, siendo el que da la composición al acero producto de la reacción aluminotérmica.
SOLIDIFICACION	Es el paso de un metal en estado líquido al estado sólido.

TERMINOS CORRESPONDIENTES AL S.T.C. METRO

AGUJAS	Dispositivo para reunir dos vías en una sola o para permitir que los trenes pasen de una vía a otra.
CERROJOS DE AGUJAS	Tiene el objeto de mantener la posición elegida en un aparato de vía, de tal manera que garanticen la dirección del material rodante, no permitiendo el cambio involuntario.
ANDEN	Es la cera grande, junto a la vía destinada al tránsito de usuarios, así mismo para la espera del convoy.
APARATO DE VÍA	Se compone de diversas piezas de fundición de acero como son agujas, contrarrieles, rieles, etc, conjuntas en una sola, cerrojos y motores de cambio de vía
A.S.C.E.	Asociación Americana de Ingenieros Civiles.
BALASTO	Piedra de río o triturada, que sirve para repartir sobre el piso las cargas transmitidas por el material rodante y oponerse al desplazamiento de la vía.
CALZA PERMANENTE	Es una calza que una vez montada se queda fija entre la cabeza del aislador y el lado interior vertical de la barra guía.
CAMBIO DE VÍA (MOTORES DE)	Son los motores que proporcionan el cambio de posición de las agujas.
C.D.V.	Circuito de vía la cual su función es auxiliar en el control de la circulación de los trenes, directamente por la señalización sobre los rieles de seguridad que son puestos en corto circuito al paso de los trenes (generalmente tres por interestación) y su longitud varia de 150 a 600 mts
CONTRARRIEL	Se ocupa de conservar un doble guiado lateral en la zona del aparato de vía, donde la barra guía se interrumpe.
CONVOY	Es el mismo termino ocupado de un tren; grupo de carros o vagones (por lo regular se compone de 9 vagones de los cuales 6 son motrices y 3 son remolques de los cuales uno es el del pilotaje automático)
DISTRIBUCIÓN DE LOS DURMIENTES	Es la separación que existe entre cada durmiente y va a depender del tipo de vía, en que se encuentren.

DURMIENTES	Es el madero y los blocs de concreto que se disponen transversales, los cuales soportan las cargas que se desarrollan en las pistas de rodamiento y a la barra guía.
ESCOBILLA	es la pieza conductora de carbón, con la cual se establece el contacto entre un órgano fijo y otro móvil. El lado positivo es con la que el material rodante toma corriente eléctrica, de la barra guía.
FOSA VISITA	DE Son aquellas fosas que están en los talleres, en donde se puede inspeccionar y/o revisar el equipo inaccesible del material rodante.
JUNTA AISLANTE	sirve para separar tramos de vía (C.D.V) utilizados para señalización y para conocer la ubicación del convoy en los tableros del P.C.C.
JUNTA DE DILATACIÓN MATERIAL RODANTE	DE Sirve para absorber los desplazamientos lineales de los tres elementos de vía considerados, considerados por los cambios de temperatura. En el S.T.C., se considera al convoy, el cual esta constituido por elementos de 9 carros en las 9 líneas neumáticas y de 6 carros en la línea férrea sobre catenarias; siendo los principales equipos y partes que forman los carros: dos boguie, dos motores por carro motriz, un compresor, un convertidor estático, un banco de baterías por remolque, 8 ruedas de seguridad, 8 neumáticos portadores y 4 neumáticos guía.
NEOPRENO	Tiene propiedades físicas bastante parecidas al caucho natural, pero es mas resistente a los agentes químicos. También posee la ventaja de conservar su flexibilidad a muy bajas temperaturas.
NEUMÁTICO	Es un elemento de la suspensión del material rodante, ya que amortigua las vibraciones inflados con Helio para mantenerlos frios, la estabilidad depende en gran parte de mantener la presión requerida para cada neumático.
NEUMÁTICO GUÍA	Son los que están colocados horizontalmente en los vagones y sirven para guiar al material rodante garantizando una marcha segura.
NEUMÁTICO PORTADOR	son los que soportan al material rodante, siendo ocho por cada vagón, proporcionándole una marcha suave y segura
PLANCHUELA	Son juntas con barrenos que sirven para unir dos tramos de vía, siendo una placa metálica ubicada en la junta de dilatación.
PLANCHUELAS AISLANTES	Son juntas con barrenos, hechas con epoxi el cual es un material aislante, estando localizadas en las juntas de dilatación y de señalización

- PROCEDIMIENTO NELSON** Utiliza el calor del arco eléctrico para soldar de un solo extremo pernos de acero dulce sobre la barra guía, en tiempos muy cortos.
- RIEL DE EMPALME** Es el enlace entre el riel de 80 lb/yd y el riel de 100 lb/yd, usado principalmente en los aparatos de vía.
- RUEDA METÁLICA** Su principal función es la de frenado de los trenes, ya que sobre ellos actúan las zapatas de frenado. Otra de sus funciones es servir de guía del material rodante en la zona del aparato de vía y en casos poco frecuentes, cuando el neumático portador está bajo de presión la rueda metálica actúa sobre el riel de seguridad para soportar al material rodante.
- SOPORTES LATERALES (AISLADORES)** Es el apoyo aislante de la barra guía, con el fin de evitar que exista un corto circuito con otros elementos de la vía que si se encuentran directamente a tierra, estos van fijados a los extremos de los durmientes ya sean de madera o de concreto.
- S. R Ó P. R.** Subestación o puesto de rectificación donde es rectificada la corriente alterna a corriente directa la cual llega directamente a la barra guía, que es la que se usa para que los trenes funcionen.
- TIRAFONDO** Es un tornillo cuadrado de cabeza cuadrada que sirve para asegurar a los elementos de vía en el durmiente.
- VÍA PRINCIPAL** Se refiere a la vía usual por donde circulan los trenes con pasajeros en las nueve líneas del S.T.C
- VÍA SECUNDARIA** Son aquellas donde el peso del material rodante es menor, ya que no son utilizadas para el transporte de pasajeros si no para llevar los trenes a los diferentes talleres o fosas de visitas en algunas interestaciones.

TERMINOS RELACIONADOS CON LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA

ACERO	Es el hierro descarburado, con una porción de carbón inferior al 1.8%, puede adquirir otras propiedades mediante tratamientos térmicos, termoquímicos y mecánicos. Se puede alear con silicio, manganeso, cromo, níquel, vanadio, etc.
ARENA CIERRE	DE Es arena refractaria a base de magnesita que tiene la función de proteger al clavo de la reacción, conjuntamente con la fibra de asbesto
ALUMINOTERMIA	Es la técnica fundada en la combinación del aluminio con el oxígeno, como medio de obtener temperaturas elevadas. El aluminio pulverizado es un reductor poderoso, capaz de combinarse instantáneamente con el oxígeno con desprendimiento de gran cantidad de calor (7,140 cal/kg), pues la reacción eleva la temperatura hasta más de 3,000 °C. esta propiedad se aprovecha para reducir óxidos metálicos.
BEBEDERO	Es el conducto por donde el metal entra para llenar el molde.
CALA	Es la separación entre los perfiles que se van a unir variando entre 25 y 50 mm. Siendo este espacio para el material de aporte (acero producto de la reacción)
CALZA	Pieza metálica delgada o de algún otro material, empleado como espaciador en el ajuste o nivelación de los perfiles a unir
CARGA SOLDADURA	DE Es la combinación de óxido de hierro y aluminio, a la cual se le pueden adicionar otros elementos, para variar la combinación del metal de aporte de acuerdo con las características deseadas, esta se calcula de acuerdo con el perfil a unir.
GRANALLA	Es el metal reducido en porciones pequeñas.
IGNICIÓN	Estado de los cuerpos que arden o son enrojecidos por el fuego si son incombustibles
INFLAMAR	Hacer arder algo en llamas
MAZAROTA	Es la cavidad que deja en lo alto de los moldes y se usa para compensar la contracción del metal cuando se enfría en el molde. Es el sobrante de las piezas vaciadas, constituido por el metal sobrante solidificado en esta cavidad

METAL APORTE	DE	Se obtiene en estado líquido, producto de la reacción del óxido de hierro y aluminio, con el cual se lleva a cabo la soldadura, siendo del mismo material que los elementos a soldar.
MOLDE		Recipiente o dispositivo que lleva en hueco la forma del perfil que se va a reproducir, llenándolo con el metal fundido que se solidifica en su interior, siendo fabricado con arena sílica refractaria.
PASTA FUSAL		Se emplea con el fin de evitar fugas de soldadura entre las partes a unir. Por medio de calor llega a formar parte del molde mismo, esta pasta está fabricada con 80% de arena refractaria, 14% de arcilla refractaria y de 6 a 8% de agua. Esta proporción es la adecuada para un sellado perfecto.
PERFIL		Es la forma de la sección de una barra de metal, obtenida por laminación, estirado o por extrusión. Siendo el término ocupado para referirnos a la forma de cada uno de los elementos de vía.
REBOSADERO		Cavidad hecha en el molde para dar salida a la escoria y metal fundido excedente de la soldadura.
RECALCADO		Consiste en apretar o presionar un cuerpo con otro o sobre otro.
REFRACTARIO		Son los materiales que resisten bien la acción de agentes químicos o físicos, a temperaturas elevadas, sin fundirse ni quebrarse.
RESPIRADERO		Son los orificios pequeños que se dejan en la parte superior del molde para dar salida al aire durante el vaciado del metal y luego a los gases que el metal desprende.
SANGRADO		Consiste en dar salida al metal fundido contenido en el crisol.
SOLDADURA		Es la unión de dos metales mediante fusión superficial, seguida de una solidificación de los puntos en que se encuentran en contacto directamente o con interposición de una tercera más fusible.
TAPÓN DEL CRISOL	DEL	Es la pieza con la que se tapa la parte más estrecha del crisol, siendo fabricado del mismo material que el crisol y tiene la función de proteger y sostener al clavo durante la reacción.
TERMITA		Es la combinación pulverizada del 25% de aluminio y 75% de óxido de hierro.

BIBLIOGRAFIA

- ESPECIFICACIONES DE VIAS PARA EL METRO
INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO
S.T.C. 1990
- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE LAS VIAS
S.T.C. 1993
- INSTRUCCIÓN NUMERO 30, PARA EQUIPAR VIAS
S.T.C 1990
- ESPECIFICACION TECNICA DE LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE LOS RIELES,
BARRAS GUIAS Y PISTAS METALICAS
S.T.C. 1985
- MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
MARKS. VOL 1, 2, 3
Mc GRAW HILL
- PROCESO Y MATERIALES DE MANUFACTURA PARA INGENIEROS
LAWRENCE E. DOYLE
PRETINCE HALL, 1990
- DISTRIBUCION DE LA ENERGÍA ELECTRICA EN EL S.T.C
S.T.C. 1994
- MANUAL DE COMPONENTES DE LAS VIAS DEL S.T.C.
S.T.C. 1990
- MECANICA DE MATERIALES
BEER & JOHNSTON
Mc GRAW HILL, 1983
- LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES
DONAL R. ASKELAND
GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICANA, 1987