



16  
2 ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGON"**

**INSTALACION DE JUEGOS DE CAMBIO  
EN VIAS DE FERROCARRIL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**VALENTIN CAMPOS MARTINEZ**



**FALLA DE ORIGEN**

CD. NETZAHUALCOYOTL, EDO. DE MEXICO.

1995



## **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 está 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.

## **AGRADECIMIENTOS**

Por este conducto quiero agradecer la ayuda como la confianza y el apoyo recibido por todas las personas que de una o de otra manera son causa de este momento.

A mis padres gracias por su confianza, apoyo, aliento como fortaleza que me fueron inculcados y ahora son la base de mi caracter.

Esther, porque eres lo más bello que me ha sucedido, como esposa y compañera, no existen palabras para agradecerte y expresarte lo que significas para mí.

A mis todos a cada uno de mis familiares y muy en especial a mis hijos: Jorge y Michael.

A mis profesores por su tiempo y entrega a nuestra enseñanza.

Hacer un reconocimiento especial a mis asesores

Ing. Ricardo Rodriguez Cordero

Ing. Manuel Martinez Ortiz

Ing. Jorge A. Pantoja Dominguez

Ing. J. Manuel Avalos Hernández

Ing. Jorge Jimenez Ramirez

Al ing. Ricardo Rodriguez Cordero le agradezco el haber aceptado y dirigido este trabajo.

## INDICE

### CAPITULO I

Introducción .....	2
1.1 Estructura de una vía férrea.....	4
1.2 Elementos que forman una vía.....	5

### CAPITULO II

Juegos de Cambio.....	8
2.1 Anatomía de un juego de cambio.....	9
2.2 Agujas y elementos que la componen.....	10
2.3 Placas.....	13
2.4 Block del talón de agujas.....	26
2.5 Contra-riel.....	27
2.6 Sapos.....	29
2.7 Árboles de cambio.....	34
2.8 Barra de operación y varillas.....	35
2.9 Riel.....	37

### CAPITULO III

Instalación de juegos de cambio.....	39
3.1 Durmiente de madera para cambio.....	40
3.2 Colocación de la madera en una vía principal.....	41
3.3 Desplazamiento del riel de apoyo.....	41
3.4 Distribución de las placas.....	41
3.5 Armado del riel recto y del riel curvo.....	42
3.6 Colocación del árbol de cambio.....	43

## **CAPITULO IV**

<b>Mantenimiento o conservación.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Defectos que no hay que descuidar al estar dando mantenimiento</b>	
4.1.1 Escantillón.....	45
4.1.2 En el talón de agujas.....	45
4.1.3 En el sapo.....	46
4.1.4 Barra de operación.....	48
4.1.5 En las agujas.....	51
4.1.6 En los árboles de cambio.....	53
4.1.7 En el contra-riel.....	55
4.1.8 En los sapos.....	57

## **CAPITULO V**

<b>Recomendaciones.....</b>	<b>61</b>
5.1 Instalación de cambios próximos a alcantarillas.....	61
5.2 Instalación de juegos de cambio próximos a cruceros a nivel.....	61
5.3 Instalación de juegos de cambio próximos a otro cambio.....	62
5.4 Inspección.....	63
<b>Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>66</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>67</b>

# **INSTALACION DE JUEGO DE CAMBIOS EN VÍAS DE FERROCARRIL**

## **CAPITULOS**

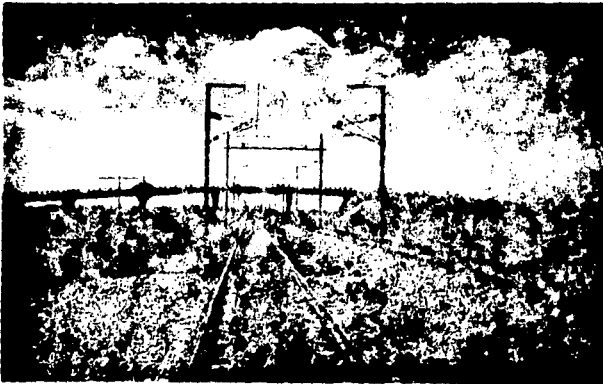
**I.-INTRODUCCION**

**II.-JUEGO DE CAMBIOS**

**III.-INSTALACION**

**IV.-MANTENIMIENTO**

**V.-RECOMENDACIONES**



# CAPITULO I

## INTRODUCCION

Para poder entender el concepto de cambios es necesario hacer una breve historia.

Si hablamos de vías, pensamos obligadamente en las vías férreas y en el tren como un todo inseparable. Sin embargo, la vía tiene dos mil años más que la locomotora.

El hombre descubrió muy tempranamente que era más fácil tirar de su carro o trineo si preparaba dos surcos de piedra lisas o de tablas de madera paralelas entre sí, o las cavaba en un camino rocoso. Este último tipo de vía, con surcos de 12 a 15 centímetros de profundidad, de 5 a 7 centímetros de ancho y separados entre sí, de 20 a 150 centímetros, eran utilizados por los griegos para llevar sus carros adornados a los templos durante las fiestas religiosas. Habían construido también un tipo de remolque con vías de madera para transportar naves a través del Istmo de Corinto y evitar así la larga navegación alrededor del cabo de Metapán. Los griegos habían descubierto que un hombre o un caballo podían arrastrar una carga 8 veces más pesada si lo hacían sobre una vía en lugar de hacerlo sobre un camino irregular. También los romanos cavaron surcos en muchos de sus caminos.

Como tantas otras conquistas técnicas de la antigüedad, también ésta se perdió durante la Edad Media. En el siglo XV o XVI volvemos a encontrar las vías: que reaparecen nuevamente en las minas Alemanas, que eran las mejor instaladas en todo Europa. El carbón y los minerales eran transportados en pequeños vagones, tirados por los propios mineros o por caballos, a lo largo de las galerías. Hacia fines del siglo XVI, mineros alemanes fueron llamados a Inglaterra a fin de modernizar las minas. Los alemanes llevaron consigo el "TRAMWAY", como lo llamaban en Inglaterra. Es de este modo como llegaron las vías al país que iba a ser la cuna del ferrocarril.

Estas vías de las minas estaban formadas por dos maderos separados entre sí por pocos centímetros, del eje de la vagoneta sobresalía un perno de hierro que entraba en ese espacio y evitaba que las ruedas se deslizaran de los maderos.

Alrededor de 1630 se le ocurrió al Sr. Beaumont, dueño de una mina en Northumberland, unir ambos maderos con unas vigas muy robustas que después se llamarían durmientes y aumentar también la distancia que los separaba. Tan pronto como estas vías (riel) de madera quedaron desgastadas por las pesadas vagonetas, colocó sobre ellas hierro plano; entonces fueron las ruedas de madera las que se desgastaban rápidamente. Por estas causas, también las ruedas se fabricaron de hierro.

Sin embargo, surgió la dificultad creada por el deslizamiento de las ruedas, ya que se había suprimido el perno de hierro. A fin de evitar este inconveniente, se equipó a un lado de las vías con una pequeña protuberancia. Hacia fines del siglo XVIII se le ocurrió a un ingeniero inglés colocar la protuberancia en las ruedas, en lugar de dejarlas en los rieles, lo que demostró ser mucho más práctico y racional. Desde la época de esta innovación todas las ruedas de los vehículos sobre vías fueron provistas de pestañas.

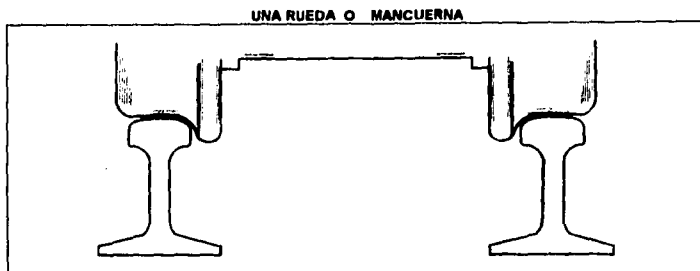


FIG. No. 1

Lo anterior obligó a que se fabricaran los primeros rieles de hierro con longitudes de 91 centímetros, los que por su limitada longitud resultaban poco eficientes. En 1820 Birkinshaw patenta y fabrica rieles de hierro forjado de 5.80 metros de longitud, los que se podían unir entre sí mediante planchuelas. Estos rieles apoyados sobre piezas transversales de madera constituyeron la vía para el primer ferrocarril que diseñó George Stephenson, teniendo mayor capacidad el ferrocarril para transportar cargas más grandes a mayores velocidades, propició la construcción de un número de líneas férreas como la inaugurada entre Liverpool y Manchester en Inglaterra el año de 1831 con una longitud de 50 kilómetros.

Fue tal el éxito del nuevo sistema de transporte, que se diseñaron procedimientos especiales para cruzar pantanos, apoyando la vía sobre enramadas como en el ferrocarril Liverpool - Manchester y en los que se construyeron en los países bajos. El auge del ferrocarril requirió también la construcción de túneles como el que perforó bajo el Box Hill el ingeniero Brunel para el Gran Ferrocarril del Oeste con una longitud de 3000 metros y terminado el año de 1841.

No menos importantes fue la acción del ferrocarril para el transporte de pasajeros, de las publicaciones y del correo, con lo que la actividad económica y cultural recibieron un gran impulso.



El ferrocarril se difundió por toda Europa y para 1840 existían 336 kilómetros en Bélgica, 646 kilómetros en Alemania y 576 kilómetros en Francia; pero más bien en líneas aisladas y no en un sistema como en Inglaterra.

El ferrocarril, también alcanzó un rápido desarrollo en los Estados Unidos donde existían 4000 kilómetros de vías en 1841; En 1852 se puso en servicio el ferrocarril entre Pittsburgh y Philadelphia y en 1869 se construyó la primera vía que unía la Costa del Atlántico.

En nuestro país la primera concesión para construir el ferrocarril entre Veracruz y México se otorgó en 1837, pero los trabajos se iniciaron varios años después y tras muchas vicisitudes el ferrocarril se puso en servicio en enero de 1873. sólo se explotaba el tramo a la Villa de Guadalupe y los kilómetros de vía de Veracruz a Paso del Río San Juan.

Existe entre los historiadores alguna discrepancia sobre cual fue el último tramo de vía colocado para la terminación del ferrocarril, si el de las Cumbres de Maltrata a que se refiere el Ingeniero Civil y Arquitecto Don. Mariano Téllez Pizarro en un folleto impreso el año de 1905 y denominado "BREVES APUNTES HISTÓRICOS SOBRE LOS FERROCARRILES DE LA REPUBLICA MEXICANA".

### LA ESTRUCTURA DE LAS VIAS FERREAS

los componentes de su estructura, resulta importante describir los diferentes elementos que constituyen la sección estructural de una vía férrea, así como sus funciones, características, limitaciones y en general los diversos aspectos que nos permitan visualizar de una manera mas objetiva el comportamiento mecánico de una vía férrea.

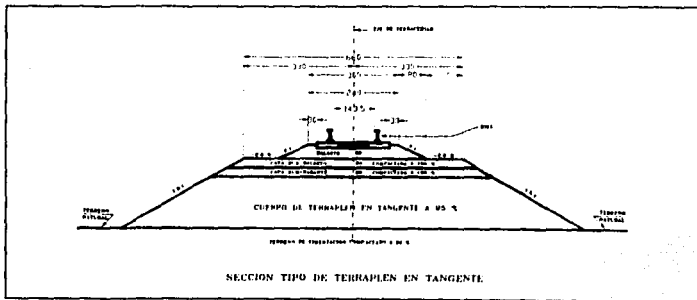


FIG- No. 2

**La sección típica de una vía la forman los siguientes elementos**

**RIEL**

**DURMIENTE**

**BALASTO**

**SUB-BALASTO**

**SUB-RASANTE**

**TERRAPLEN**

**TERRENO DE CIMENTACION.**

**El RIEL:** Como elemento fundamental de la vía, tiene la función de recibir las cargas aplicadas por las ruedas de los trenes para transmitir las a su vez a los otros elementos que constituyen la superestructura de la vía, que en el caso más general, son los durmientes y en otros casos especiales, losa de concreto.

El riel sirve como superficie de rodamiento y también como guía para las ruedas en su movimiento.

En las vías señalizadas el riel tiene también la función de conductor para la corriente de los circuitos de vía y en el caso de líneas electrificadas, se puede usar también para la transmisión de la corriente que retorna a la subestación producto de la tracción.

**DURMIENTES:** Constituye a través de los elementos de sujeción la unión con el riel, formando el emparrillado de la vía, restringiendo su movimiento y evitando su desplazamiento en lo referente a nivelación, separación e inclinación. La distribución de las cargas de los rieles hacia el balasto, es otro de sus objetivos, así como la de mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal, en el sentido longitudinal y transversal, mientras que en el plano vertical los esfuerzos estáticos del peso propio y los cambios de temperatura, se incrementan a los esfuerzos dinámicos del ferrocarril que también debe resistirlos. El material que constituye los durmientes en la actualidad es el concreto armado y la madera tratada, sin embargo en algunas vías aún se tiene tendido durmiente de acero, tipo conchuela.

ver anexo 1

## DURMIENTES DE CONCRETO.

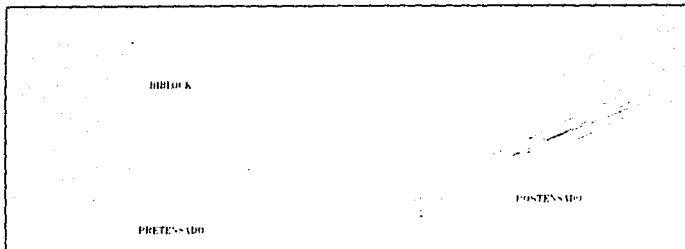


FIG. No. 3

**BALASTO:** Esta formado por una capa de roca triturada, en la cual se apoyan los durmientes, tiene varias funciones entre las que destacan las siguientes: Recibe las cargas que le transmiten los durmientes y las distribuye hacia las capas inferiores. Estabiliza vertical, longitudinal y lateralmente la vía. Permite un amortiguamiento mediante su comportamiento elástico, ante acciones del equipo rodante. Facilita el drenaje de las aguas de lluvia debido a su alta permeabilidad, también permite durante la etapa de renovación que se recupere la geometría de la vía tanto en el sentido horizontal como vertical.

Analizando las funciones que cumple el balasto, se puede considerar que el material que lo constituye debe tener determinadas características en cuanto a su naturaleza, ya que a diferencia de los elementos precedentes no es una masa homogénea, además de ser mucho menor su rigidez y sus dimensiones.

Entre las **PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL BALASTO** se pueden citar las siguientes:

Resistencia al desgaste, para evitar la ruptura de sus aristas, ya que esa acción incrementa las deformaciones ante sollicitaciones dinámicas del tipo vibratorio o de impactos.

La granulometría es importante por lo que no debemos permitirse dimensiones extremosas, ya que los tamaños grandes no permiten el apoyo uniforme de los durmientes, y muy chicos reducen la resistencia lateral de los mismos.

La forma de las partículas representa otro aspecto por tomar en cuenta, debido a que sus partículas lajeas dificultan el compactado por vibración, además de presentar deformaciones plásticas mayores que las partículas de forma normal o cúbicas.

Otra de las características cualitativas es la relacionada con la absorción, ya que entre mayor sea esta, es menor la resistencia de la roca por la porosidad que tiene.

ver anexo 2

**\_De las diferentes consideraciones relativas al balasto se puede establecer que su funcionamiento es complejo e importante, ya que se ha llegado a demostrar que del hundimiento total de una vía bajo las sollicitaciones dinámicas del ferrocarril, el 75% se debe al asentamiento del balasto, en un comportamiento elástico, en base a lo anterior se prevé la necesidad de incrementar su compactado mediante mayor energía de vibración, de esa manera se incrementa la resistencia al esfuerzo cortante de los materiales granulares que lo constituyen, logrando una mayor estabilidad de la vía.**

**SUB-BALASTO:** Es una capa intermedia entre la cara inferior del balasto y la superior de la subrasante, está compuesta por material seleccionado, generalmente arenas y gravas procedentes de suelos, depósitos naturales o rocas alteradas, en la mayoría de los casos sin tratamiento previo a su utilización. Tiene como funciones: evitar la incrustación del balasto en las terracerías; impedir la ascensión de las partículas finas de las terracerías hacia el balasto, proteger la parte superior de las terracerías de la acción del agua, recibir los esfuerzos del balasto y distribuirlos hacia las terracerías. A partir de las funciones que desempeña el sub-balasto se puede indicar las características que debe cumplir el material a emplearse, como son las siguientes: alto valor relativo de soporte, compactable, granulometría selectiva, baja plasticidad de sus finos.

**SUB-RASANTE.-** Es la capa superior de las terracerías, ya sea terraplén o terreno natural le sirve de apoyo al sub-balasto, el material que lo constituye generalmente son suelos. Las principales funciones que debe cumplir son: recibir los esfuerzos que le transmite el sub-balasto y distribuirlos hacia las terracerías, asimismo sirve de transición entre las dos capas, por lo que constituye el soporte del sub-balasto.

Generalmente cuando las terracerías son de buena calidad, la capa subrasante se constituye del mismo material, únicamente se aumenta la compactación, para dar una mejor infraestructura a la vía.

**TERRAPLEN .-** Es la estructura férrea que tiene como fin el proporcionar el apoyo a la superestructura de la vía. Dentro de las características que debe tener el material que constituye el cuerpo del terraplén, destacan por su importancia: la resistencia al esfuerzo cortante, la cual debe ser capaz de absorber los esfuerzos que le transmite el equipo rodante, así como el peso propio de las diversas capas que constituye la sección estructural de la vía.

**TERRENO DE CIMENTACION:** Es el último elemento de la vía, el cual resulta ser de mayor importancia que los anteriores, ya que se trata del terreno natural donde se apoyará todo el conjunto, que también estará sujeto a esfuerzos del equipo rodante y al peso propio de todos los elementos que constituyen la estructura. Por lo que resulta de especial interés conocer la estratigrafía del subsuelo buscando determinar las características de los suelos en dos aspectos principales, su naturaleza constitutiva y el estado en que se encuentran, ya que en base a esta información se podrá predecir su posible comportamiento ante las sollicitaciones impuestas por la obra.

Una vez conocido el funcionamiento de la vía férrea en su conjunto se puede analizar la problemática a la que se enfrenta este medio de transporte durante las etapas de construcción y operación, en las cuales la geotécnica tiene una destacada participación.

## **CAPITULO II**

### **JUEGO DE CAMBIO**

#### **CAMBIO.**

Se llama cambio al conjunto del juego de madera y del juego de herraje, que permite a los trenes, pasar de una vía a otra, ya sea de una troncal o vía principal a otra igual; de una vía principal a una secundaria, ya sea escape, ladero, espuela etc., o bien de una vía secundaria a otra igual, como en el caso de los patios.

#### **DURMIENTE DE MADERA PARA CAMBIO.**

Al hablar de los durmientes de madera, nos hemos referido a los juegos de madera para cambio, por lo que, la escuadria es de 7" x 9" la longitud y al número de durmientes varia de acuerdo con el número de cambio.

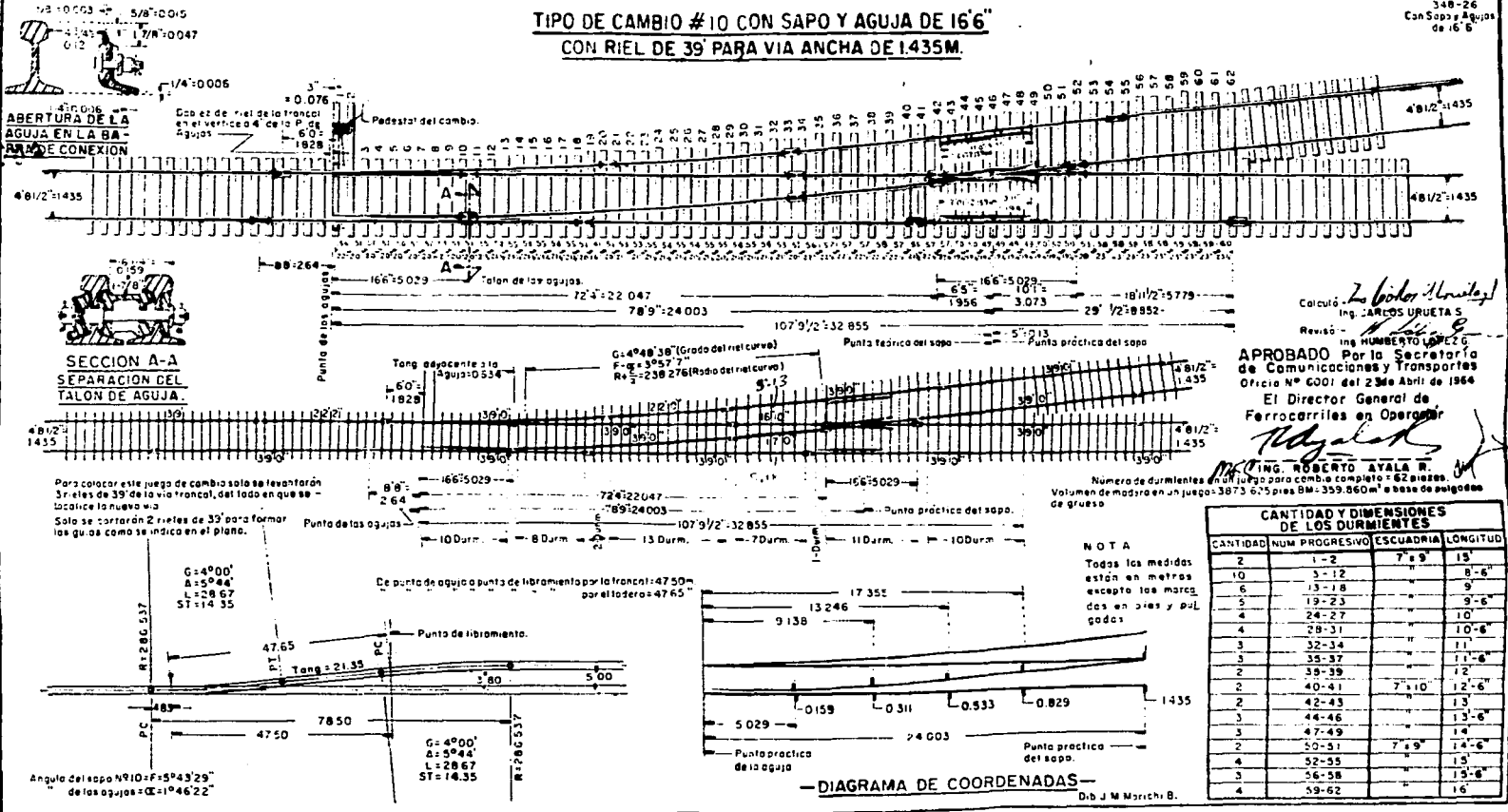
#### **HERRAJE DE CAMBIO.**

Un herraje del cambio está formado por las agujas, el sape, los contra-rieles, placas de escantillón, placas corredora, placas de talón, placas gemelas, silletas de refuerzo, bloques de talón, orejas, barra de conexión, varillas de conexión árbol de cambio, placas para contra-rieles, riel de apoyo, rieles guía, candado, y protector de aguja, etc.

( VER LA ANATOMIA DE UN JUEGO DE CAMBIO No. 19 CON SAPO Y AGUJAS DE 18' 6" DE LONGITUD. PARA VÍA ANCHA DE 1.435 MTS).

Vamos a explicar cada una de las partes de que se compone un herraje de cambio pero antes de esto, deberá tenerse presente que éste tiene un "lado izquierdo" y un "lado derecho" considerando a una persona parada frente a las agujas.

**TIPO DE CAMBIO #10 CON SAPO Y AGUJA DE 16'6"**  
**CON RIEL DE 39' PARA VIA ANCHA DE 1.435M.**



Calculó: *Z. Fisher Alvarado*  
 Ing. CARLOS URUETA S.  
 Revisó: *[Signature]*  
 Ing. HUMBERTO LÓPEZ G.  
**APROBADO** Por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Oficina N° 6001 del 23 de Abril de 1966  
 El Director General de Ferrocarriles en Operación  
*[Signature]*  
 ING. ROBERTO AYALA R.  
 Numero de durmientes en un juego para cambio completo: 62 rieles.  
 Volumen de madera en un juego: 3873.675 pies BM = 359.860 m<sup>3</sup> a base de pino gordo de grueso.

**CANTIDAD Y DIMENSIONES DE LOS DURMIENTES**

CANTIDAD	NUM PROGRESIVO	ESCUADRIA	LONGITUD
2	1-2	7' x 9"	13'
10	3-12	"	8'-6"
6	13-18	"	9'
5	19-23	"	9'-6"
4	24-27	"	10'
4	28-31	"	10'-6"
3	32-34	"	11'
3	35-37	"	11'-6"
2	38-39	"	12'
2	40-41	7' x 10"	12'-6"
2	42-43	"	13'
3	44-46	"	13'-6"
3	47-49	"	14'
2	50-51	7' x 9"	14'-6"
4	52-55	"	15'
3	56-58	"	15'-6"
4	59-62	"	16'

483-181

FIG. N° 4

FALLA DE ORIGEN

## AGUJAS.

Las agujas de cambio son dos y es "aguja izquierda y aguja derecha", se obtiene al cortar y desbastar los rieles, rebajándolos en uno de sus extremos y conservando la sección completa del riel en el otro extremo o talón, el calibre de la aguja depende del calibre del riel de la vía donde se vayan a utilizar y así tenemos agujas de 56, 60, 70, 80, 90 lbs. 112,115 lbs/yarda o más. Para vía ancha en los ferrocarriles, se utilizan agujas de 18' 6" = 5.029mts, 33' = 11.887mts.

Existen dos tipos de agujas, uno es de elevación uniforme y el otro de elevación gradual. En el primer tipo se tiene una elevación de 1/4" desde la punta de la aguja hasta después del talón aproximadamente a cuatro durmientes.

El segundo tipo es el mas usual y se caracteriza en que su elevación de 1/4" en la punta termina en el talón a nivel (cero con los rieles de apoyo y recto de troncal).

Respecto a las agujas, estas pueden ser de dos formas; recta y curva, la recta se emplea hasta un juego de cambio # 10 y en cambios con sapos mayores se utilizan alternadas, es decir una recta y una curva.

En lo referente a puntas de agujas estas pueden ser de corte recto y de corte en "i" invertida (SAMSON), esta última es la que conduce al escape y para su correcto apoyo, es necesario utilizar un riel especial maquinado. La de corte recto es la que da paso a la vía principal.

VISTA EN LA PUNTA DE LA AGUJA CURVA APOYADA EN EL RIEL RECTO  
MAQUINADO PARA DAR PASO POR EL LADERO.

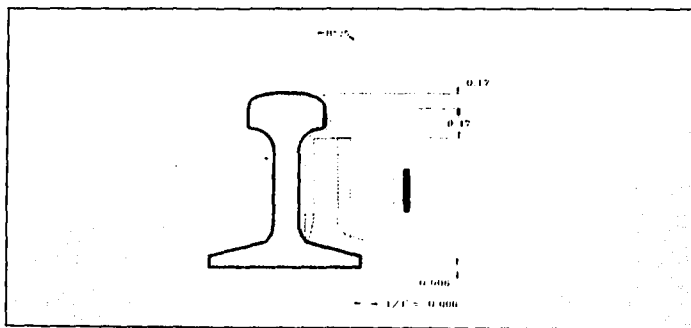


FIG. No. 5

VISTA EN LA ABERTURA DE LA AGUJA RECTA MOSTRANDO LA SEPARACION  
EN LA PUNTA DE ESTA Y EL RIEL CURVO DEL LADERO

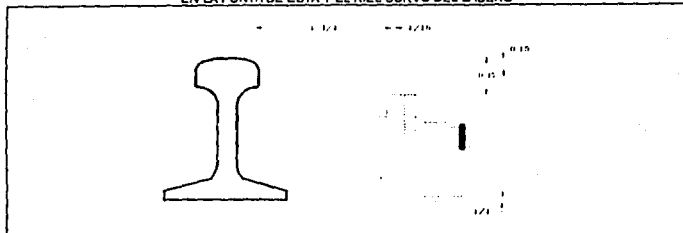


FIG. No. 6

Además del tipo descrito de agujas existen las agujas inserto, son de fabricación especial de acero manganeso y riel. La punta es fundida en acero manganeso y tiene este inserto una longitud que varía de acuerdo con la longitud total de la aguja, por ejemplo, para las agujas de longitud de 11' 0" el manganeso será de 1' 10" para las agujas de 18' 6", la longitud del manganeso será de 2' 6" y para las agujas de 30', el inserto de acero manganeso será de 3' 6" de longitud. El complemento de las agujas es del perfil del riel que se utiliza en la vía y su construcción está especificada en los planos del A.R.E.A. (Asociación Americana de Ingenieros Ferrocarrilarios), para usarse en calibres desde 90 lbs/yd, hasta de mayor calibre Fig No. 6.

El riel cuando es maquinado para adaptarse en la punta del manganeso de la aguja se debebasta aproximadamente a una profundidad de 2 - 3/4" (incluyendo la elevación de la aguja de 1/4" ), sobre la superficie del hongo hacia el alma del riel en que se apoyará el inserto, en la parte interna del manganeso queda a modo de solera para el amarre con el alma.

En la figura No. 7, aparecen las partes de que se compone una aguja, o sean, la PUNTA, las SOLERAS DE REFUERZO, las OREJAS, el TOPE, las ZONAS DE DOBLECES para formar el ángulo y la elevación de 1/4" de la aguja cuando ésta es de Elevación Gradual, y el talón.



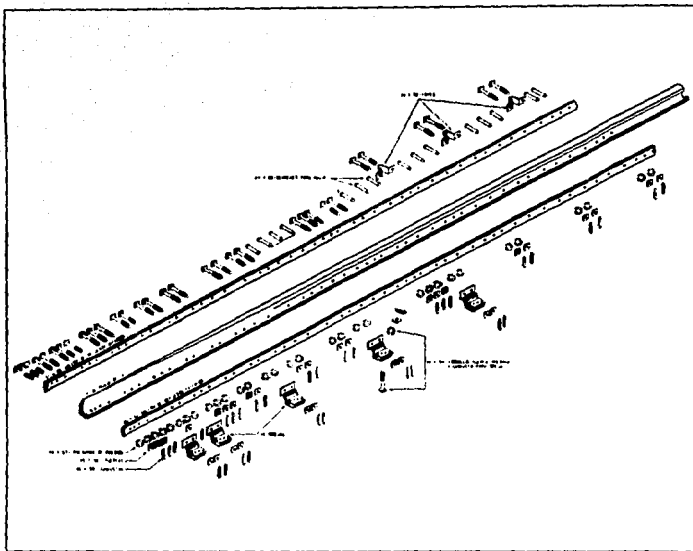


FIG. No. 7  
**AGUJA RECTA DOBLEMENTE REFORZADA**

Al ser debastado o rebajado el riel, la punta de la aguja queda débil por lo que es necesario reforzar el alma con dos soleras (una de cada lado) las que quedan sujetas por medio de tornillos y remaches, cubriendo casi toda la longitud del alma como se muestra en el plano, en el que también se indica la colocación de un tope o separador que tiene por objeto mantener la distancia correcta entre la aguja y los rieles de apoyo y rectos de la vía principal antes del talón de la aguja, así como las orejas para las varillas 1, 2, 3, 4 y 5. del cambio.

Para colocar las agujas de cambio se utilizan otros accesorios tales como: placas de escantillón, placas correderas, placas de talón, silletas de refuerzo, bloques o empaques de talón completos, varillas de cambio, barra de conexión y árbol de cambio.

### PLACAS CORREDERAS:

Las placas correderas o de elevación pueden ser maquinadas o troqueladas, en los dos casos se emplean placas de hierro del espesor del tipo de placa que se requiera fabricar.

Cuando las placas son maquinadas, estas serán cortadas y rebajadas en su grueso o espesor para permitir el apoyo de patín del riel y elevación de la aguja también sirven para apoyar en un extremo la silleta de refuerzo como se muestra en la figura No. 8.

### PLACA CORREDERA DE BASE SOLIDA Y SILLETA RIGIDA.

Cuando las placas son troqueladas éstas por efecto del troquel se les forma un cojín que permite el apoyo y deslizamiento de la aguja. En la parte extrema existe un doblez que tiene por objeto impedir el desplazamiento de la silleta de refuerzo. La figura No. 8, muestra una placa corredera de elevación troquelada.

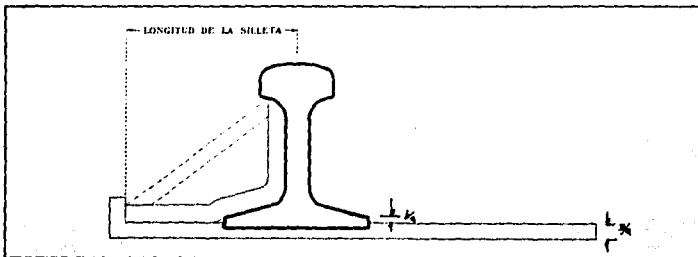


FIG. No. 8

## PLACA DE ESCANTILLON:

Las placas de escantillon son piezas de acero al carbón de grado "N - 3" forjada

maquinada; esta es colocada en el durmiente 1, 2 y 3 del juego cambio se diferencia de otras por su tamaño y porque en ella asientan las bases de los patines de los rieles de apoyo y recto de la vía principal, así como las bases de las silletas de refuerzo que irán colocadas en los extremos, esta placa tiene un doblez u hombro que evita el deslizamiento lateral de la silleta y el riel, estos dos elementos se colocan, en un rebaje o ranura con un espesor de  $3/4"$  hasta  $1/4"$  para dar la elevación de los cojines y que además sirven para que las agujas conserven su altura especificada.

En las placas existe una perforación cuadrada para hincar un clavo, cuando no sea necesario condonar las agujas, Véase la figura No. 9. A la placa OG, IG, 2G, se le hace un doblez a la mitad de la longitud de la placa, mismo que sirve para darle salida al riel de apoyo.

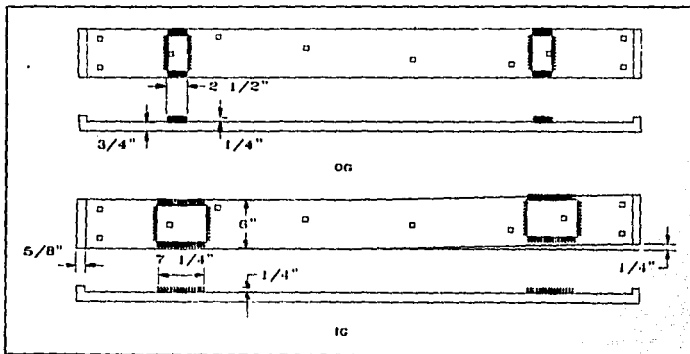


FIG. No. 9

## PLACA DE ESCANTILLON AISLADA.

Las placas de escantillón en vías señalizadas son diferentes a las anteriores (rígidas) estas se nombran como placas de escantillón aisladas de base sólida para silletas ajustables. Difieren de las anteriores en que en sus extremos donde se colocan las silletas ajustables, el maquinado es angular y en pendiente con dos taladros para tornillos que fijarán las silletas ajustables. Las placas están seccionadas a la mitad y se une por medio de un dobles en cada sección de la placa dobles que permitan recibir la tornillería de ajuste. En este punto de unión se vence la placa para permitir que la base del patín del riel de apoyo obtenga su ajuste al ángulo de la aguja como se muestra en la Fig. No. 10. Son colocadas en un juego tres piezas, la OG, IG y 2G, en el dumiente anterior a los dos largo que se utilizan para el pedestal del árbol de cambio. Estas placas de escantillón se fabrican en varios tipos según la forma de silleta ajustable.

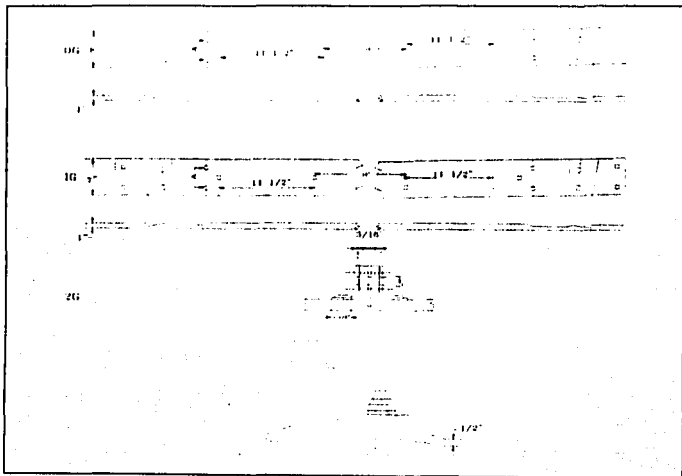


FIG. No. 10

## PLACA No. 1A.

La placa núm. 1A. es una placa de base sólida maquinada con material de placa laminada de una pulgada de espesor, de acero al carbón de grado "N - 3" que se coloca a continuación de la placa de escantillón IG, a esta placa se le maquinan dos muescas o rebajes: la primera en el extremo después del tope u hombro para apoyo de la silleta, en seguida hay otro tope angular que separa la primera y segunda muesca, en esta última apoya la base del petín del riel. Estas muescas tienen la profundidad de 1/4" por lo que la elevación en relación con el espesor original de la placa será de 3/4", y el cojín o corredera de la placa será de 1/4". En este cojín existe una perforación que se utiliza para condenar las agujas como lo muestra la figura No. 11 .

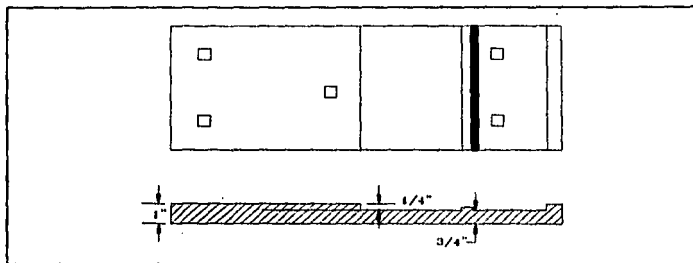


FIG. No. 11  
PLACA N° 1a (de base sólida)

## Placas No. 1 Y 2.

Estas placas también son de base sólida con la misma resistencia (N - 3) de acero al carbón, y son colocadas después de la placa 1A, pero difiere en el número de taladros para los clavos. En la placa No. 1A hay 8 taladros, dos en cada extremo y uno aproximadamente en el centro donde queda la elevación de más 1/4" para cancelación de la misma. Estas placas difieren en su elevación : la No. 1 es de 1/4" y la NO. 2 DE 1/8".

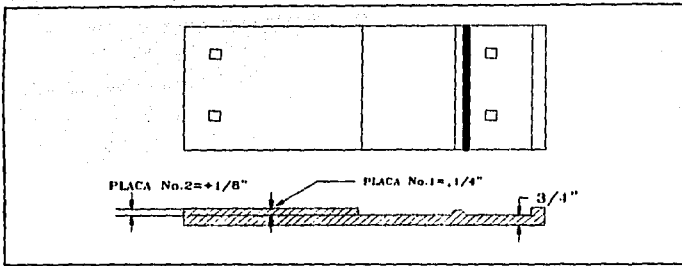
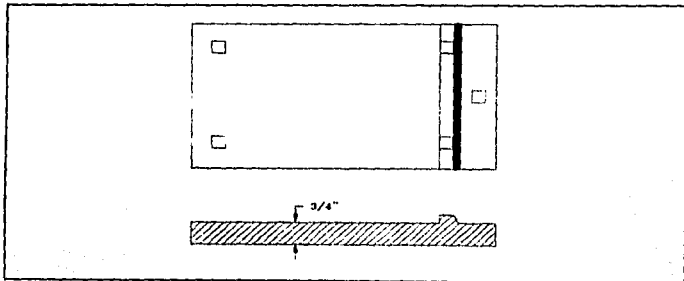


FIG. No. 12  
 PLACA Nº 1 y 2 (de base sólida)

**PLACA No. 3.**

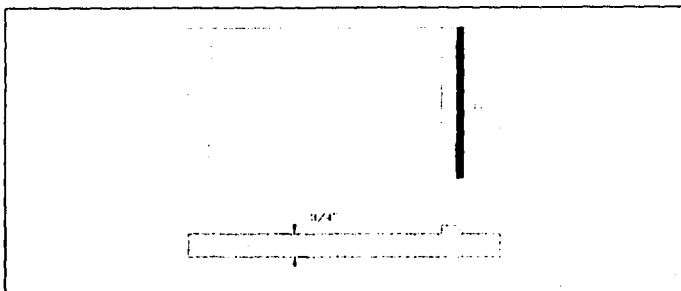
Esta placa No. 3 también es de base sólida, del mismo material de acero al carbón "N - 3", y se coloca después de la placa No. 2. Su espesor es de 3/4" y tiene un hombro para conservar el escantillón como lo muestra la Figura No.13 este tope está colocado poco antes del extremo de la placa y cuenta con 6 taladros para clavos, 3 en un extremo y 2 en el otro que quedan al interior del lado de las agujas.



PLACA No. 3 (de base sólida).  
 FIG. No. 13

## PLACAS Nos. 4 Y 5.

Estas placas 4 y 5 para talón de agujas también son de la misma calidad de acero al carbón (N - 3), en ambas el espesor es de  $3/4"$  y tiene un hombro para evitar el deslizamiento lateral del riel de la vía principal o del riel de apoyo y para conservar el escantillón en los talones de las agujas, como lo muestra la Figura No. 14. También este tipo de placa cuenta con 5 taladros para clavos.



PLACA No. 4 Y 5 (de base sólida).  
FIG. No. 14

## PLACAS PARA RIELES GUÍA

Cuando las agujas son de elevación "Uniforme" las placas correderas número 2 y 3 son con elevación de  $1/4"$  o sea igual a la elevación de los cojines de las placas de escantillón, placas 1A y No. 1 incluyéndoles de talón de aguja requiere de una serie de placas especiales que se colocan después de las placas para talones de las agujas, las cuales permiten que la elevación de  $1/4"$  descienda esta medida de  $1/16"$  en  $1/16"$  por placa hasta el nivel "0" que es igual al de la vía principal o cuando las agujas del mismo tipo son mayores de 22' de longitud, el descenso por placa es de  $1/32"$ . La Figura No. 15 que a continuación se muestra detalla dos tipos de maquinado por placa.

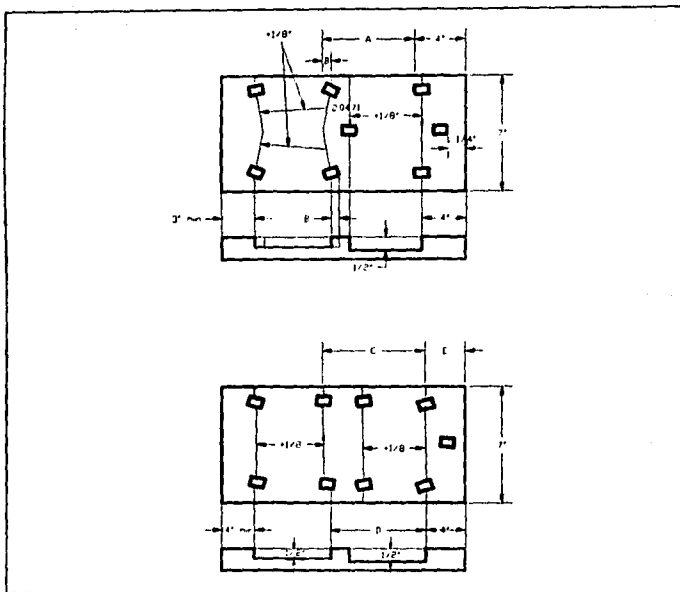


FIG. No. 16

Un rebaje normal al riel recto de la vía principal y el otro rebaje en "X" para las bases de los patines de los rieles de apoyo o riel guía curvo, cuenta además con 8 taladros para clavos. El otro tipo de placa tiene 16 taladros para clavos y ambos rebajes son similares, apreciándose que los rebajes para las bases de los patines se separan angularmente. Estas placas también son fabricadas con la misma calidad de acero al carbón de grado "N - 3".



## PLACAS GEMELAS.

Las placas gemelas se fabrican de suleras laminadas de acero al carbón de grado "N - 3". Son troqueladas para formar el gancho de amarre de los patines de los rieles de la vía principal, guía curva y recto, el de apoyo y sapo; cuenta con cuatro taladros cuadrados para clavos, 2 en cada extremo y uno rectangular frente al gancho de amarre de los patines. El taladro cuadrangular puede cambiarse por circular cuando las placas se fijan con tirafondos. La longitud de estas placas varía entre 23" y 35", se colocan 2 por cada extremo de durmiente y después de los talones de las agujas graduales y 2 por durmiente en el sapo, el tipo de la placa es de acuerdo con la posición de gancho, la figura No. 14 detalla la postura del gancho apreciándose en la primera placa que el gancho está formado en el extremo de la placa, la segunda aproximadamente al centro y por último la placa que tiene el gancho vertical.

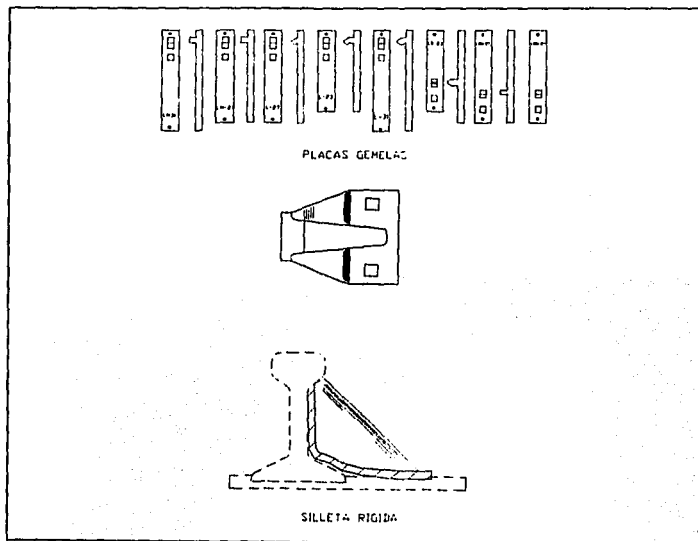


FIG. No. 18

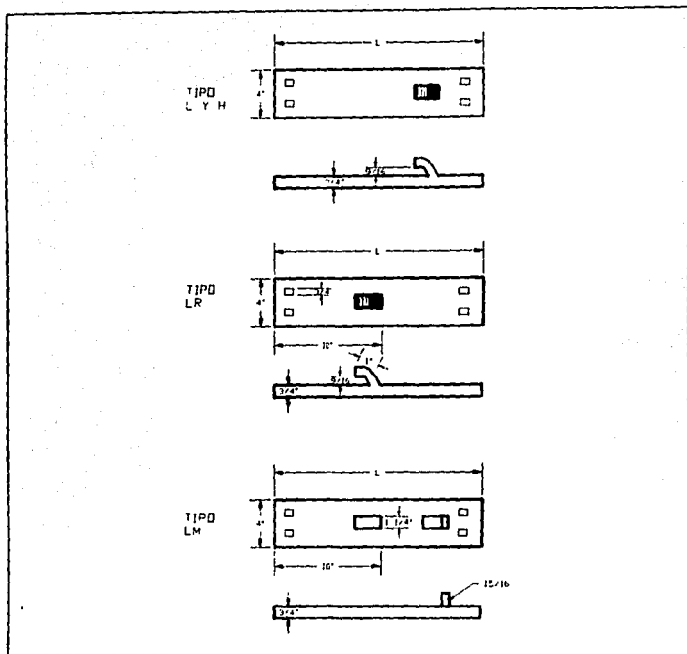


FIG. No.17

El levante del gancho se hace para dos alturas:  $9/16"$  y  $15/16"$ , la primera para usarse en patines de los rieles y la segunda en los faldones de los sapas de acero manganeso. El gancho puede traquetarse vertical cuando estas placas son colocadas en juntas donde hay planchuelas. Se pueden conocer estas piezas gamelas por su marca estampada en un extremo con las siglas. "L" Y "H", "LR" Y "LM"

### PLACAS PARA CONTRARIEL.

Las placas para contrarriel se obtienen de placas laminadas de acero al carbón de grado N - 3. Esta placa puede ser maquinada para formarle el hombro que se localiza poco antes de uno de los extremos o también este hombro puede soldarse mediante una solera cuadrada para evitar el deslizamiento del patin del contrarriel como se aprecia en la Figura No. 18.

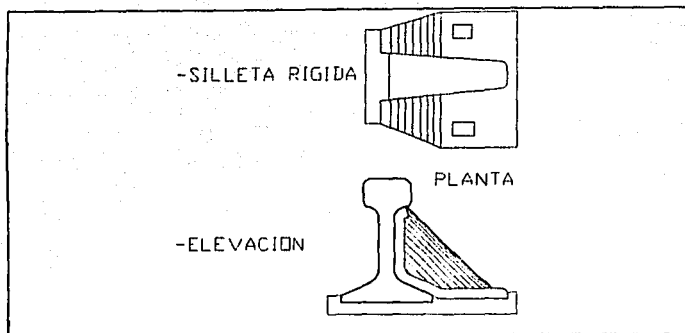


**PLACA PARA  
CONTRARIEL.**  
FIG. No. 18

Esta placa cuenta con 7 taladros; están colocados en un extremo, tres taladros, uno fija la placa al durmiente y los otros al patin del riel de la vía principal o del ladero, el otro taladro se localiza al eje longitudinal de la placa con una separación entre los dos taladros anteriores igual al patin del riel en uso, en seguida se localizan otros dos taladros sobre el hombro de la placa, que permitirá el elevado del contrarriel y por último el taladro extremo, que también se utiliza para fijar la placa al durmiente.

### SILLETAS RIGIDAS.

Las siletas de refuerzo rígidas son piezas que se obtienen de placas de acero al carbón del grado N - 3, son forjadas para darles la forma del filete y ángulo superior del hongo, altura del alma, filete y ángulo para el ala de patin pendiente que se prolonga hasta quedar en contacto su propia base con la placa correspondiente como se muestra la Figura No. 19.



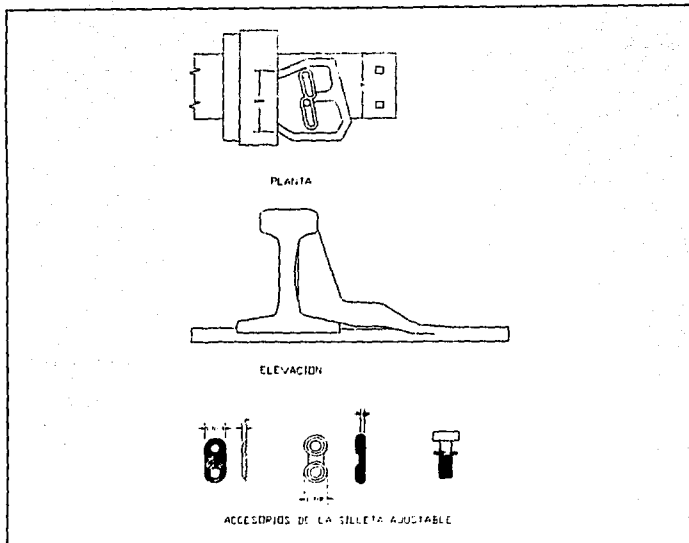
**SILETA RIGIDA.**  
FIG. No. 19

Refuerza su estructura un nervio que principia en el filete superior para apoyo del fongo y desciende en pendiente poco antes del final de la longitud de su base. En esta parte se localizan dos taladros cuadrados que coinciden con los dos taladros extremos de las placas corredera de elevación a la cual se fijan.

### **SILETAS AJUSTABLES.**

Este tipo de siletas es integrado por partes. sileta, cuña de ajuste y tornilleria (se encuentran fabricadas en varios tipos y en la figura No. 20 se muestra una de ellas). Estas siletas en su mayoría son piezas de fundición y requieren una aleación de acero y cobre. Su empleo es práctico debido a que se pueden ajustar cuando los rieles de apoyo o recto de la vía principal han perdido su separación con respecto a las agujas por empuje lateral. Para ajustar éstas se aflojan los pernos de la sileta o la cuña quedando en libertad de carrera para así recuperar el escantillón perdido.

Este tipo de sileta es usualmente empleado en vías troncales señalizadas y estas pueden ser fundidas o troqueladas.



**FIG. No. 20**  
**ACCESORIOS DE LA SILETA**  
**AJUSTABLE..**

### **PLACAS DE ASIENTO PARA DURMIENTES.**

Las placas de asiento para durmientes son piezas que se obtienen por laminación y condicionadas a un proceso químico de acero bajo carbón y cobre. Estas placas se colocan entre el patín del riel y el durmiente. Se utilizan dos placas por durmiente y tienen por objeto evitar el hundimiento del patín de riel en el durmiente.

Estas placas son laminadas para diferentes calibres de rieles y su diseño permite en todas ellas una mejor superficie de apoyo del patin y del riel y por consiguiente en el durmiente. Son de forma rectangular con una longitud que varia de 10" a 12" y el ancho hasta 1 - 3/4", el espesor también es variable de acuerdo a cada tipo de placa con relación al calibre del riel.

En la superficie presentan algunas de estas placas 1 o 2 hombros, los cuales sirven para que el riel no se deslice lateralmente al cabeceo del equipo rodante. Entre estos hombros existe una pendiente de 1:2 ó 1:40 hacia el centro de la vía, para proporcionar mejor rodamiento del equipo.

Cuentan estas placas con 4 u 8 taladros cuadrados ó redondos para clavos ó tirafondo, los cuales se localizan algunos de ellos sobre los hombros y el resto en los extremos.

La base es plana, pero algunas de ellas tienen dos salientes angulares y transversales a la placa con el objeto de aumentar la adherencia entre ésta y el durmiente.

En la Figura No. 21. aparece un tipo de estas placas de asiento para durmiente.

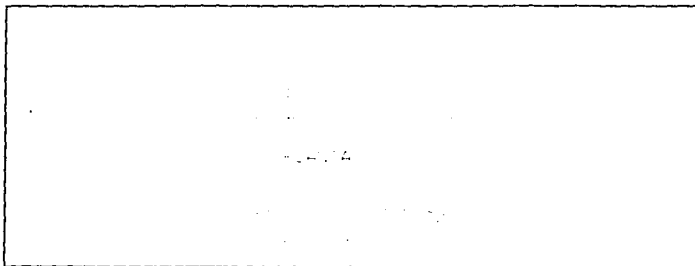


FIG. No. 21

### PLACA PARA DURMIENTE

Estas placas se usan después de las placas gemelas de las agujas hasta donde principia el juego de placas gemelas del sapo; en el riel recto de la vía principal y de apoyo, se seguirán utilizando estas placas para durmiente interrumpiéndose en los durmientes donde se requiere la colocación de placas. Para el contra-riel.

## BLOCK PARA TALON DE AGUJA.

El block de talón de agujas es una pieza de fundición y su composición química de grado "H-1", es decir: fundida de acero al carbón.

Esta pieza forma parte importante del mecanismo de las agujas, se localizan en el talón de éstas entre el riel de la vía principal y de apoyo.

Está integrada por una planchuela especial, la cual al centro de su longitud tiene un dobléz que permite el cierre o abertura de las agujas, así mismo la planchuela está maquinada en la parte exterior de la cabeza para permitir el paso de las cajas de las ruedas y que éstas no se dañen por el doblado de la planchuela. También lo compone una placa tipo "D" que se coloca en el riel recto de la vía principal y el riel de apoyo, por el lado exterior en la superficie del alma, como puede apreciarse en la Figura No. 22 un juego de cuatro tornillos de los cuales uno de ellos es especial. La placa tipo "D" es una pieza de acero al carbón, taladrada y maquinada para formarle la superficie que queda en contacto con el alma de riel, en el lado contrario o plano y sobre los taladros tiene una solera soldada en tal forma que evita que la cabeza de los tornillos se aflojen. Los tornillos del block del talón están térmicamente tratados. Por lo que respecta al perno especial (de hombro) éste está fabricado de dos diámetros, siendo el menor el que tiene las cuerdas para la fijación de las tuercas ranuradas, y el diámetro mayor es el que sirve de separador entre el block y la planchuela especial como se observa en el corte y ensamble de la Fig. No. 22 del block para talón de aguja.

Para garantizar la fijación de estos pernos, estos deben estar enchavetados.

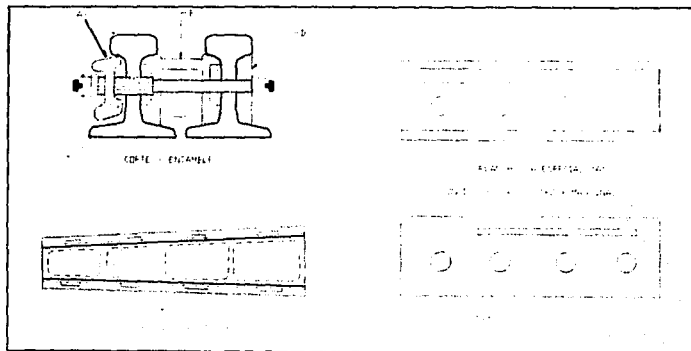


Fig. No. 22

## CONTRA RIELES

Son tramos de rieles de punta azul, que se utilizan en juegos de dos piezas por cada cambio y que consta de tornillería y de 3 o 4 empaques que sirven para mantener la separación o canal de las cajas que forman riel y contra-riel, para la protección de la punta del sape.

Estos contra-rieles son rectos y maquinados en sus extremos, con una distancia de maquinado que varía de 4' a 3' en cada extremo, (de acuerdo con la longitud del contra-riel) éste desbaste se hace cambiando la inclinación igual a la del cachete del hongo del riel que maquinará de cero a  $6/8"$  para en seguida hacer la segunda inclinación a 25 hasta el extremo del contra-riel, estos extremos requieren de un corte en la esquina superior del hongo a 45° y con una distancia sobre la superficie del patín de 3 - 1 1/2". También está maquinado en el ala del patín para evitar que éste tope con el patín del riel recto de la vía principal o de apoyo del laredo.

Los contra-rieles son de tres longitudes: 9' 5" para usarse en los juegos de cambio # 6 al 14, los de longitud 12' 6" se utilizarán en los # 15 al 20 y los de 15' de longitud es opcional su colocación pues podrán colocarse del # 15 al 20. los contra-rieles se colocan del mismo calibre que el riel a usarse en el juego de cambio respectivo.

Complementan al contra-riel, empaques de fierro fundido al bajo carbón que se colocan uno en cada extremo y uno o dos al centro según su longitud y que sirven para formar la separación 1 - 7/8" = 6.56 cm mínimo entre riel y contra-riel en su parte recta, necesaria para la canal de cajas de las ruedas, terminando en el extremo con una separación de 3 - 1/2" entre el riel y el contra-riel, así como la tornillería que muestra la Figura No. 23 que corresponde al tipo de un contrariel recto.

En la actualidad también se usan contrarietes doblados en los extremos, pero éstos están totalmente anulados desde hace años por el A.R.E.A., así como las longitudes en contrarietes rectos maquinados.



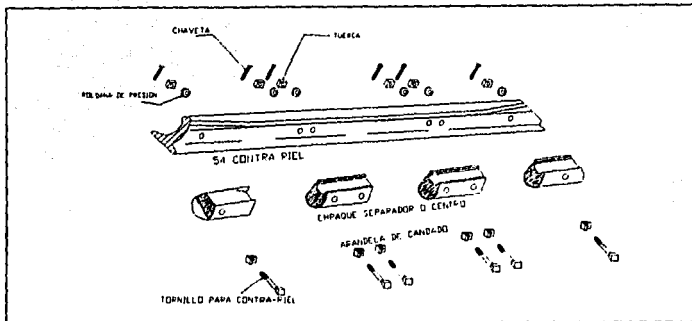


FIG. No. 23

### CONTRA-RIELES DE ACERO MANGANESO.

Este tipo de contra-riel es de fundición y su composición química es el resultado de acero al manganeso, la característica de estas piezas es que no emplean empaques ni tornillería, simplemente en cada extremo cuenta con un tope o nervio de determinada longitud, ancho y espesor, el cual apoya en el alma del riel de la vía principal, para dar la separación de 1 - 7/8" para la canal de cajas, (entre riel y riel).

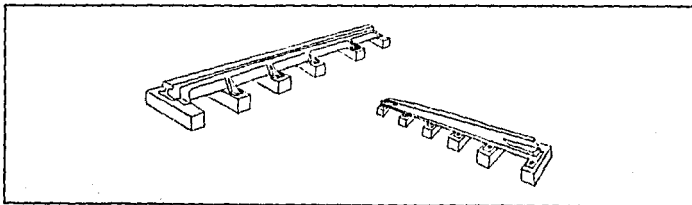


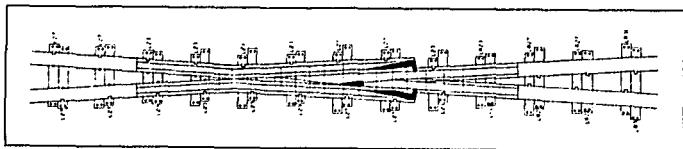
FIG. No. 24

No utiliza placas de asiento para contra-rieles debido a que éstas piezas están integradas al contra-riel. Esta pieza puede apreciarse en la Figura No. 24 y en ella se observa en planta la guarda o encarriladora que guía a las cajas de las ruedas de equipo rodante; las placas integradas a la base de la guarda se extienden a cada lado, siendo de menor tamaño del lado del escantillón, redondeados sus extremos y con un ancho aproximado a un durmiente, con dos taladros cuadrados para el clavado, por el lado exterior de la vía, se prolongan dichas placas siendo de mayor longitud, suficiente para que el patín del riel de la vía, principal asiente directamente sobre este tipo de placas y se fijen directamente sobre los durmientes, así mismo cuentan con sus extremos redondeados y un taladro cuadrado para el clavado y otros tres taladros unidos a modo de escalinata (para ajuste de la separación de canales de cajas), contando un taladro de cada especie por saliente o placa. Estos contra-rieles de acero manganeso son fundidos en dos longitudes 8'4 - 1/2" y 10' 0", la altura de la guarda es de más de 1/4" mín, sobre la banda de rodamiento del riel en uso de la vía principal y el más, de 1" y el espesor de esta guarda de 1 - 1/2". Esta guarda tiene un alineamiento para formar la canal de cajas, la longitud central es recta y variable y conserva la separación de 1-7/8" entre riel y contra-riel necesaria para que las cajas de las ruedas no toquen la punta del sapo y los extremos con una separación máxima de 3-3/4" para guiar gradualmente las ruedas del equipo a la canal de cajas, .

El número de salientes o placas integradas al contra-riel es de 4 o 5 centrales y una media placa a cada extremo, espaciadas a 19-1/2" de centro a centro. Estos contra-rieles de acero manganeso se usan comúnmente en sapos insertos o sólidos de acero de manganeso, No. 7 al No. 10 donde se colocan contra-rieles de 8'4 - 1/2" de longitud y de 10' 0" de longitud para los sapos de números mayores.

## **SAPOS.**

Los sapos pueden clasificarse en dos grandes grupos; estos son: **TORNILLADOS** y de **ACERO MANGANESO.**



**FIG. No. 25**

## UN SAPO RIGIDO ATORNILLADO

Este sape se encuentra colocado comúnmente en patios y vías secundarias, es fabricado desde el No. 4 hasta el No. 12. Básicamente están armados con riel de primera (alto carbón) empaques de fierro fundido y tornillería con tratamiento térmico, los empaques tienen como finalidad formar la canal de cajas para dar la separación de 1'7 1/8" entre la punta y alas del sape. También requiere de un empaque de garganta y un elevador de ruedas que se localiza entre las patas, el cual se obtiene de un pequeño tramo de riel maquinado de éste, cachetas y patín en ángulo.

Actualmente se estudia la colocación de estos sape en vías principales, tomando en cuenta la intensidad del tráfico.

## SAPO INSERTO

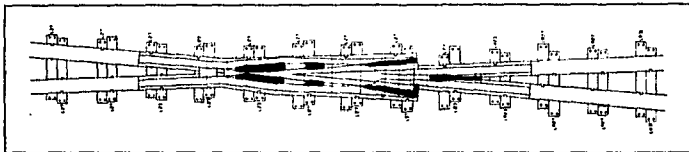


FIG. No.36

## SAPO DE INSERTO

El sape inserto se recomienda para usarse en vías principales porque relativamente no requiere de mantenimiento. Se usa en líneas de alta velocidad puesto que su corazón de acero manganeso parte desde la garganta hasta el talón o elevador de ruedas, formando una sola pieza.

El corazón de este sape está envuelto con rieles de alto carbón (punta azul), y requiere también de un empaque de garganta y otros dos en los extremos de las alas donde el riel de ésta está rebajado. El elevador de ruedas está integrado al corazón y se nombra como extensión de la cola y lo remata una cuña entre sus patas que también es de fundición. Al igual que los rígidos utilizan tornillería de tratamiento térmico y son fabricados desde el No. 4, hasta el No. 20, este último ya en servicio por estos Ferrocarriles N. de M.

## SAPO DE RESORTE.

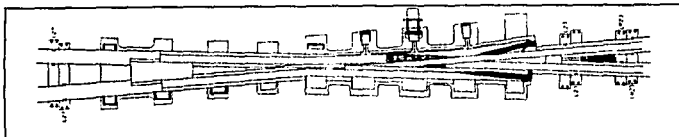


FIG. No. 27

## SAPO DE RESORTE

El sape de resorte aunque requiere de mayor cuidado y conservación es preferido por los Ferrocarriles para colocar en vias troncales, porque forma una continuidad en la banda de rodamiento de la via principal en el cruce del desvío; esa continuidad le permite el ala móvil de sape. Esta ala se separa de la punta del sape cuando las cajas de las ruedas del equipo rodante son guiadas por el contra-riel, accionando los resortes colocados en una caja que se localiza a 23 1/2" o 43" de la punta práctica para que los trenes entren o salgan de los lateros y permita que el ala móvil regrese a su posición original.

Las características de este tipo de sape son las siguientes: emplea rieles de alto carbón (punta azul) para las alas y patas, caja con resortes para el ala móvil, dos cajas pequeñas que se nombran como soportes-guías. Estas pequeñas cajas y la del resorte reciben en su interior un macho guía de solera, doblada esta en su eje longitudinal a determinada distancia y ángulo de inclinación, los cuales irán colocados sobre otra solera que servirá de refuerzo al alma del riel del ala móvil de sape. Esta solera está maquinada para el ajuste con el alma del riel y colocada exteriormente, la longitud de ella permite recibir la tornillería individual que fijará al alma, solera y machos guía. En la superficie del hongo, ésta ala móvil tiene un rebaje angular situado aproximadamente frente a la caja de resortes. También utiliza entre las patas un empaque de cuña, un elevador de ruedas y un empaque de talón. Entre la punta teórica y el extremo del ala rígida, utiliza un empaque; los tres empaques son de acero fundido del grado M-1 y el elevador de ruedas de un tramo de riel maquinado. Para fijar estas partes se requiere de 5 placas grapas, tornillería de tratamiento térmico. Complementan a la fijación del cuerpo del sape, una gran placa de asiento que irá apoyada sobre cuatro o cinco durmientes (de acuerdo con el número del sape). Otra de menor tamaño (para dos durmientes) en la boca y tres individuales en los durmientes intermedios y extremo de las alas, Sobre estas tres placas se sueldan tres solerás de 2" X 6" que sirven de tope al patín del ala rígida y dos más para los patines de los rieles guía. En la placa de asiento grande también se coloca otra placa tope para el ala móvil y está localizada antes de las cajas de resortes. Todas las placas tienen taladros cuadrados para clavos de vía (2 o 3 por extremo de placa).

Por último, en la boca del sape de resorte se emplea un block separador que fija los rieles guía y el ala.

### SAPO SOLIDO

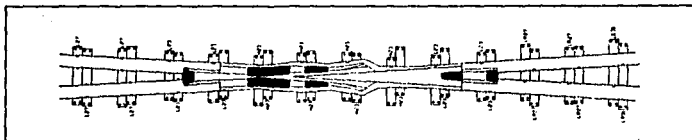


FIG. No. 28

### SAPO SOLIDO

Este sape es ideal para el tráfico pesado y su resistencia al desgaste y al impacto, hacen que su fabricación sea de alto costo. Es de una pieza y no utiliza tornillería en su cuerpo, solamente en los extremos, o sea, en la boca y en el talón, donde tiene una extensión en ambos extremos que sirven para atornillar los rieles guía y de salida del sape, por medio de planchuelas.

En la superficie de rodamiento de las alas tiene una rampa de elevación colocada aproximadamente frente a la punta del sape al eje de su longitud con un nivel de más de  $1/8''$ .

La longitud de esta rampa varía de acuerdo al número del sape.

Se construye para cambios del No. 4 al No. 12 y en calibres de rieles desde 90 lbs/rd. hasta 140 lbs/rd. en acero al manganeso.

### SAPO DE CONTRA-RIEL PROPIO O AUTORESGUARDO

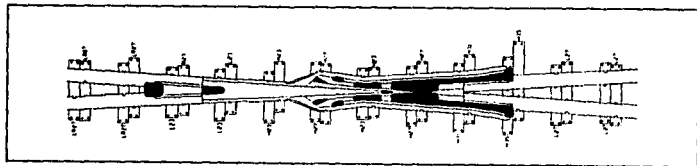


FIG. No. 29.

## **SAPO AUTO RESGUARDADO**

**Este sapo elimina el uso de contra-rieles, estos quedan a modo de nervios en los cantos exteriores de las bandas de rodamiento de cada ala del sapo, dejando justo el espacio de esa superficie de rodamiento, para que las ruedas del equipo no toquen la punta real del sapo.**

**Al igual que el sólido y el inserto, cuenta con una rampa con elevación de 1/8" y la extensión de la rampa varía para cada número de sapo. Esta rampa se encuentra localizada frente a la punta real del sapo más o menos a la mitad de la longitud de esa elevación y en cada ala. Se utilizan para su fijación placas gemelas y en la conexión de los rieles guía dos medias placas tipo "D", que substituyen a las planchuelas, y el amarre en la extensión de la cola con los rieles se hace por medio de un par de planchuelas y tornillería. Este sapo también es fundido en acero al manganeso para cambios del No. 4 al 10 y en calibres de rieles desde 80 lbs/yd. hasta 140 lbs/yd.**

**Su colocación es preferente en patios, donde la velocidad de los trenes es moderada. rígida mediante una planchuela y al lado opuesto de la otra ala (móvil), que por medio de una planchuela especial doblada en su parte media longitudinal, permite el movimiento o ajuste con la punta del sapo para la continuidad de la troncal en el cruce del desvío.**

**Toda su tornillería requiere de tratamiento térmico, incluyendo los resortes.**

**También este tipo de sapo emplea para su colocación placas gemelas; en los rieles guía y patas del sapo.**

**El A.R.E.A. (Asociación Americana de Ingenieros Ferrocarrileros) limita su construcción únicamente para juegos de cambio # 9, 10, 11 y 12, y con fabricados para salidas izquierda o derecha a la vía secundaria.**

**Su colocación no es recomendable para vías principales.**

## **ÁRBOL DE CAMBIO ALTO.**

**El árbol de cambio alto está constituido por un conjunto de partes diferentes especiales de materiales, en los que se cuentan de fundición forjadas y tratadas térmicamente como son las rodajas del soporte del resorte.**

**Este árbol es de operación vertical; accionado por un manubrio. La base se sujeta a los durmientes con clavos de vía o pernos.**

**Tiene una altura aproximada de 7' 9 1/4" - 2.36 mts. El poste cuenta con una bandera o disco y un remate para linterna..**

### ÁRBOL DE CAMBIO ALTO

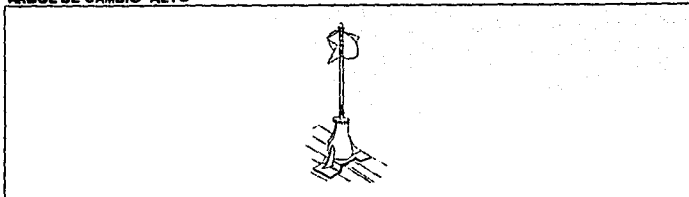


FIG. No. 30

### ÁRBOL DE CAMBIO BAJO.

Este árbol está diseñado para ocupar un mínimo de espacio donde sea necesario. Es una pieza de fundición en dos secciones, que son base y tapa. En el interior se encuentra localizada el mecanismo del árbol, el cuál es accionado por una palanca que tiene en el extremo un contra peso.

Se cuenta con diferentes tipos de árboles bajos y todo ellos tiene un promedio de altura de 1.0 mts. desde la base hasta el remate o porta lampara.

También se puede encontrar entre estos el árbol semiautomático que permite el movimiento de las agujas cuando estas están cerradas y las ruedas pasan por el cambio produciendo en forma automática el movimiento en el mecanismo de resortes del árbol sin que este sufra daño alguno.

### ÁRBOL DE CAMBIO BAJO.

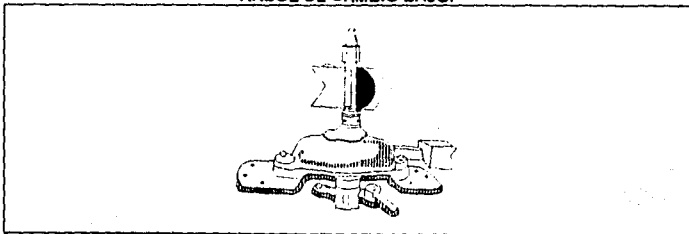


FIG. No. 31

### BARRA DE CONEXION.

La barra de conexión es una pieza forjada de acero al carbón de grado "N-1" con tratamiento térmico. Esta barra sirve para unir la varilla No. 1 y el perno de ojo del árbol de cambio, por medio de una horquilla que está atornillada a la por su extremo, en el árbol alto, o espiga de la biela o cigüeñal en el árbol bajo.

El otro extremo es forjado en la barra y tiene forma de quijada estas tienen una abertura igual al espesor de la varilla No. 1, (más 1/16") en ambos extremos requieren de taladros y tornillería.

Sus dimensiones aproximadas son Diam.-1 3/8" x 5'6" ó 3'3" de longitud para arboles bajos. Esta longitud es suficiente para conservar el galibo.

### BARRA DE CONEXION.

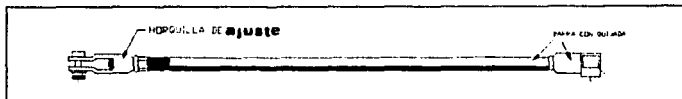


FIG No. 32

### VARILLA DE CONEXION NO. 1

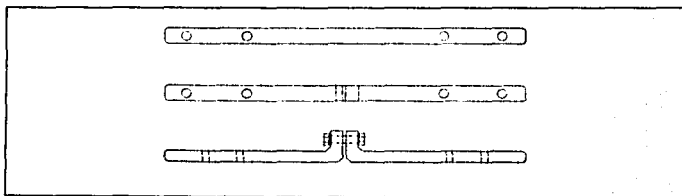


FIG. No. 33



## VARILLA N° 2

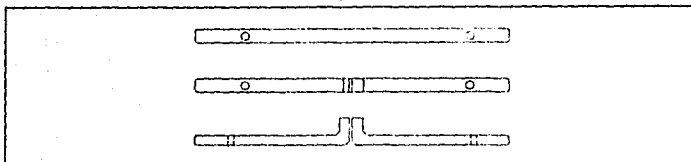


FIG. No. 34

## VARILLAS DE CONEXION.

Las varillas de conexión son piezas laminadas de acero al carbón del grado "N-3", que sirven para mantener en posición correcta las dos agujas conservando la separación de  $4 \frac{3}{4}$ " que debe haber entre la punta de la aguja y el riel recto de la vía principal ó bien cuando el cambio está dando paso sobre la vía secundaria.

La varilla No. 1, cuenta con dos taladros en cada extremo y otros dos taladros interiores que se localizan para atornillarse a las orejas y que fijan la separación correcta de las agujas. Los taladros extremos sirven para recibir y fijar la quijada de la barra de conexión por medio de tornillo.

La varilla No. 2, solo tienen un taladro en cada extremo y también reciben los pernos de las orejas.

Las planchuelas son piezas laminadas de acero al carbón de grado H-1 también varían en su tipo las hay de faldón o angulares. Las de mayor uso son éstas últimas y cuentan con cuatro taladros ovales por planchuela, su longitud común es de 24" son usadas también en los juegos de cambio para unir los extremos de los rieles, sapos y talones de agujas.

## PAR DE PLANCHUELAS.

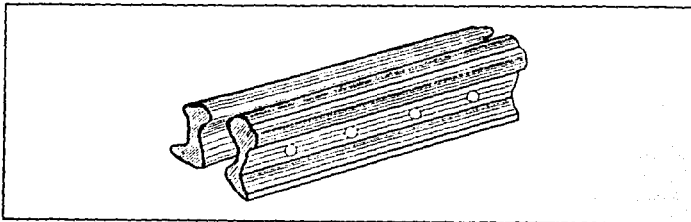


FIG. No. 35

## RIEL

Los rieles de acero son fabricados en las fundiciones "ALTOS HORNOS", estos se obtienen de mezclar los siguientes minerales básicos: Hierro, Carbón, Manganeso y Silicio.

Junto con estos se encuentran minerales no deseados e impurezas como el Fósforo, Azufre, Gases y Escoria.

De los anteriores minerales el "carbón" es el más importante para la fabricación de rieles. (A mayor cantidad de carbón, éste será más duro y quebradizo) Actualmente el carbón es controlado y los rieles alcanzan la dureza requerida.

Fundido el metal es vaciado en una serie de moldes, en donde el acero líquido se enfría y se hace sólido formándose los lingotes.

Enfriado el lingote se retira de los moldes y se llevan a los hornos donde se les calienta hasta tener la temperatura requerida para laminarlos.

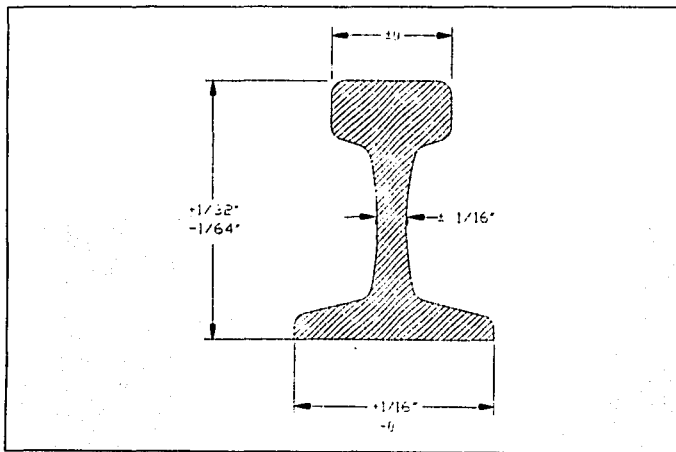


FIG. No. 38

**El laminado consiste en hacer pasar el lingote por una serie de rodillos que lo desbastan y otros que le dan forma de riel.**

**Los lingotes son cortados en dos partes y de cada parte se obtiene de dos a cuatro rieles. Una vez que los rieles pasan por último rodillo de laminado ha quedado marcado con una serie de números y letras que representan :**

<b>CALIBRE</b>	<b>100</b>
<b>TIPO DE RIEL</b>	<b>RE</b>
<b>ENFRIAMIENTO CONT.</b>	<b>CC</b>
<b>MARCA DE LA LAMINADORA</b>	<b>COL. O MONTY</b>
<b>AÑO DE LAMINACION</b>	<b>1974</b>
<b>Y LAS RAYAS EL MES</b>	<b>11111</b>

**También al otro lado y en el alma del mismo riel tienen otras marcas:**

<b>PUNTAS ENDURECIDAS</b>	<b>"CH"</b>
<b>NUMERO DEL CALOR</b>	<b>62346</b>
<b>NUMERO 4to. DEL LINGOTE</b>	<b>LETRA "D"</b>
<b>NUMERO DEL LINGOTE</b>	<b>17</b>

**Los rieles son pintados en sus extremos para indicar su calidad:**

<b>Extremo sin pintar</b>	<b>1a. Clase B/C</b>
<b>Extremo pintado de azul</b>	<b>1a. Clase A/O</b>
<b>Extremos pintados de amarillo</b>	<b>1a. Clase Riel A.</b>
<b>Extremos pintados de verde.</b>	<b>1a. Clase Long. Cortas.</b>
<b>Extremos pintados de blanco.</b>	<b>2a. Clase Long. 24' a 39'.</b>
<b>Extremos pintados de café.</b>	<b>Rieles especiales o "X", Long. de 24' a 39'.</b>

**El uso del tipo de los rieles y los extremos pintados se deben consultar al Ingeniero Residente para su colocación.**

## CAPITULO No. III

### INSTALACION DE JUEGO DE CAMBIO

En este capítulo hay que tener presente ciertos aspectos a considerar a fin de no incurrir en errores futuros. Ocasionando costos mayores de mantenimiento habiendo definido la necesidad de instalar un juego de cambio, debe de tenerse en cuenta lo siguiente. Localización de la P.A., (punta de agujas) teniendo cuidado en no ubicarlo en curva, sobre alcantarillas, en cruces a nivel y en curvas verticales.

La colocación de los cambios de vía siempre quedará sujeto a las medidas y especificaciones de los planos tipo, esto quiere decir que bajo ningún motivo al asentar un cambio de vía podrán modificarse las medidas que estén indicadas y al por ejemplo, si va a colocarse un cambio No. 10 ó 20 en vía ancha, se deberá ejecutar el trabajo de acuerdo con las medidas que fija el plano tipo en estos cambios se utilizaran rieles de 39' de longitud. Sea cual fuere el cambio de vía por colocar es conveniente recordar que en terreno se deberá marcar en el alma del riel, antes que otra cosa, la posición de las agujas y el sapo una vez logrado esto se podrán colocar los elementos o partes del cambio en la Figura No. 37 se muestra con línea punteada el trazo de un cambio No. 10 y por otra parte se ha fijado la posición de la punta de agujas (P.A.), el talón de las agujas y la posición del sapo.

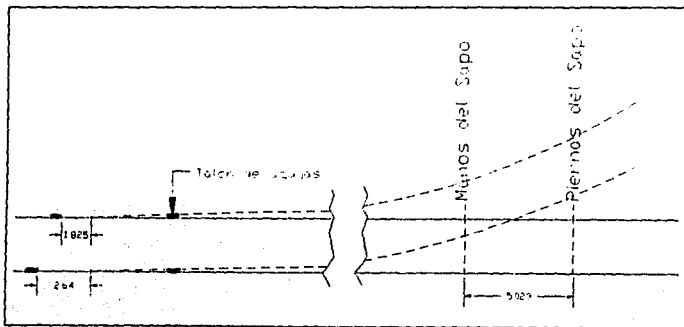
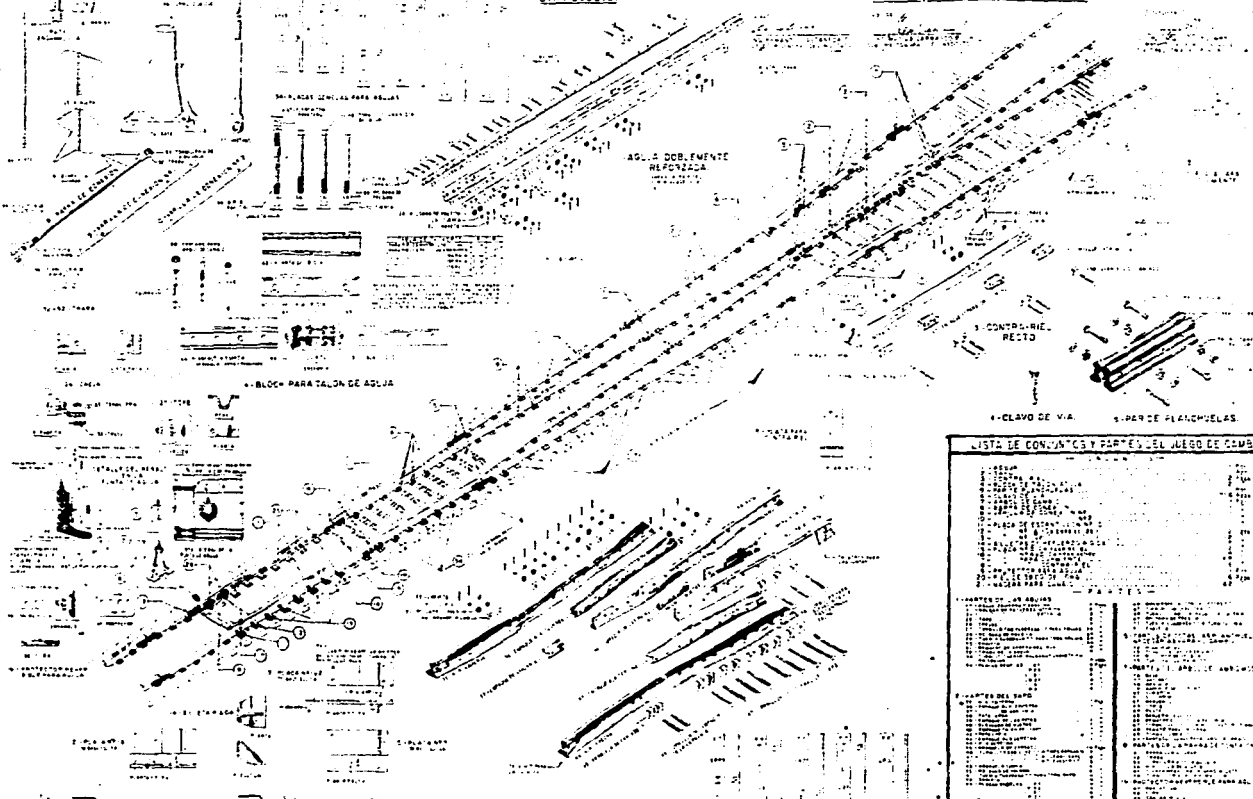


FIG. No 37

ANATOMIA DE UN JUEGO DE CAMBIO N° 10,  
 CON SAPO RIGIDO ATORNILLADO Y AGUJA DE ELEVACION GRADUAL DE 15'6" DE LONG  
 CON RIEL DE 39' DE LONG PARA VIA ANCHA DE 1.435M. DE ACUERPO CON EL A.R.E.A  
 (PLANOS A.R.E.A. Nums 112-55, 324-55, 504-55 Y FFCC.N de M. 343-26)

- Sin escala -

México, D.F. Mayo de 1967



LISTA DE COMPONENTES Y PARTES DEL JUEGO DE CAMBIO

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	SAPO RIGIDO ATORNILLADO	1	UNIDAD
2	AGUJA DOBLEMENTE REFORZADA	1	UNIDAD
3	BLOQUE PARATELON DE AGUJA	1	UNIDAD
4	CONDENSADOR RECTO	1	UNIDAD
5	CLAVO DE VIA	1	UNIDAD
6	PERCE PLANCHUELAS	1	UNIDAD
7	PLACA DE ESTABILIZACION	1	UNIDAD
8	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
9	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
10	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
11	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
12	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
13	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
14	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
15	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
16	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
17	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
18	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
19	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
20	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
21	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
22	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
23	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
24	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
25	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
26	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
27	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
28	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
29	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
30	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
31	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
32	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
33	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
34	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
35	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
36	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
37	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
38	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
39	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
40	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
41	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
42	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
43	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
44	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
45	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
46	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
47	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
48	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
49	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
50	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
51	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
52	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
53	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
54	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
55	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
56	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
57	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
58	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
59	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
60	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
61	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
62	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
63	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
64	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
65	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
66	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
67	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
68	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
69	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
70	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
71	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
72	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
73	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
74	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
75	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
76	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
77	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
78	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
79	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
80	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
81	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
82	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
83	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
84	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
85	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
86	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
87	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
88	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
89	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
90	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
91	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
92	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
93	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
94	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
95	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
96	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
97	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
98	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
99	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD
100	PLACA DE BLOQUEO	1	UNIDAD

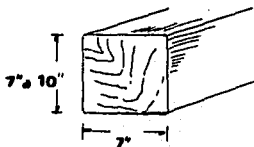
FALLA DE ORIGEN

Al marcarse la posición de las agujas en el terreno, puede suceder que el P.A. coincida ó quede próxima (cerca) de las planchuelas; en este caso se tendría que correr la localización del P.A. ya sea hacia adelante ó hacia atrás de las planchuelas, con el objeto de que las dos agujas queden a la distancia reglamentaria, y que para nuestro ejemplo son de 1.828 mts. (6' 00") y 2.64 mts. (8' 8").

El objeto de tener las agujas retiradas de las planchuelas es el de evitar que por corrimiento de los rieles exista un espacio que evite que la punta de las agujas toque las planchuelas, en cuyo caso, el cambio no funcionará correctamente, o bien las agujas lleguen a despuntarse en cualquiera de los dos casos existe el peligro de un accidente de manera que siempre se deberá de tener presente esto en el almacén se clasificará el juego de madera y el herraje según tabla:

### JUEGO DE MADERA PARA CAMBIO

CANTIDAD	No. PROGRESIVO.	ESCUADRIA	LONGITUD.
2	1 - 2	7" X 9"	15'
10	3 - 12	"	8' - 6"
6	13 - 18	"	9'
6	19 - 23	"	9' - 6"
4	24 - 27	"	10'
4	28 - 31	"	10' - 6"
3	32 - 34	"	11'
3	35 - 37	"	11' - 6"
2	38 - 39	"	12'
2	40 - 41	7" X 10"	12' - 6"
2	42' - 43	"	13'
3	44' - 46	"	13' - 6"
3	47' - 49	"	14'
2	50' - 51	7" X 9"	14' - 6"
4	52' - 55	"	15'
3	56' - 58	"	15' - 6"
4	59' - 62	"	16'



Marcada la posición de las agujas y del sapo se preparará el resto del material del cambio cortándose con cegueta o disco los rieles guías. La madera de cambio se colocará siguiendo el orden de las piezas numeradas y su longitud, terciado a fin de evitar que la vía se chicotee aunado a esto se le tira balasto, con una góndola de descarga lateral con el cual se hace una cama en donde se asentarán los durmientes largos, todos y cada uno deberán quedar perfectamente calzados, ninguna pieza del juego de madera de cambio deberá quedar con el balasto embodegado en el centro, porque puede originar golpes que lleguen a quebrar dicha pieza. En la FIG.No. 38 se muestra esquemáticamente como debe efectuarse el calzado.

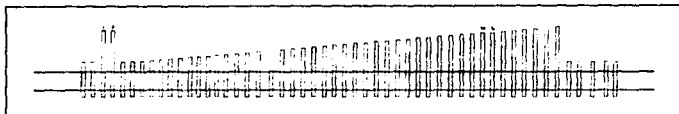


FIG. No. 38

Tomando como referencia la P.A. (punta de agujas), se mide la distancia de la P.A. hasta la pierna de sapo 27.066 mts. (88' 10") contando y realizando taladros para el contrariel, el sapo y el talón de agujas, se retira (abre), el riel que se corto desde de la P.A hasta el sapo, se tira hacia el escape y se le fabrica un vértice que se ubicará a 4" adelante de la P.A y con un ángulo de 3 minutos.

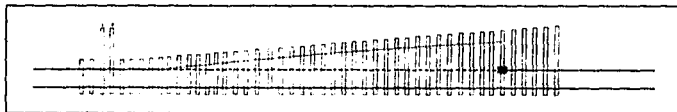


FIG. No. 39

Se colocará el sapo y se asentará sobre placas gemelas, L 23, LR 23, L 27, LR 27, L 3, LR 3 y LR 31, fijándolo con tirafondo desde el durmiente No. 43 al No. 47 de esta.

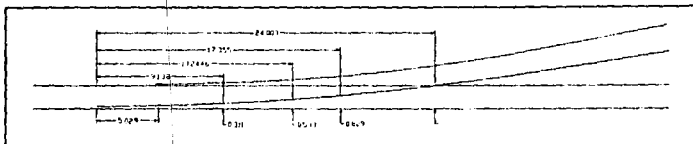
Hasta el durmiente No. 62 se colocará el riel guía recto de 5.13 mts. (16' 10") se colocaran sobre placas de acero para curva y se fijaran con grapilla para curva y tirafondo de 200. milímetros paralelo a estos trabajos se colocarán las placas de contra-riel CR y el contra riel de 3.35 mts (11' 06").

Realizado el vértice se colocarán las placas de escantillón 0G Y IG sobre los durmientes del 0 y 1 la placa 1A en el 2, la placa 1 en el 3 y 5, la placa 1P en el 4, 6 y 7, la placa 2 en el 8 la No.3 en el 9 la No. 4 en el 10 y la No. 5 en el 11 las placas LR 23 y L 23 en los 12, 13 y 14, las placas LR 27 y L 27 en los 15, 16, 17, 18, y LR 31, L 3 en el 19.

Sobre estas placas se asentará la aguja de 16' 6" y el riel de 39" todas las placas se fijan al durmiente con tirafondo de 200 mm.

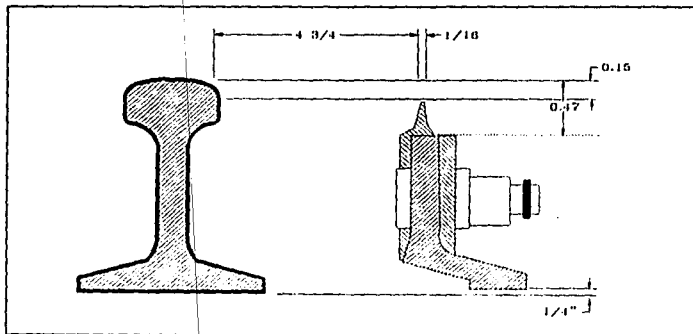
Al amar cada elemento se tiene que ir colocando el escantillón a fin de dejar la vía principal alineada y no interrumpir el tráfico de trenes en ambos sentidos (coordenadas).

Procediendo de inmediato a amar el riel curvo, siguiendo la misma secuencia de el riel recto, a excepción de que la curvatura, se le da en función a las coordenadas tipo para cada cambio.



Paralelamente se colocaran la varilla No. 1 y 2 aisladas que une y separa a las agujas .

El árbol se conectará con la barra de conexión.



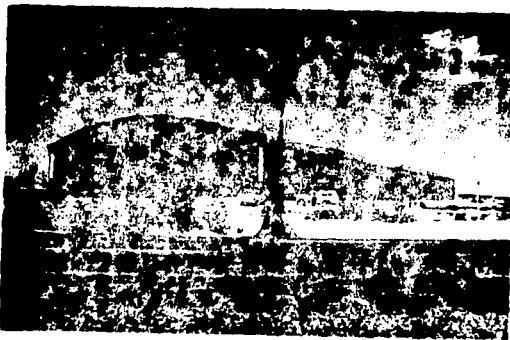


La colocación correcta del árbol de cambio se ejecutará, colando las 2 agujas separadas de sus respectivos rieles de apoyo a una distancia igual a  $2\frac{3}{8} = 6.0$  cm. criterio que debe seguirse siempre al colocar el árbol de cambio con la finalidad de que al realizar el ajuste de la barra de conexión y la palanca manual no tengan problema.

Se esta considerando que el cambio se encuentra en una zona con C.T.C. (Control de Tráfico Centralizado) tendrá que colocarse planchuelas aislantes quienes separa un circuito de otro.

Para el tipo de vía señalizada se utilizarán máquinas de cambio automáticas que se controlan a control remoto desde una oficina de despacho en lugar de un árbol manual, tema que se tocará mas a fondo en otro capítulo.

Para llevar a cabo la inspección y conservación de las máquinas automáticas de cambio independientemente de las normas que se han mencionado se deberá revisar la operación automática del árbol (automática) es decir, que se deberá de comprobarse el tiempo que tarda en realizar la operación de abrir y cerrar las agujas y ver si están dentro del rango permisible que es de 10 a 13 segundos como regla general.



## CAPITULO No. IV

### MANTENIMIENTO (CONSERVACION)

Es importante tener presente que todas aquellas piezas de los cambios de vía que están sujetas a un movimiento, deberán mantenerse limpias y engrasadas, evitándose que se junte basura, tierra, piedras, etc., que impidan el libre movimiento ya sea de las agujas o de las piernas móviles de los sapos de resorte y en el caso de las placas correderas, estas se mantendrán limpias y engrasadas en la superficie sobre la que se mueven las agujas; lo anterior, es en cumplimiento a lo establecido en las Normas Vigentes.

Los cambios de vía con gran número de piezas que deben estar perfectamente bien ajustadas y en condiciones que garanticen el paso y seguridad de los trenes,

El personal encargado efectuará inspecciones por lo menos una vez a la semana en los cambios que están colocados en la vía principal y una vez al mes a todos los cambios que están dentro de su jurisdicción, ya sean colocados en la vía principal, en patios, laterales, etc.

Al efectuarse la inspección se deberá prestar especial atención a otros aspectos fundamentales que son; 1º El alineamiento de los cambios. 2º su escantillón y 3º el desgaste; además, se deberá observar con todo cuidado si las agujas y los sapos no tienen grietas o roturas en la banda de rodamiento que pueden ser causadas por el propio tráfico o bien por defectos del riel, se observará si los taladros no están abocardados ya sea en las orejas de las agujas, en la barra de conexión o en las juntas del talón de las agujas y del sapo.

Por lo que se refiere al alineamiento del cambio, de toda presencia se observara tanto las agujas como el sapo se encuentran perfectamente bien alineados con respecto a la vía principal, si las agujas no están vencidas o existen codos en el talón de las mismas y si las juntas del sapo están o no alineadas. Para comprobar lo anterior, mediante el empleo de un hilo a reventón podrá comprobar si el cambio está o no correcto, ordenando que se corrijan los codos o bien procediendo a cambiar las agujas o el sapo si están vencidos.

En la Fig. No. 43 se muestra esquemáticamente un cambio de vía fuera de línea y otro con su alineamiento correcto con respecto a la vía principal, señalándose la posición del hilo a reventón con las letras MN que nos indica que el talón de las agujas A, existe un codo y que por otra parte el sapo en sus extremos B y C también está fuera de línea.

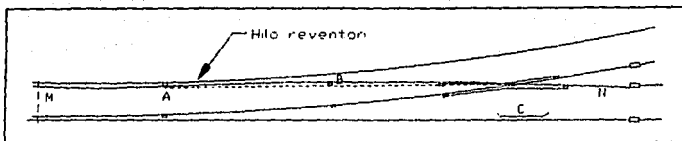


FIG. No. 43

Por lo que se refiere al escantillón, éste debe comprobarse en toda la longitud del cambio y además también deberá comprobarse y conservarse el escantillón o separación reglamentaria de las agujas del sapo y de los contrarrieles con respecto a los rieles de la vía principal y de la vía secundaria o tadero, es decir, que en el caso de las agujas se deberá verificar y conservar la separación de la punta de las agujas con respecto al riel de la vía principal que es de 0.121 metros (4-3/4") y la separación del talón con respecto al riel de la principal es de 0.148 metros (5-3/4") correspondiendo ambas medidas al caso de vía ancha.

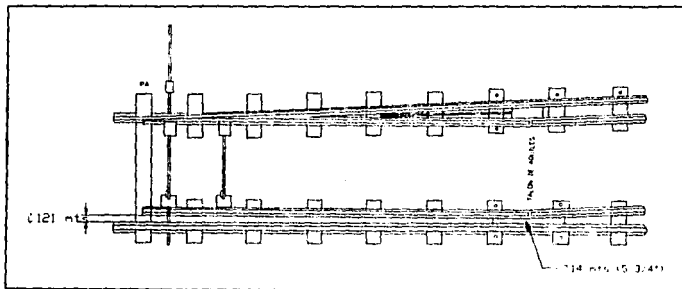


FIG. No. 44

Por lo que se refiere al sapo y los contrarrieles también existen medidas que deberán conservarse y son: la distancia del lado de escantillón del sapo a la cara del contrarriel donde pasa la ceja de la rueda, esta distancia deberá ser de 1.387 metros (4'-6-5/8") para la vía ancha, por lo que se refiere a la separación del contrarriel y del riel de la vía principal o secundaria, será de 0.0476 metros (1-7/8"), respecto a esta última medida es conveniente aclarar que cuando el escantillón de la vía se ensancha en las curvas, la separación entre el contrarriel y el riel de apoyo también deberá ensancharse en la misma cantidad; así por ejemplo, si el escantillón de la vía principal se ensancha en 2.5 mm., la separación del contrarriel y el riel se aumentará en los mismos 2.5 mm.

En la Fig. No. 45 se muestra esquemáticamente la separación de los contrarieles y del sapo para el caso de vía ancha.

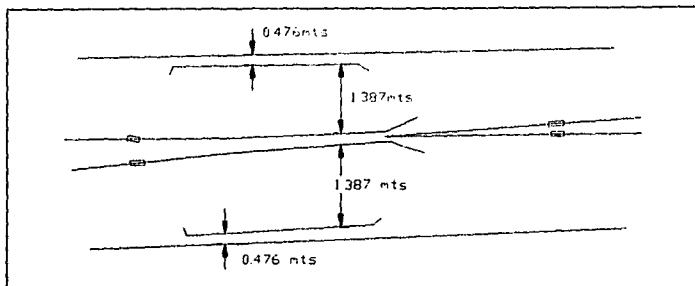


FIG. No. 45

De acuerdo con las medidas anteriores y al efectuarse la inspección de los cambios se deberá observar los siguientes:

1° Que las agujas tengan la separación reglamentaria en el talón, sobre todo cuando en este lugar no existe empaque o block de talón que conserve la separación correcta, en el caso de que exista empaque se tendrá cuidado de comprobar si éste no está flojo o roto y en tal caso, se procederá a su ajuste o cambio..

2° Las dos puntas de las agujas deberán ajustar perfectamente contra los rieles de la vía principal, es decir, que al moverse la palanca del cambio y tirarla al contrario, la aguja deberá pegar completamente al riel sin dejar ningún espacio libre y si éste existe se comprobará si los taladros están abocardados tanto en las orejas de las agujas como en las varillas de cambio No. 1 y No. 2 o en la barra de conexión, o bien, si los pernos que atraviesan dichos agujeros son de la medida reglamentaria, en tal caso, se procederá a reponer la pieza o piezas defectuosas y de no ser esta la causa bastará con ajustar las agujas mediante la barra de conexión y los taladros de las orejas cuando éstas tienen más de un agujero.

**3°** Se inspeccionarán todas los pernos y tornillos para ver si se encuentran en su lugar y para comprobar si no están rotos o vencidos si las chavetas que los aseguran están correctamente colocadas y abiertas sus patas.

**4°** Se comprobará si los árboles de cambio y sus palancas ( libas) están perfectamente bien asegurados sobre todo aquellos que se localizan en la vía principal.

**5°** Se comprobará si los contrarrieles están bien asegurados ya sea por medio de los tornillos o abrazaderas y si tienen sus bloques o empaques en buenas condiciones, verificándose la separación del contrarriel al riel de apoyo.

**6°** En los sapos de resorte se comprobará si los resortes tienen la tensión correcta y funcionan sin golpear demasiado sobre el sapo y si las agujas se mueven dentro del tiempo reglamentario cuando son accionadas por árboles automáticos; para comprobar lo anterior, el personal de vía podrá utilizar una barra de línea para mover la pata móvil del sapo o las agujas y observar su regreso a la posición original; de notarse alguna falla se comprobará si los resortes están rotos o les falta lubricación, procediendo en este caso a cambiarlos y lubricarlos.

**7°** Se comprobará que todos los tornillos, pernos y tuercas se encuentren bien apretados, que no tengan roturas o estén vencidos, en cuyo caso deberán reponerse de inmediato para evitar que el sapo se afloje y llegue a perder su alineamiento.

**8°** Por lo que se refiere a las placas de asiento de los sapos y de las agujas se comprobará que estén completas, bien alineadas y que no estén vencidas o rotas.

**9°** Durante la inspección de los árboles de cambio colocados sobre la "vía principal, de toda preferencia se deberá mover la palanca o liba para comprobar si su movimiento es correcto y se procurará dejar los cambios perfectamente bien cerrados con candado y alineados o "tirados" a la vía principal.

Al efectuarse la inspección de los cambios en la vía principal, ésta se iniciará a partir de la punta de agujas en dirección al sapo; se quitarán y revisarán con todo cuidado las varillas de cambio No.1 y No. 2, la barra de conexión y los pernos que la unen con la varilla No. 1, éstos últimos se limpiarán perfectamente y se observará si quedan ajustados en los agujeros y si éstos no están abocardados; se comprobará también si las varillas No. 1 y No. 2 no están vencidas por efecto de algún descarrillamiento pues en este caso se pone en peligro el movimiento correcto del cambio recomendándose que se proceda de inmediato a relevar la pieza o piezas defectuosas que lo necesitan; es importante recordar que al llevarse a cabo este tipo de inspecciones se deberá clavar el cambio antes de desconectar las varillas de cambio y la barra de conexión o bien se protegerá el tramo con abanderados hasta en tanto no se coloquen las piezas en su lugar; en la Fig. No. 46 se muestran las varillas No. 1, No. 2 y la barra de conexión con los agujeros abocardados y agrietados, encontrándose vencida la varilla No. 1

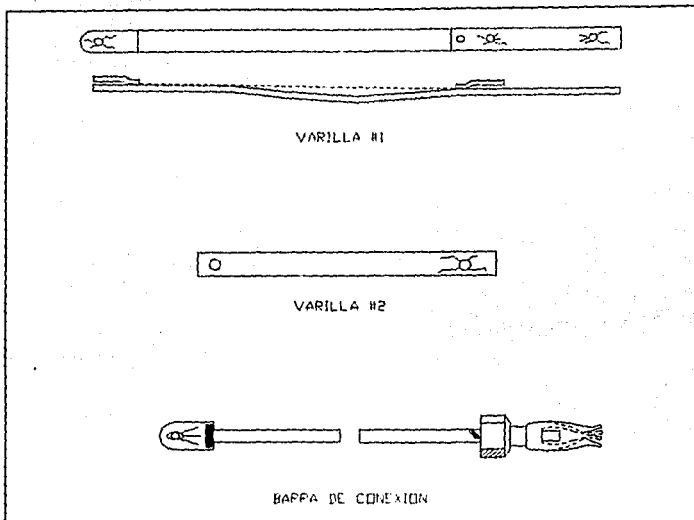


FIG. No. 46

Al inspeccionarse las placas corredera y las silletas de refuerzo se comprobará que por cada lado de la vía exista la cantidad reglamentaria, se comprobará que tanto las placas como las silletas estén bien ajustadas, que no estén rotas o vencidas y que en el caso particular de las placas de cojin éste no esté gastado, las placas se deberán mantener limpias de tierra, basura, arena, etc., y perfectamente bien engrasadas para permitir el libre movimiento de las agujas.

En la Fig. No. 47 se muestra el caso de placas corredera vencidas o rotas y con el cojin gastado y por lo que respecto a las silletas se puede observar que no ajustan perfectamente al riel por encontrarse vencidas obligándose al clavo a quedar zancón.

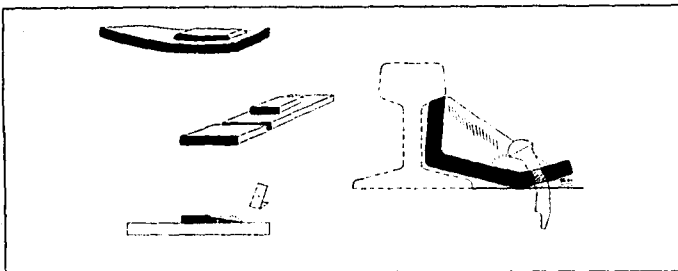


FIG. No. 47

En el caso de encontrarse las placas y silletas como aparecen en la Fig. No. deberán ser relevadas ya que cuando las placas corraeras están vencidas o rotas, puede dar lugar a que las agujas queden bajas con respecto al riel de la vía principal, o secundaria, con peligro de originar un accidente, y en el caso de la silletas podrá abrirse la vía con posibilidad de que los rieles se viren a consecuencia del empuje de las ruedas.

La parte de las agujas que está más expuesta a desgaste o fractura es la punta, ya que recibe directamente el impacto o golpeo de las ruedas sobre todo cuando no están protegidas en protectores para agujas.

El desgaste en la punta de las agujas como ya hemos dicho se origina por el rozamiento constante de las cajas de las ruedas de los carros y la punta de la aguja y para evitarlo o reducirlo se emplean los protectores de agujas.

A pesar de la protección que llega a darse a las agujas al desgaste puede ser a veces muy rápido y su origen obedece a diferentes causas: en primer lugar puede suceder que la aguja no esté bien protegida por el doblar del riel de apoyo, ya sea porque el doblar no está efectuado correctamente, o bien porque la aguja no se colocó en suposición de acuerdo con los planos tipo.

En la Fig. No. 48 y en el caso "A" la aguja está colocada exactamente frente al doblar del riel y por lo tanto no tiene ninguna protección ya que el escantillón de la vía ha quedado disminuido o reducido por el espesor de la punta de la aguja, existiendo el peligro no sólo de que se desgaste si no de que alguna caja llegue a montar sobre la punta de la aguja y se origine un accidente; en el esquema "B" aún cuando la aguja está colocada atrás del doblar, no está perfectamente bien alineada y por lo tanto la punta está expuesta a un desgaste rápido; finalmente en el esquema "C" la punta de la aguja está a 0.208 metros (8" 3/16) del doblar de manera que está perfectamente bien protegida y por lo tanto no sufrirá ningún desgaste por este motivo.

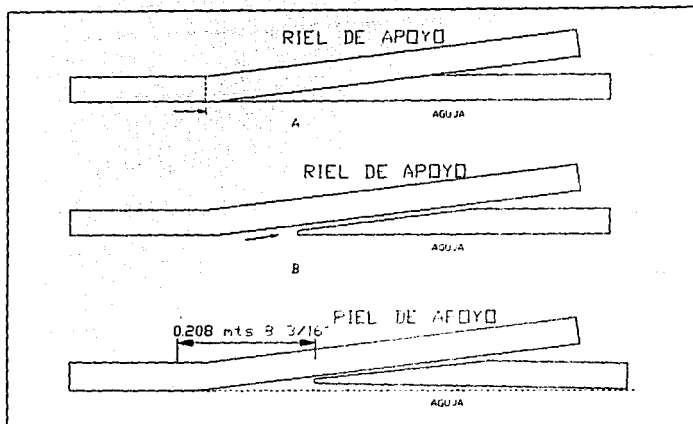


FIG. No 48

Cuando las agujas se encuentran colocadas en los corta vías o bien en una curva, sobre el lado de cierre del cambio, también se producen desgastes bastante rápidos debido a que las cejas de los carros rozan constantemente con la punta de la aguja y además se recargan sobre ella, en estos casos es recomendable que el personal de vía inspeccione mas a menudo estos cambios ya que la aguja gastada deberá relevarse lo más rápidamente posible.

En la Fig. No. 49 se muestran esquemáticamente los dos casos anteriores; para el cortavía, las agujas que permanecen en contacto con el riel de la vía principal sufren un mayor desgaste originado por el rozamiento constante de las cejas de las ruedas al cambiar éstas de dirección y ejercer presión sobre las agujas indicadas con las letras "A" y "B"; si el cambio se localiza en una curva, las cejas de las ruedas se recargarán sobre el riel exterior y por consiguiente sobre la aguja "C", dando lugar a que ésta se desgaste rápidamente.



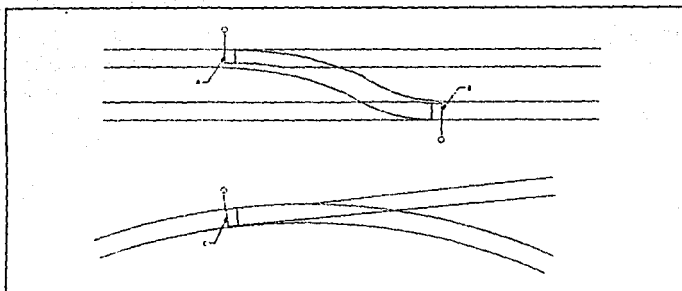


FIG. No. 49

Independientemente de las causa que originan el desgaste excesivo en las agujas, es importante determinar hasta qué limite debe aceptarse una aguja gastada, tomando en consideración su forma y reforzamiento por medio de solerás, así como la altura de las cajas de las ruedas que son las que provocan el desgaste. Al desgastarse la punta de la aguja puede tomar la forma que se indica en la Fig. No. 49 de manera que al rebajarse la punta de la aguja por efecto del desgaste, disminuye su espesor o grueso y por consecuencia se altera el escantillón de la via en este lugar ensanchándose en una medida igual a la disminución que haya sufrido la aguja en su grueso.

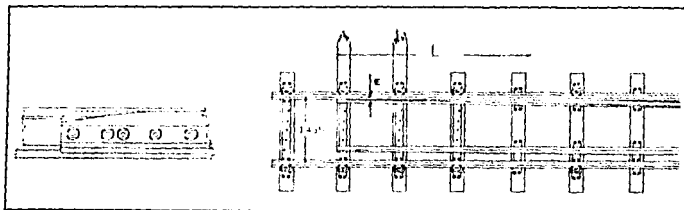


FIG. No. 50

En la misma Fig. No. 50 el desgaste tiene una longitud "L"; esta longitud puede ser variable de acuerdo con las condiciones bajo las que este trabajando la aguja y lo mismo podemos decir de la reducción en el espesor o grueso "E", la cual mientras más pequeña sea, mayor será la abertura del escantillón.

Tomando en cuenta lo anterior, una aguja gastada podrá continuar en servicio siempre que:

1.-) El desgaste no sea suficiente como para permitir que las cejas de las ruedas de los carros monten sobre la aguja.

2.-) Que el espesor "E" de la punta de la aguja resista o sea suficiente para resistir el golpeo de las ruedas sin que se rompa la aguja o se agriete.

3.-) Que el escantillón de la vía al ensancharse por efecto del desgaste de la aguja no represente un peligro para el tráfico de los trenes.

Estas recomendaciones son de carácter general, de tal manera que solo la inspección constante de los cambios por parte del ingeniero Residente o del Jefe de Vía podrá determinar en cada caso el límite de aceptación de una aguja gastada para continuar en servicio o bien para ser relevada de inmediato.

En el caso de las agujas rotas ó despuntadas, podemos decir que de hecho no existe ninguna tolerancia ya que una aguja en estas condiciones debe ser retirada del servicio lo más rápidamente posible, o bien, proteger el cambio con orden de precaución mientras se retira como lo previsto por las Normas Vigentes, por su condición de aguja despuntada representa un peligro para el tráfico y puede ser motivo de accidente.

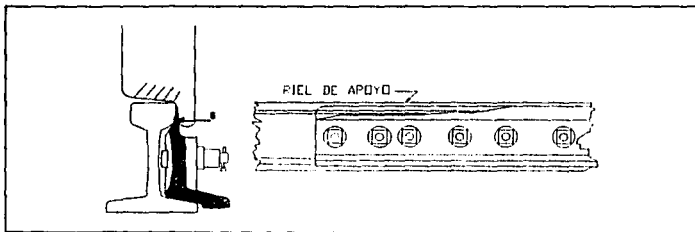


FIG. No. 51

En la Fig. No. 51 se muestra esquemáticamente una aguja despuntada y apoyada al riel de la vía principal, con esta aguja y precisamente en el punto "A" la caja de una rueda podrá montarse sobre ella hasta llegar a la banda de rodadura del riel de apoyo, es decir, que la propia aguja servirá de descarrilador y por consiguiente se provocará un accidente.



Independientemente de las inspecciones a que nos hemos referido a todas y cada una de las partes de los árboles de cambio, se recomienda que diariamente y durante el recorrido se compruebe si las palancas de los árboles de cambio se encuentran bien aseguradas, ya sea por medio de ganchos en el caso de vías secundarias o por candados de cambio cuando los árboles están colocados en la vía principal. Durante estos recorridos también se deberá observar la posición de las banderas de cambio, es decir, si están correctamente colocadas respecto a la posición de las agujas, es decir si las agujas están alineadas a la vía principal o sea cuando el cambio está cerrado, se deberá ver perfectamente el disco blanco y negro de la bandera estando una persona parada frente a las agujas o mirando el sapo de las agujas, y cuando las agujas están tiradas al cambio o vía secundaria, entonces se deberá ver la fecha de la bandera roja como se muestra en la Fig. No. 52.

Durante la inspección se deberán de observar cuidadosamente las condiciones de los engranes, piñones, pernos y de todas las piezas sujetas a desgaste o rotura, para lo cual se deberán limpiar todas y cada una de las partes del mecanismo y golpearse con un martillo pequeño para comprobar si están o no en buenas condiciones, además con la ayuda de un espejo se podrán observar las piezas interiores de los árboles y conocer si están o no en buenas condiciones.

En el caso de los árboles de cambio alto se examinará la cubierta y se comprobará si ésta o no bien ajustada, si las ranuras o muescas del plato no están gastadas y permiten el ajuste correcto de la palanca (liba) y por consiguiente si al estar cerrado el cambio no hay ningún movimiento en las agujas; se inspeccionará el resorte para comprobar si está o no roto y lo mismo se hará con el soporte del resorte; se comprobará el ajuste entre la base del vástago y la barra de conexión para saber si no hay juego que permita el movimiento de las agujas, se comprobará si el collarín está en buenas condiciones y si cuando está colocado el candado de cambio no se mueve la palanca o liba; también se comprobará si el tornillo con ojo o birlo está en buenas condiciones y su cuerda no está berrida ya que éste nos sirve para ajustar las agujas del cambio.

En la Fig. No. 53 se muestra esquemáticamente todas y cada una de las partes antes citadas, señalándose con una flecha aquéllas que tienen algún defecto de los mencionados en este párrafo.

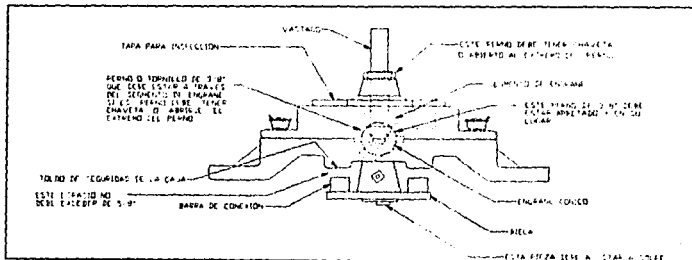
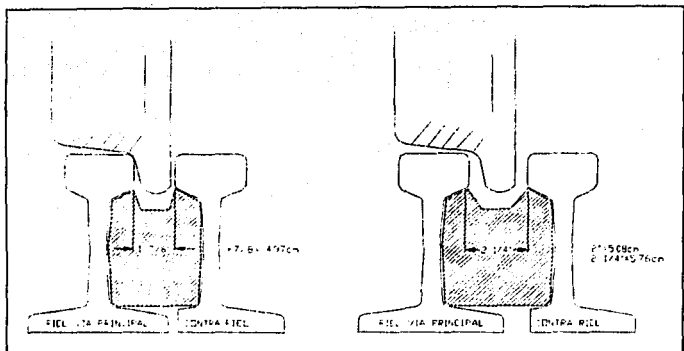


Fig. No. 53



**Fig. No. 54**

Por lo que respecto a los contraríes, éstos por efecto del paso de las ruedas de los carros sufren un desgaste al rozar la parte interior de la rueda con la cara interior del hongo del riel del contraríel y por lo tanto la distancia reglamentaria entre riel y contraríel que es de  $1\frac{7}{8}$ " se va perdiendo por efecto de desgaste y se ensancha la separación hasta llegar a tener 2" o mas. En estas condiciones también es necesario determinar este límite se puede aceptar el desgaste del contraríel y este límite será aquel que corresponda al monto en que se observe que las cejas de las ruedas empiezan a rozar o gastar el diamante del sapo con peligro de romperlo y dar lugar a que alguna ceja defectuosa se monte y provoque un accidente.

En la práctica este límite puede variar 2" y  $2\frac{1}{4}$ ", sin embargo, la inspección a los contraríeles y sapos determinará el criterio en el sentido de relevar ó no el contraríel o contraríeles gastados.

En la Fig. No. 54 se muestra un contraríel con la separación reglamentaria y otro gastado y con separación de  $2\frac{1}{4}$ " por haberse gastado la cara interior del contraríel señalándose con líneas punteadas su perfil original.

Uno de los objetos de colocar los contraríeles como lo indican los planos tipo es el de guiar las ruedas cuando éstas pasan sobre el sapo y evitar que lleguen a rozar o golpear el diamante; pero cuando se produce el desgaste del contraríel y aumenta la separación como lo hemos indicado en la Fig. No. 54 las ruedas empiezan a rozar y golpear el diamante del sapo gastándolo por uno o ambos lados con peligro para el tráfico de los trenes.

En la Fig. No. 55a se muestra el caso del contrariel de la vía principal cuya separación es de  $2\frac{1}{4}"$  y el contrariel de la vía secundaria tiene una separación de 2", en los dos casos las ruedas rozarán el diamante del sapo pero éste sufrirá un mayor desgaste en el lado correspondiente a la vía principal, indicado con la letra "A" y en cambio, por el lado de la vía secundaria el desgaste se efectuará en el punto indicado con la letra "B".

A consecuencia de estos desgastes la punta práctica del sapo marcada con la letra "C" se irá gastando en dirección del punto "D".

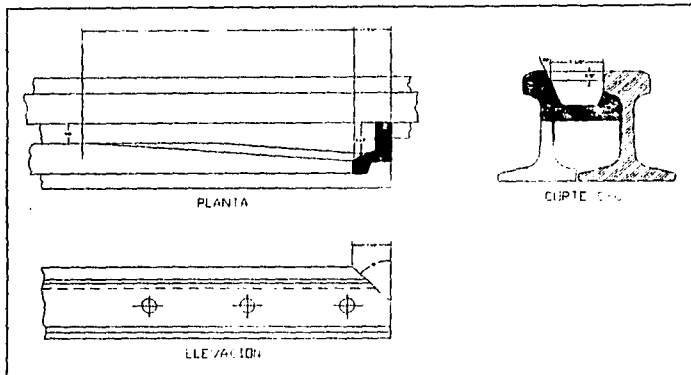


Fig. No. 55

Por lo que se refiere al sapo y los contraríeles también existen medidas que deberán conservarse y son: la distancia del lado del escantillón del sapo a la cara del contrariel donde pasa la caja de la rueda, esta distancia deberá ser de 1,387 metros ( $4'-6\frac{5}{8}"$ ) para la vía ancha, por lo que respecto a la separación del contrariel y del riel de la vía principal o secundaria, será de ( $1-7/8"$ ), respecto a esta última medida es conveniente aclarar que cuando el escantillón de vía se ensancha en las curvas, la separación entre el contrariel y el riel de apoyo también deberá ensancharse en la misma cantidad; así por ejemplo, si el escantillón de la vía principal se ensancha en 2.5 mm, la separación del contrariel y el riel se aumentará en los mismos 2.5 mm.

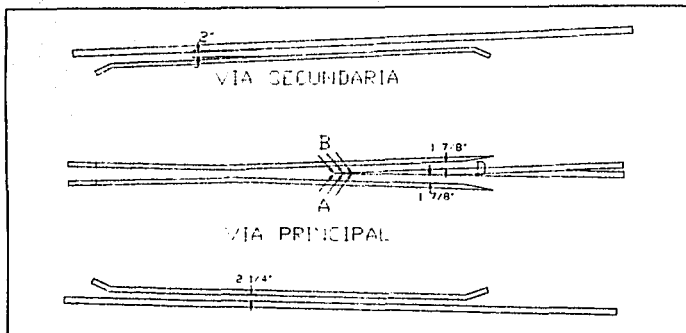


FIG. No. 55a

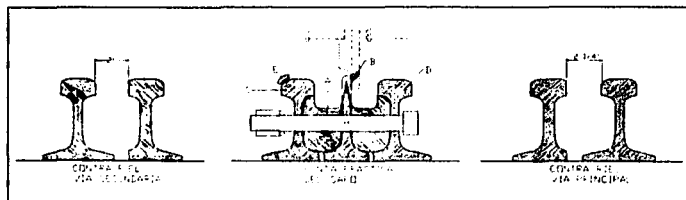


FIG. No. 55

En la Fig. No. 55 se muestra esquemáticamente una sección transversal de la punta práctica de un sapa, así como de los contrarieles de la vía principal y de la vía secundaria; con la letra "A" se muestra el perfil original del diamante del sapa y con la letra "B" el perfil del diamante del sapa y con la letra "C" y "D" se han marcado los contrarieles del propio sapa, entre éstos y el diamante se tienen los empaques "E" y "F", quedando unidas todas estas piezas por el perno "H". Al desgastarse los contrarieles de la vía principal y la secundaria y tener una separación de 2" Y 2 1/4" como se muestra en la misma Fig. No. 55 el diamante del sapa se gastará quedando el perfil marcado con la letra "B" y por consiguiente tendrá menor espesor y quedará más bajo con respecto a los rieles

"C" y "D", de tal manera que la rueda que pasa sobre este sapo le pegará al diamante y muchas veces podrá tocar el empaque "F" o el empaque "E" con peligro para la seguridad de los trenes.

Otras veces el diamante del sapo no sólo experimenta el desgaste en la punta sino que también sufre un aplastamiento sobre la banda de rodamiento; esto puede observarse sobre movimiento para la formación y despacho de los trenes.

En la Fig. No. 57 se muestra esquemáticamente la zona de un sapo cuyo diamante tiene un aplastamiento comprendido entre el punto "A" o sea la punta práctica y la línea "B-C" próxima a la pieza de elevación de ruedas. Este hundimiento o aplastamiento puede ser originado por el tráfico como ya se indicó antes o bien se puede deber a que el riel que forma el diamante tenga algún defecto interior como lo hemos señalado al hablar de la manufactura de rieles.

Si el aplastamiento tiene como origen algún defecto interno del riel, el sapo deberá ser cambiado de inmediato para evitar que llegue a romperse y provoque algún accidente; en el caso de que aplastamiento sea debido al tráfico, entonces se deberá proceder a rellenar con soldadura de alta resistencia y esmerilar la parte gastada con la intervención de personal especializado en esta clase de trabajos. Quienes durante sus inspecciones determinen, de acuerdo con la profundidad del desgaste y su origen el sapo deberá ser relevado del servicio o reconstruido por medio de la soldadura.

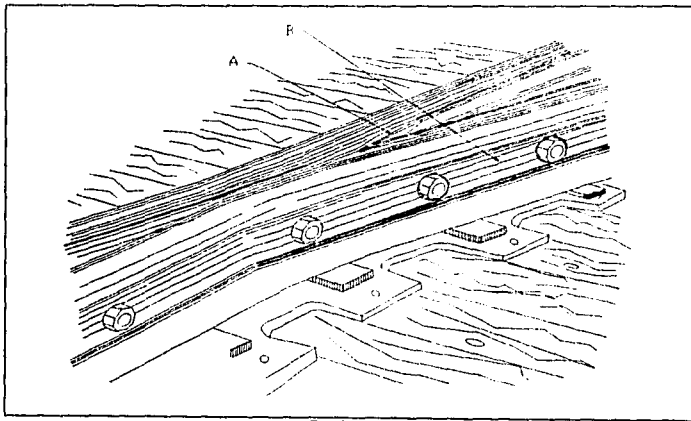


FIG. No. 57



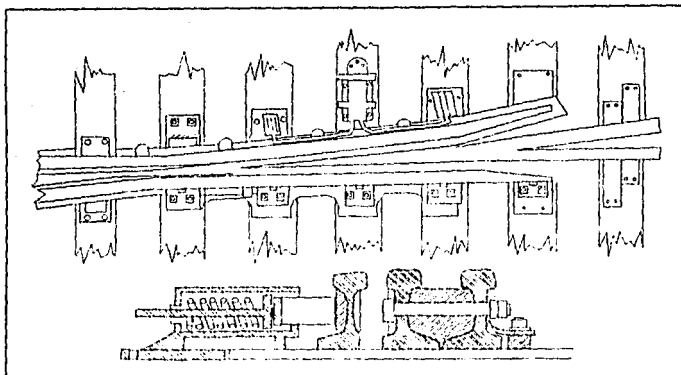


FIG. No. 58

En el caso de los sapos de resorte como ya lo indicamos antes es muy importante conservar en buenas condiciones el movimiento de la pata móvil para lo cual los resortes deberán mantenerse perfectamente bien lubricados, sin que tengan tierra o basura y se comprobará que no estén rotos o vencidos pues de lo contrario al moverse la pata al paso de una rueda se puede dar el caso de que ya no regrese a su posición original, lo que hará que las ruedas que sigan a la primera golpeen el diamante del sapo y lo rompan..

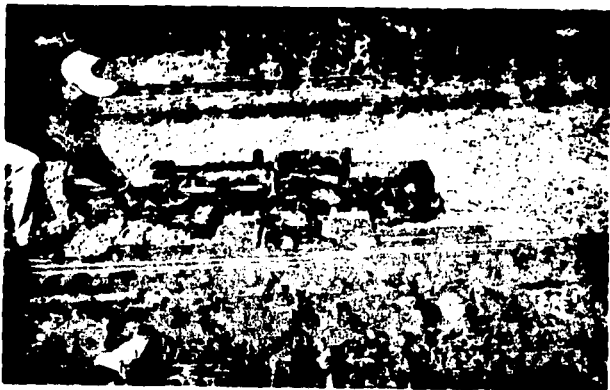
En la caja de resortes se deberán tener invariablemente dos resortes concéntricos, es decir, de diferente diámetro y uno dentro del otro. Si uno de ellos se rompe, el otro no tiene la suficiente fuerza para obligar a la pata móvil a regresar a su posición original, quedando un espacio entre ella y el diamante del sapo.

En la Fig. No. 58 se muestra el caso de un sapo de resorte cuya pata móvil está abierta por tener uno de los resortes rotos y por lo tanto su separación con respecto al diamante del sapo mayor, además al pasar las ruedas de los carros ya no existirá una continuidad en la banda de rodamiento como se muestra con la letra "A" y en este caso el diamante quedará expuesto a ser golpeado por las ruedas y sufrir un mayor desgaste y en consecuencia nos obligará a cambiarlo más rápidamente.

En general, en todos los sapos ya sean rígidos o de resorte, deberán inspeccionarse con todo cuidado todas y cada una de las piezas que lo forman y ordenar el relevo o cambio de aquellas que se encuentran vencidas o rotas y además las partes móviles se deberán mantener libres de tierra y basura que impidan su libre movimiento. También se comprobará la nivelación de los sapos pues en el caso de los de resorte, una nivelación defectuosa o la existencia de golpes frente a las manos ó pierna del sapo puede dar lugar a que se levante la pata móvil con peligro para la seguridad de los trenes.

El Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras de la Regla 607 hasta la Regla 620 y las 345 y 346 establecen las normas para la colocación y conservación de los cambios, inspección de las agujas, de los árboles de cambio, la colocación de estos, la colocación de los contrarietes, etc. sin descuidar lo indicado. De tal manera se deberán repasar y tener presentes las reglas señaladas sobre todo para conocer las medidas y distancias que en ellas se mencionan.

Para llevar a cabo la conservación de las máquinas de cambio se ha de realizar la operación automática del árbol, es decir, deberá comprobarse el listado de los engranes, pernos, tornillos y además lo más importante será verificar el tiempo de operación, el cierre de las agujas deberá de efectuarse de 10 a 13 segundos de no ser así se inspeccionará la caja que contiene la mezcla de aceite de resino y alcohol de madera en proporción de 80 y 80 para cada uno de los elementos citados y se verificará el nivel de dicha mezcla; si este no es el correcto se adicionará la cantidad necesaria hasta alcanzar el nivel que marca la caja. También se deberá comprobar si el paso de la mezcla a través de los orificios que separan lo dos compartimientos de la caja es lento ó rápido y en su caso se podrá graduar dicho paso mediante el movimiento de los tornillos de ajuste hasta lograr el cierre de las agujas se haga dentro del tiempo antes mencionado.



ver anexo 5

## CAPITULO No. V.

### RECOMENDACIONES

En la instalación de Juegos de Cambio debemos tener presente, la localización como uno de los puntos más importantes, ya que hay que tener cuidado próximo a una curva vertical, horizontal, cruceo vehicular o una alcantarilla.

En la actualidad el concepto de cambio o la teoría del cambio, sea aplicado a otros accesorios de vía, como cruceos a nivel entre vías (sapos) y a descarriladores (juego de agujas y árbol).

En los capítulos anteriores se hizo hincapié a las recomendaciones anteriores, en especial al hecho de colocar el juego de cambio en curva, la razón es diseño del sapo, contiene una superficie de rodamiento recto, ocasionando un golpe en el sapo aunado a la sobre-elevación de la curva.

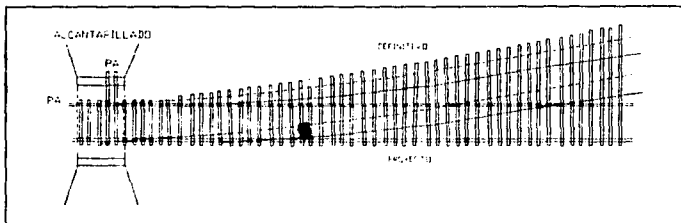


FIG. No. 59

Para el caso de tener una alcantarilla abajo de la P.A. se debe de tener cuidado, dado que los durmientes 1 y 2 (cabecales) son más largos (7" x 9" x 15"), en estos durmientes se coloca el árbol de cambio ó la máquina de cambio que a estar próximo o sobre la alcantarilla estos quedarían en banda, presentando inseguridad al personal de transporte, que opera manualmente los cambios.

En el caso de los cruces vehiculares a nivel, son cubiertos ó rellenados hasta el nivel del hongo de riel, con balasto, Screeng, concreto asfaltado ó hidráulico, esto ocasionaría que las agujas del cambio no tengan movimiento alguno, esto quiere decir que el cambio no operaría adecuadamente.

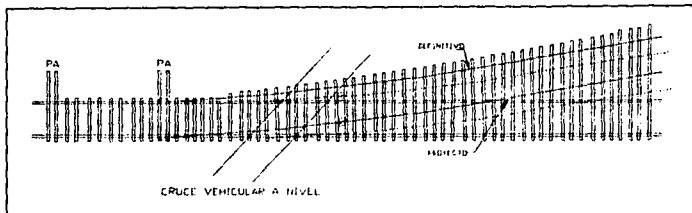


FIG. No. 60

El exceso de tráfico de trenes a lo largo de tramos de vía, induce a que se instalen juegos de cambio para unir vías principales, formando así lo que se llama cortavías. Su instalación se regirá de acuerdo a la tabla de cortavías, se debe de tener cuidado en no colocarlos en curva y próximo a un puente, sobre alcantarillas, y en cruces vehiculares a nivel y conservar una distancia mínima de 18.0 mts. entre la punta de agujas más próxima.

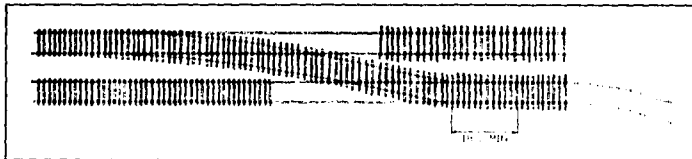


FIG. No. 61

Cumplir con los lineamientos observados en los planos tipo, donde se hace hincapié a la distancia mínima que se debe de respetar, de las planchuelas más próximas de la P.A., así como mantener

una abertura de 4 3/4" entre el riel de apoyo y las agujas, aunado a la acción de abrir y cerrar el cambio (movimiento de las agujas) lo más suavemente posible.

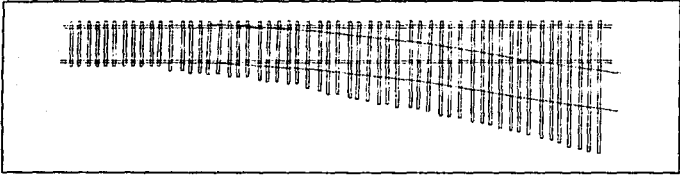


Fig. No. 62

## INSPECCION

Cada semana se verificará el funcionamiento del cambio.

Cada mes se inspeccionará el herraje del cambio.

Cada 6 meses se inspeccionará el mecanismo del árbol de cambio, si tiene máquina de cambio, coordinados con el personal de señales, se ajustaran las agujas y barras, de operación, control y detectora.

Cada semana se lubricarán los juegos de cambio, el personal encargado de este trabajo limpiará las impurezas de las placas correderas de las agujas y posteriormente, colocará o rociará una mezcla de Grafito y Merocena accionando el árbol de cambio para abrir o cerrar las agujas, impregnándose así toda la placa.

El mantenimiento correctivo es aquel en el cual hay que reemplazar lo elementos dañados o defectuosos, que pueden llegar a ocasionar un accidente, cuando pasen los trenes teniendo consecuencias mayores. Básicamente este mantenimiento consiste en: Cambiar las agujas defectuosas, las barras de conexión, las varillas de la 1 a la 5, los sapos, árboles de cambio, talones de agujas, contra-rieles, rieles de apoyo y accesorios de vía.

Por otro lado cuando se tengan juegos de cambio en zonas extremosas, donde existan arena y nieve, en cada caso se le dará un tratamiento diferente a la ya expuesto con anterioridad.

Para los lugares donde hay bastante arena los juegos de cambio no se lubrican, por que al estar el aceite en contacto con la arena forman un abrasivo, que puede llegar a dañar grandemente a las placas correderas e impedir el movimiento de las agujas.

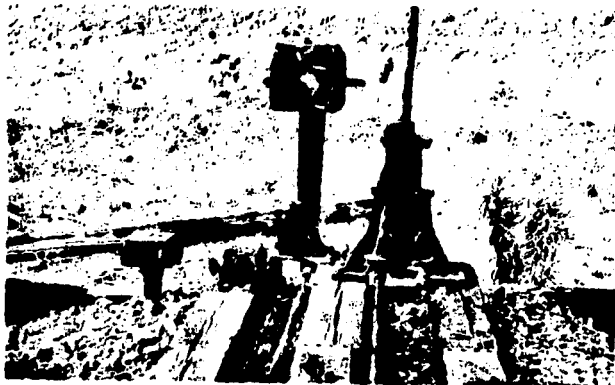
Por otro lado donde se presentan nevadas el problema se agrava, por que al caer la nieve sobre el juego cambio, está se empieza a endurecer, ocasionando que las agujas no operen (abran ó cierren), en estos casos se recomienda tener calentadores de gas butano o diesel y al personal de este al pendiente de prenderlo y apagarlo.

En la actualidad en los Estados Unidos, se tienen calentadores que se prenden y apagan de control remoto desde la oficina de despacho y para suministrar el gas, se enterra un tanque de gas lo más próximo al cambio con el fin de no tener problemas con el suministro.

Para la inspección de los árboles de cambio automáticos se lleve a cabo con mayor precisión y se pueda corregir los defectos de su funcionamiento, se recomienda que los jefes de vía o los ingenieros residentes tengan los catálogos de operación y mantenimiento de este tipo de máquinas e instruir al personal a su cargo.

En términos generales, podemos decir que siempre que sea posible, los árboles de cambio que se coloquen en la vía principal irán del lado donde queda la aguja apoyada en el riel de la vía principal, o sea del lado del cierre y la palanca del árbol de cambio quedará del lado del sape.

Independientemente de las inspecciones a que nos hemos referido en los árboles de cambio se recomienda que diariamente y durante el recorrido se compruebe si las palancas de los árboles de cambio se encuentran bien aseguradas, ya se por medio de ganchos on el caso de vías secundarias o por candados de cambio cuando los árboles están colocados en la vía principal durante éstos recorridos se deberá observar la posición de las banderas, es decir, si están correctamente colocadas con respecto a la posición de las agujas, es decir, si las agujas, están alineadas a la vía principal o sea, cuando el cambio está cerrado se deberá ver perfectamente el disco blanco y negro de la bandera estando una persona parada frente a las agujas o mirando al sol cuando las agujas están tiradas al cambio o vía secundaria, entonces se deberá ver la flecha de la bandera en color rojo.



## **CONCLUSIONES.**

**Al egresar de la Universidad la posibilidad de trabajo son grandes y como es de suponerse desconocemos el ramo de las vías férreas casi en su totalidad por ende este trabajo tratará de orientar a futuros ingenieros en lo concerniente a la instalación de un juego de cambio en unavía de ferrocarril.**

**En general un juego de cambio como su nombre lo dice es el elemento que nos permite cambiar o salir de una vía principal a otra de menor o igual característica con la finalidad de no obstruir el flujo de tránsito en la actualidad en Europa y el Japón se encuentran instalados juegos de cambio del número 36 permitiendo a los trenes pasar de una vía a otra a una velocidad tres veces el número de cambio (100 Km/h).**

**Como se explicó en los capítulos anteriores es importante conocer los elementos que forman parte integral de los juegos de cambio.**

**El como localizar la punta de agujas, de un nuevo cambio y colocarse con una vía de ferrocarril, ocasionado por las necesidades de Servicio u Operación.**

**Realizar el mantenimiento periódico acorde con las inspecciones efectuadas y los elementos que lo constituyen.**

**Tener una coordinación con las áreas de Telecontrol y Catenaria para el caso de vías electrificadas, donde se tengan que realizar trabajo que los involucre.**

## **BIBLIOGRAFIA**

### **1 Ferrocarriles**

**Francisco Togno M.**

### **2 Historia del ferrocarril mexicano**

**Gustavo Baz y Eduardo L. Gallo**

### **3 Novena Reunión Nacional de Ingeniería de Vías terrestres bajo el tema las vías terrestres en el desarrollo de México efectuada en el puerto de Veracruz.**

### **4 Manual de capacitación de trabajadores de vía.**

**Ferrocarriles Nacionales de México**

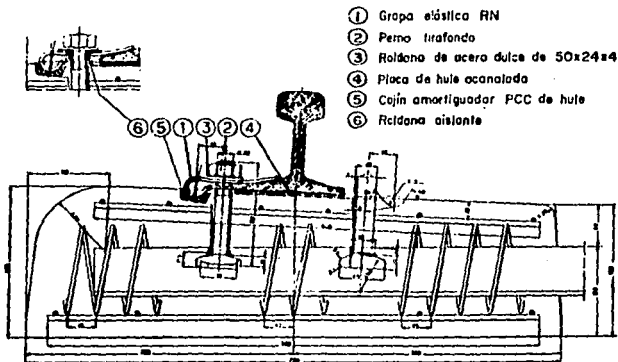
### **5 Instalación de Juegos de Cambio**

**Ferrocarriles Nacionales de México**

### **6 Reglamento de conservación de vía y estructuras**

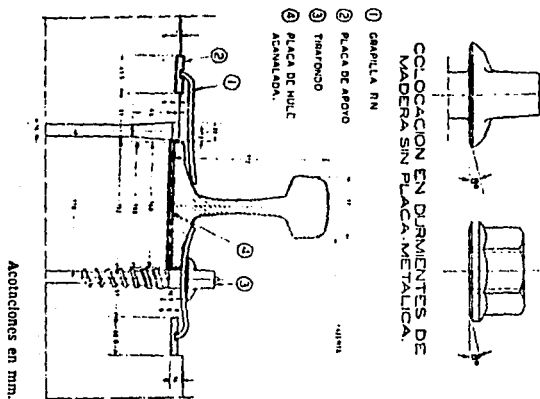
**Ferrocarriles Nacionales de México**





- ① Grapa elástica RN
- ② Perno irafondo
- ③ Roldano de acero dulce de 50x24x4
- ④ Placa de hule ocanalada
- ⑤ Cojin amortiguador PCC de hule
- ⑥ Roldana aislante

ESQUEMA DE CONJUNTO



COLOCACION EN DORMENTES DE MADERA SIN PLACA METALICA.

- ① CAPULLA RN
- ② PLACA DE APOYO
- ③ TIRAFONDO
- ④ PLACA DE HULE ACANALADA.

Acotaciones en mm.

T A B L A II

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA BALASTO

CARACTERISTICAS	CALIDAD RECOMENDABLE
Granulometría.	Según cuadro A.
Equivalente de Arena. ( Para partículas menores de 4.76 mm. )	80% mínimo.
Desgaste Los Angeles.	40% mínimo.
Indice de durabilidad.	35% mínimo.
Intemperismo acelerado.	10% mínimo.
Partículas angulosas.	60% mínimo.
Peso Volumétrico Seco Máximo. ( Para escoria de alto horno ).	1,100 Kg/m <sup>3</sup> mínimo.

TIPO	POR CIENTO EN PESO QUE PASA LA MALLA DE									
	76.1 mm 3"	64.0 mm 2 1/2"	50.8 mm 2"	38.1 mm 1 1/2"	25.4 mm 1"	19.0 mm 3/4"	12.7 mm 1/2"	9.51 mm 3/8"	4.76 mm Malla Num. 4	2.38 mm Malla Num. 8
1	100	90 - 100	---	25 - 60	---	0 - 10	0 - 5	---	---	---
2		100	95 - 100	35 - 70	0 - 15	---	0 - 5	---	---	---
3			100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	---	0 - 5	---	---
4				100	90 - 100	40 - 75	15 - 35	0 - 15	0 - 5	---
5				100	95 - 100	---	25 - 60	---	0 - 10	0 - 5

CUADRO A: GRANULOMETRIA DEL BALASTO.

FALLA DE ORIGEN

T A B L A III

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA SUB-BALASTO.

CARACTERISTICAS	CALIDAD RECOMENDABLE.
Granulometría	Según figura -
Límite líquido	40% máximo.
Índice de plasticidad.	20% máximo.
Contracción lineal	6% máximo.
Valor relativo de soporte estándar.	30% mínimo
Equivalente de arena.	30% mínimo
Compactación	100% P.V.S.M.

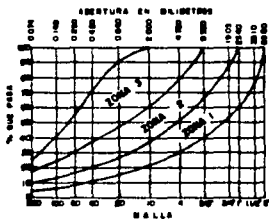


Fig. 4 Curvas granulométricas para Sub-balasto.

FALLA DE ORIGEN

T A B L A IV

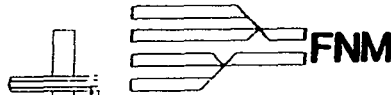
REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA SUB-BASANTE.

CARACTERISTICAS	CALIDAD RECOMENDABLE
Tamaño máximo.	75 mm.
Límite líquido	50% máximo.
Índice de Plásticidad.	30% máximo.
Valor relativo de soporte estándar.	15% mínimo.
Compactación.	100% P.V.S.M.

T A B L A V

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA TERRACERIAS

CARACTERISTICAS	CALIDAD RECOMENDABLE
Tamaño máximo.	2,000 mm. $\pm$ 0.5 del espesor del terraplén.
Límite líquido.	60% máximo.
Índice de plásticidad.	30% máximo.
Valor relativo de soporte.	10% mínimo.
Compactación.	95% P.V.S.M o Bandedo.

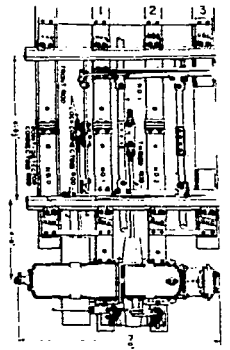


FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
 GERENCIA DE VIA Y ESTRUCTURAS  
 SECCION MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

GERENTE DE VIAS ESTRAS.  
 ING. GONZALO RIVERA DIAZ

JEFE DEPTO. CONSV. DE VIA.  
 ING. MIGUEL MARRAZA M DEL C.

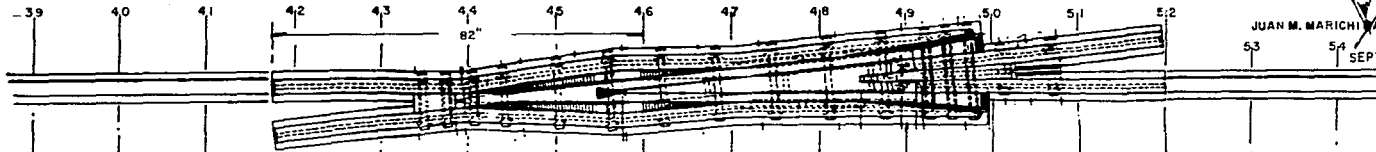
**JUEGO DE CAMBIO Nº 10 CON SAPO INSERTO DE ACERO MANG. Y AGUJAS DE ELEV. GRADUAL DE 16'-6" DE LONG. CON AISLAMIENTO, PARA RIEL DE 136 Lbs./Yd. SECCION R.E.**



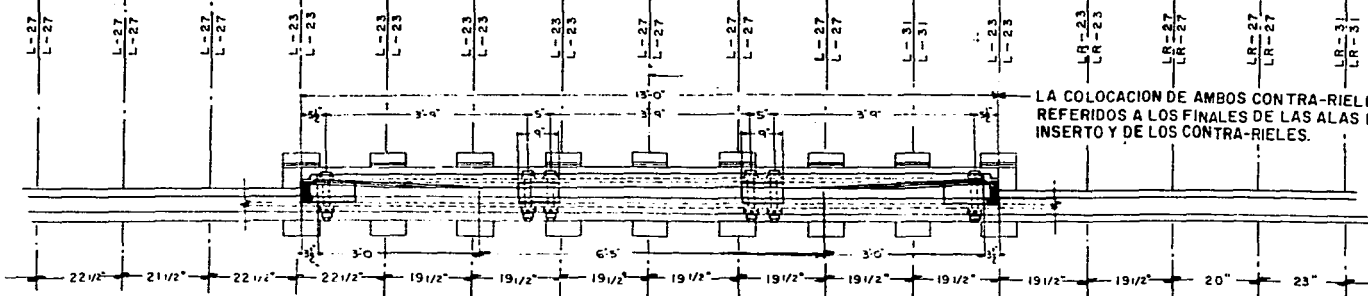
ESTE DIBUJO MUESTRA LA PARTE MEDIA DE LA VIA EN LA ZONA DE AGUJAS, PARA LA COLOCACION DE LAS PLACAS CORREDERAS DE ELEVACION GRADUAL Y PLACAS GEMELAS, DESPUES DEL TALON DE AGUJAS. CUANDO SE REQUIERA SUBSTITUIR LAS PLACAS NUMEROS 0, 16 AISLADA DE ESCANTILLON Y 1A, POR LAS Nº 0, Nº 1 Y Nº 2 (LAS QUE SE MUESTRA EN EL CROQUIS DE LA MAQUINA DE CAMBIO) TAMBIEN DEL TIPO AISLADO, DEBEN DE RESPETAR EL ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES Y LA COLOCACION DE LAS AGUJAS Y OREJAS.

PROYECTO: MAQUINA DE CAMBIO  
 ING. MIGUEL MARRAZA BERNALDEZ  
 JEFE SECC. MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD.  
 FORMULO: JUAN M. MARICHI BARRERA

JUAN M. MARICHI BARRERA  
 53 54  
 SEPT. 26 DE 1994.



DISTRIBUCION DE DURMIENTES Y PLACAS GEMELAS EN LA ZONA DEL SAPO INSERTO # 10, PARTIENDO DE LA BOCA DEL SAPO A LA DISTANCIA DE 82" LA QUE SERA EL CENTRO DEL PRIMER DURMIENTE Y APOYO DE DISTRIBUCION EN LAS RESTANTES.



LA COLOCACION DE AMBOS CONTRA-RIELES ESTARAN REFERIDOS A LOS FINALES DE LAS ALAS DEL SAPO INSERTO Y DE LOS CONTRA-RIELES.

NOTA - EL COMPLEMENTO PARA LA COLOCACION DE ESTOS HERRAJES DE CAMBIO SON: - 104 PZAS. PLACAS DE ASIEN TO HS-6 0,312 PZAS. GRAPILLAS RNY-SR 2 EL AST.Y 738 PZAS. TIRAFONDO JAB 23.173.

DIBUJO: JUAN M. MARICHI B

**LINEA MEXICO - QUERETARO**  
**DOBLE VIA ELECTRIFICADA AQ y BQ**  
*Escantillón de 1.435 m*

**B - NORMAS FRANCESAS**

**1 - CONSERVACIÓN DE SOBRE ELEVACIÓN**

Discrepancia de  $\pm 10$  mm. en troncales o vías principales.  $\pm 1.0$  mm

Discrepancia de  $\pm 20$  mm. en laderos o vías de circulación y vías secundarias.  $\pm 2.0$  mm

**2 - ALABEO (base 3 m)**

V  $\leq$  60 Km/h : 18 mm.  $\pm 1.8$  mm

V  $\leq$  80 Km/h : 15 mm.  $\pm 1.5$  mm

V  $\leq$  100 Km/h : 12 mm.  $\pm 1.2$  mm

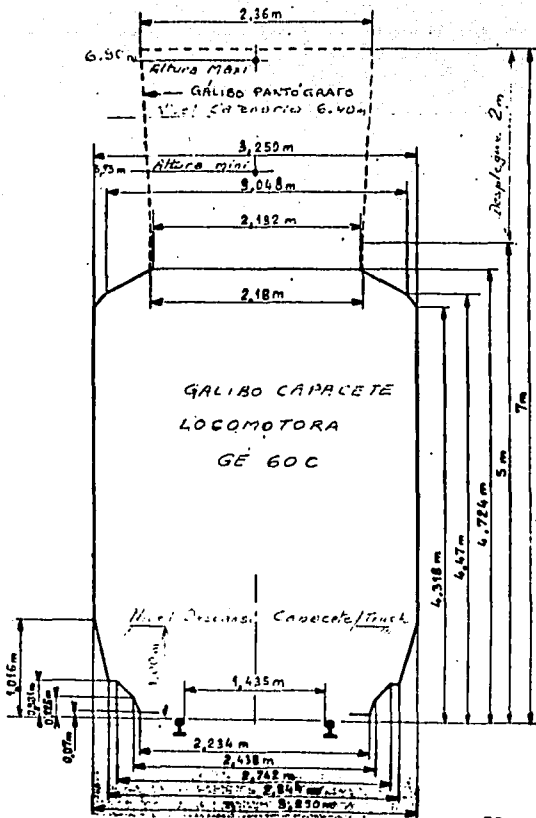
**C - NORMAS PROPUESTAS PARA LA DVE MQ**

1.- Concepto de tendido o rehabilitación

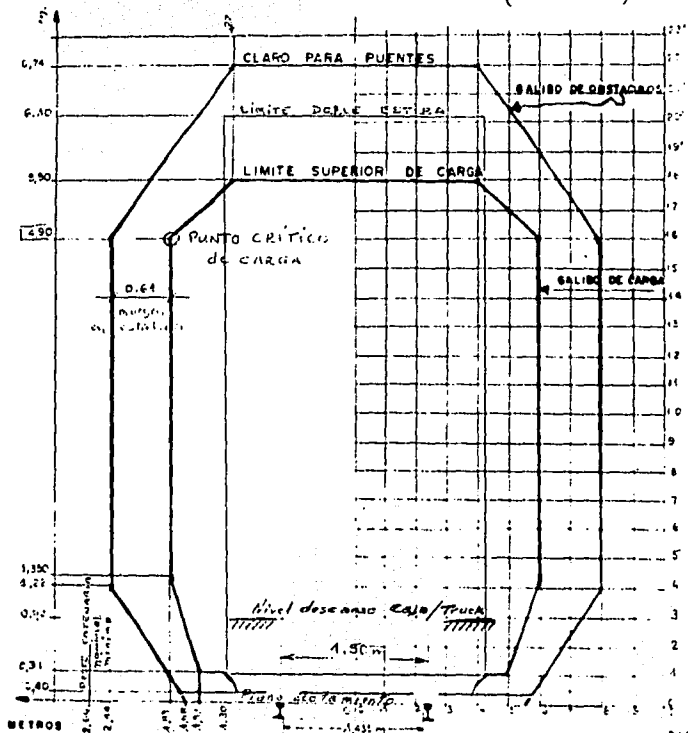
2.- Concepto de conservación o mantenimiento  
 en vías troncales

TOLERENCIA en mm	1	2
1.- ALINEAMIENTO (cuerra 10 m)	$\pm 2$	$\pm 5$
2.- NIVELACIÓN (cuerra 10 m)	$\pm 2$	$\pm 5$
3.- ALABEO CORTO (base 3,5 m)	5	15
4.- SOBREELEVACIÓN	$\pm 5$	$\pm 10$
5.- ESCANTILLON	$\pm 2$	$\pm 4/2$

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS  
VIA - LOCOMOTORAS



## GÁLIBO DE OBSTÁCULOS GÁLIBO DE CARGA (ESTÁTICO)

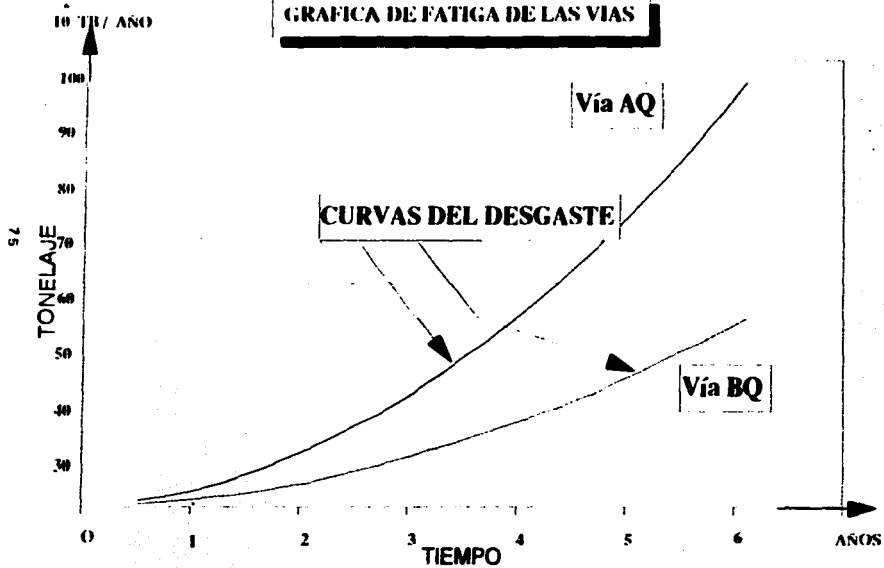




# MEXICO - QUERETARO

DVE / MQ

GRAFICA DE FATIGA DE LAS VIAS



**PRESUPUESTO**

**AÑO 1995**

**MEXICO - QUERETARO**

**MANTENIMIENTO DE VIA DEL SISTEMA ELECTRIFICADO**

ITEM	TIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	REEMPLAZO ANUAL (%)/Total	1995 (%)	
				AQ	BQ
<b>INSPECCION</b>					
Vigilancia				(h)	(h)
Supervisión				6280	5520
				17000	13000
<b>ESTRUCTURA</b>					
A - Reemplazo Rieles en Tangente.	115 lb/m	20	5.0	5.0	4.0
B - Reemplazo Rieles en Curva(R<750m).	115 lb/m	10	10.0	10.0	8.0
C - Substitución Durmientes	Monolitos	35	2.9	5.0	4.0
	Bloques de Madera	50	2.0	2.0	1.0
	Elasticas	20	5.0	5.0	4.0
	Tirafondos	25	4.0	5.0	4.0
D - Substitución Fijaciones		10	10.0	12.0	10.0
E - Substitución de Planchuelas.	Planchuelas	15	6.7	7.0	5.0
	Rielero	15	6.7	7.0	5.0
F - Substitución Pernos					
Colocación Balasto (25x60mm)	l/km		Toneladas	Toneladas	
. Curva (R<750m) (11%)	500		27500	15500	12400
. Curva (R>750m) (35%)	300		52500	29500	23600
. Tangente: (54%)	200		54000	30000	24000
			(%)	(%)	
G - Reemplazo Cambios completos.	1/8 @ 1/20	30	3.3	5.0	4.0
H - Cambio Herraje.		15	6.7	7.0	5.0
I - Cambio Sapo		25	4.0	5.0	4.0
J - Colocación Sold. Aluminotermicas.			1.5	2.0	1.5

(\*) Por Mal Estado. Figuras

**PRESUPUESTO**

**AÑO 1995**

**MEXICO - QUERETARO**

**MANTENIMIENTO DE VIA DEL SISTEMA ELECTRIFICADO**

ITEM	TIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	REEMPLAZO ANUAL (%)/Total	1995 (%)	
				AO (km)	BO
<b>ESTRUCTURA</b>					
Calzado y Alineación de vía y cambios.					
				198.0	165.0
				162.0	135.0
				1.7	1.7
				4.7	4.7
				10.6	10.6
			(%)	(%)	
K	Esmerilado Railes.		0.3	0.3	0.2
L	Vías de Patio		8.1	7.0	6.0
M	Dispositivos de Cruceos a nivel.		2.9	1.5	1.5
N	Estaciones	60	1.7	0.8	0.8
O	Edificios	50	2.0	1.0	1.0
P	Casetas	40	2.5	1.3	1.3
O	Bodegas	50	2.0	1.0	1.0
R	Señales Fijas	35	2.9	1.4	1.4
S	Cercas de Alambre.	25	4.0	2.0	2.0
T	Destierbe de vía		2.5	2.5	2.5
V	Reparaciones excepcionales		0.2	0.3	0.3
<b>SUPERESTRUCTURA</b>					
A1	Puentes Superiores	60	1.7	0.8	0.8
B1	Viaductos	50	2.0	1.0	1.0
C1	Tuneles y Falsos Tuneles	100	1.0	0.5	0.5
D1	Pisos Peñones.	60	1.7	0.8	0.8

77

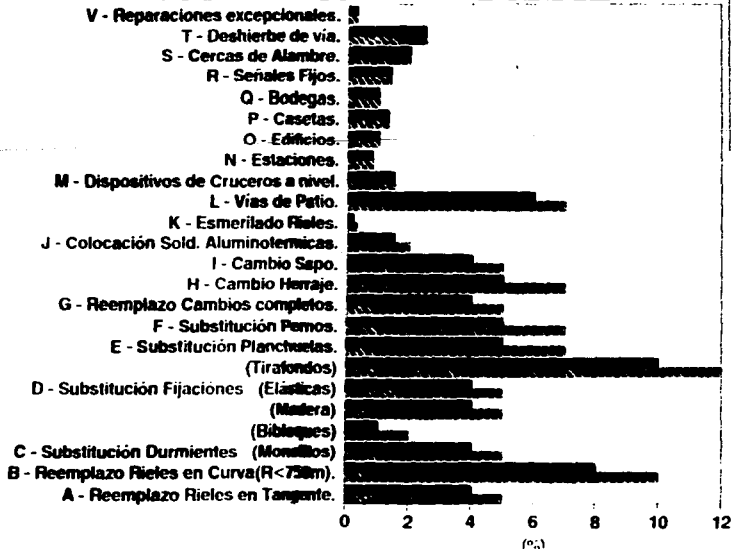
FALLA DE ORIGEN

# MEXICO - QUERETARO PREVISION DE MANTENIMIENTO

## ESTRUCTURA

ANO 1995

78



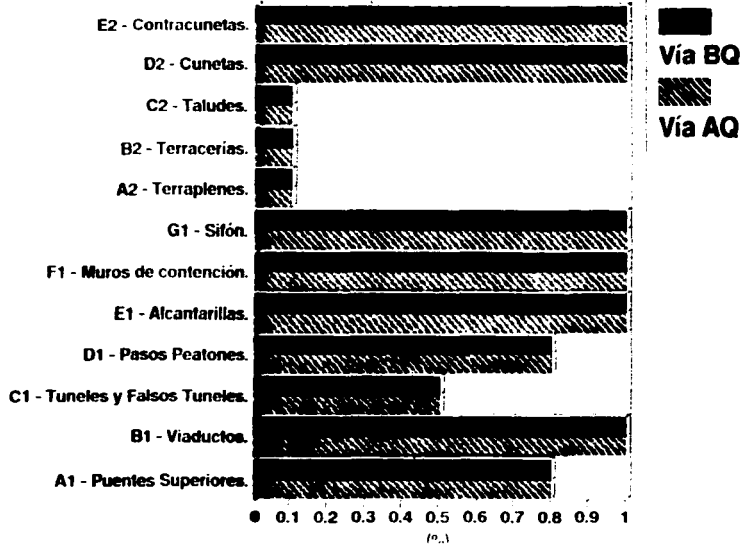
Via BQ  
Via AQ

FALLA DE ORIGEN

MEXICO - QUERETARO  
PREVISION DE MANTENIMIENTO

INFRA y SUPER ESTRUCTURA

AÑO 1995



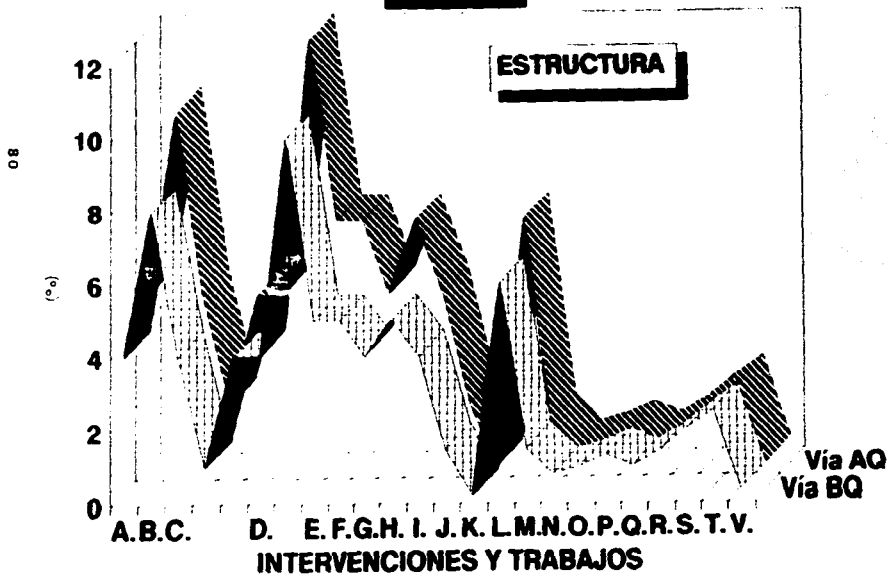
79

FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

# MEXICO - QUERETARO PREVISION DE MANTENIMIENTO

**AÑO 1995**



MEXICO - QUERETARO  
PREVISION DE MANTENIMIENTO

AÑO 1995

INFRA y SUPER ESTRUCTURA

