César Fuenzalida C.

Conservación y Renovación de Vías Férreas

(*Continuación*)

EN curvas de radio menor de 400 metros, se empleó la siguiente distribución:

Número de durmientes por riel.....	22
Separación de junturas.....	0,42 m.
» » contra juntura.....	0,49 »
» » anti contra juntura.....	0,50 »
» corriente	0,60 »

CAPITULO IV

Renovación de cambios

La misma política que ha estado siguiendo la Empresa de FF. CC., tendiente a uniformar el tipo de los rieles, la ha iniciado respecto de los cambios, tratando de colocar el mayor número posible de cambios tipo J.

Pocas son las consideraciones prácticas que pueden darse al respecto, pues una renovación de cambios es relativamente sencilla y no requiere mayores explicaciones que las principales que damos a continuación.

Ubicación del cruzamiento.—Se buscará principalmente el punto de intersección del eje de las dos vías que se desean empalmar. Como se trata de una intersección para la cual hay necesidad de operar con un taquímetro, u otro instrumento adecuado, hay conveniencia en que sea el propio Ingeniero de Distrito o un Caminero que tenga conocimientos al respecto, el que ubique, con toda precisión, dicho punto, que es el marcado con la letra C en la figura 54 que representa todos los elementos de un cambio tipo J, tg. 1/8, de acero manganeso.

Obtenido ya el punto C, se procederá a medir desde él, hacia la izquierda, 10 metros 24 centímetros y a esa distancia quedará ubicada la punta de agujas. Desde el mismo punto C se tomarán 13 metros 60 centímetros hacia la derecha y all quedará situada la punta de diamante del cruzamiento.

Enrieladura del traspaso (Ene vias: 2.00 M.) Tipo J. TG. ⅛ Escala 1:100

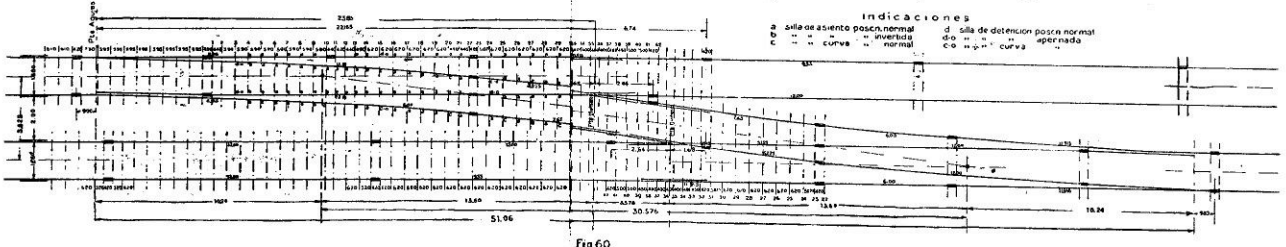


Fig.60

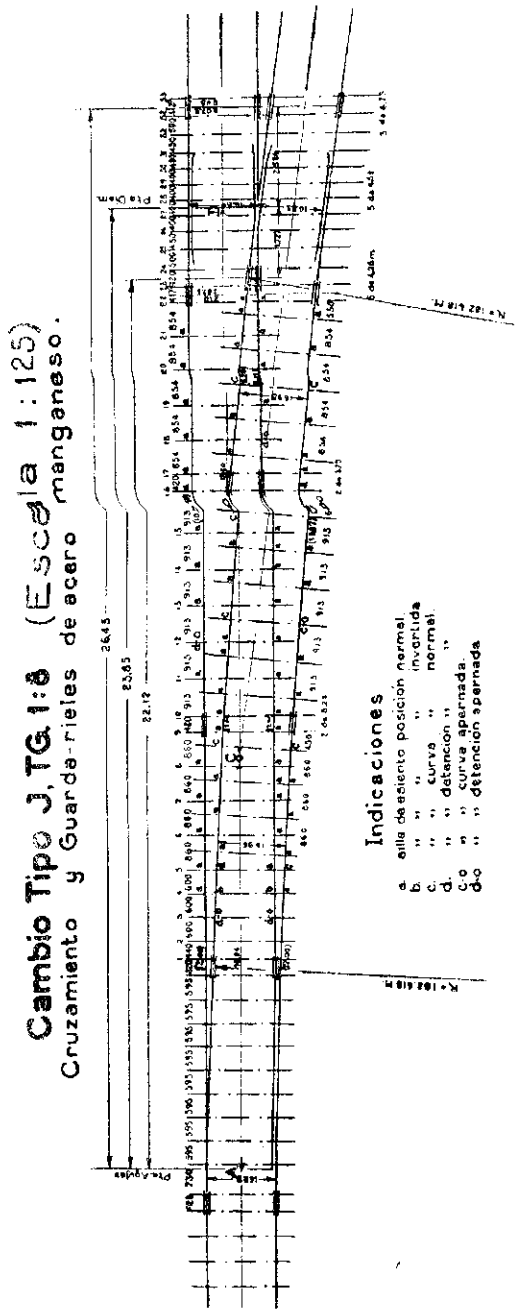
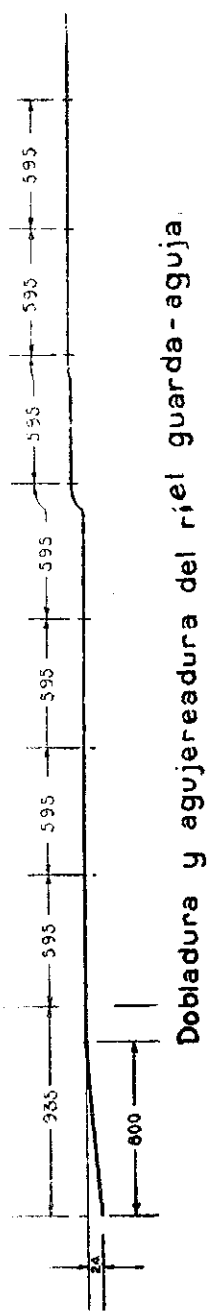


Fig. 54



Dobladura y agujereadura del riel guarda-aguja

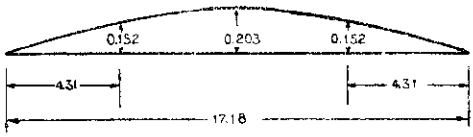
Fig. 55

Con estos dos puntos de referencia, se pueden ir colocando los rieles, que constituyen los diversos elementos del cambio, y cuyas dimensiones aparecen indicadas en la fig. 54, teniendo cuidado de dejar la curva de unión con los valores de las flechas de la cuerda, que aparecen en la fig. 56 y con los ensanches correspondientes indicados por el valor de la trocha que, en diversos puntos, están dados en la fig. 54.

La práctica ha demostrado que hay conveniencia en *dejar bien clavada, primero, la parte recta del cambio, rectificada y nivelada y, una vez hecho esto, proceder a clavar la curva,* para que así no se tire la recta al hacer esta última operación. Si se clava primero la curva, es casi imposible conseguir que la recta no quede con tiraduras.

Los espaldones del cambio deben asentar muy bien sobre los durmientes, para lo cual es necesario usar durmientes aserrados y no labrados.

La dobladura del riel guarda aguja,—cuyo detalle junto con el de la agujereadura, —aparece en la fig. 55, *debe hacerse calentando previamente el riel.*



Nota: Las flechas de la cuerda estan referidas a la carrera interior del riel esterior de la curva.—

Fig. 56

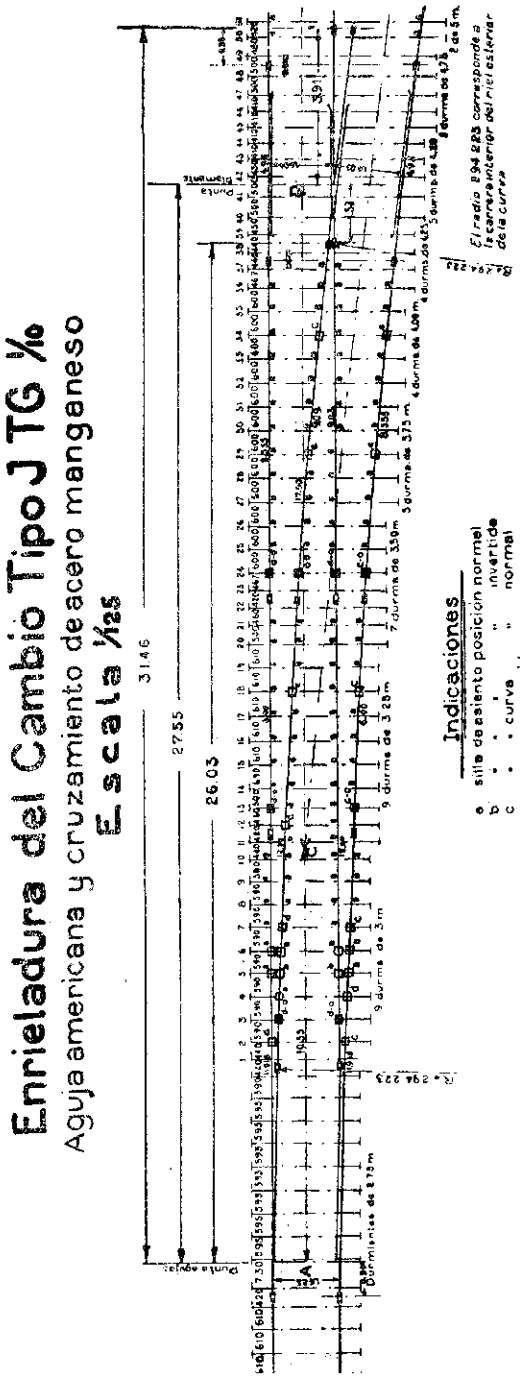
La fig. 57 permite apreciar los detalles de un cambio de 1/10 de acero manganeso, tipo J. Tanto la fig. 54 como la 57 muestran, con toda claridad, el número y la dimensión de los durmientes que deben usarse para cada caso, como asimismo la distancia entre ellos.

Cuando se trata de colocar un cambio J bajo tráfico, hay que tener, previamente, todos los durmientes numerados en el mismo orden en que aparecen en las figs. 54 y 57, porque de esta manera se facilita grandemente su colocación, sin incurrir en errores ni en demoras en buscar cual es el durmiente que corresponde. En las mencionadas figuras aparecen, además, diversas letras cuyo significado está anotado en las indicaciones de ellas. Como puede observarse, se trata de sillas de asiento, de detención y de curva. Dichas sillas necesitan, para ser colocadas, un calado especial en cada durmiente, calado que es indispensable tener hecho con anterioridad si se desea proceder con rapidez a efectuar la colocación del cambio.

Para apreciar la forma del calado, no hay más que tomar como modelo las propias sillas que han de usarse, sirviendo ellas mismas de plantilla.

También es indispensable, cuando se trabaja bajo tráfico, tener armado, previamente, el mayor número posible de elementos del cambio, en el punto preciso en que ha de efectuarse la renovación o colocación de él.

Si hubiere espacio suficiente deben irse colocando los durmientes nuevos entre los viejos y correrlos, más tarde a su posición definitiva.


Enrieladura del Cambio Tipo J TG ½
Aguja americana y cruzamiento de acero manganeso
Escala 1/25
31.46
27.55
26.03
Indicaciones
a silla de asiento posición normal
b " " " invertida
c " curva " normal
d " detención " "
e-e " curva apernada
d-d " detención "
Fig. 57

Modificaciones introducidas últimamente al cambio tipo J.— El Ingeniero señor Gumucio, por encargo del Departamento de Vía y Obras, ha introducido algunas modificaciones a los cambios J, que aunque corresponden más bien a detalles de construcción, conviene anotar aquí. Puede verse que el radio de la curva ha mejorado con lo cual se consigue una mayor suavidad en el rodado. La fig. 59 a muestra el cambio proyectado por el señor Gumucio, cuyos valores, correspondientes a las letras que en ella aparecen, se dan a continuación. Este cambio no ha sido usado todavía en la Empresa de FF. CC.

ENLACE TIPO J.

tg.	L	D	R	I	M	N	Ensanche
$^1/_8$	24.457	17.953	182.842	1572	13.604	10.853	18
$^1/_{10}$	28.359	21.461	292.831	1961.3	17.283	11.076	18

DISTANCIA ENTRE PUNTA EFECTIVA Y TEÓRICA

$^1/_8$	$^1/_{10}$
80	100

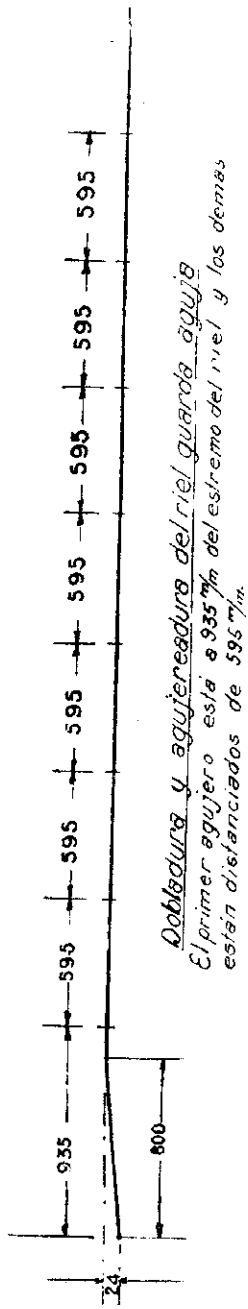
Traspaso.—Se denomina así a la combinación de dos cambios de tal manera que ella permite efectuar el paso de un tren de una vía a otra, en cualquier sentido de marcha.

El detalle de un traspaso aparece en la fig. 60, que muestra uno del tipo J con cruzamiento tg. $^1/_8$ para dos metros de entre-vía.

La distribución de los elementos de cada traspaso, presenta ligeras variantes a medida que cambia la distancia entre vías. Se ha elegido como modelo el traspaso que aparece en la fig. 60, para formarse sólo una idea y por ser del tipo J que está usando, de preferencia, la Empresa. Los Ingenieros de Distrito deberán proporcionar, en cada caso que se presente, el plano necesario.

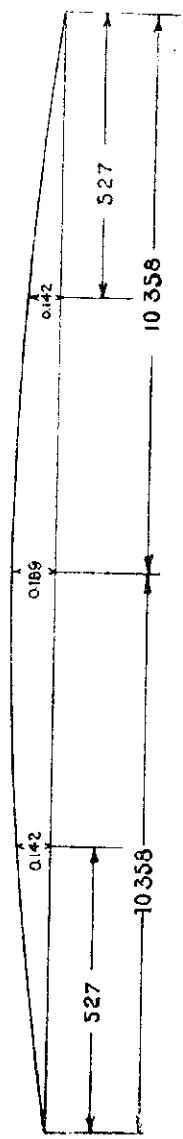
Para la instalación de un traspaso sirven las mismas normas de procedimientos que se indicaron para un cambio, pues no se trata de otra cosa que de la combinación de dos de ellos.

Cuando se presenta el *caso de entre-vía de 2 metros, hay que tener cuidado de no usar cruzamiento J de acero manganeso* porque una de las patas de cada cruzamiento topa con el guarda riel del cruzamiento vecino y no se pueden desarrollar



Dobladuras y agujereadura del riel guarda aguja
El primer agujero está a 935 m/m del extremo del riel y los demás están distanciados de 595 m/m.

Fig. 58



Nota: Las flechas sobre la cuerda están referidas a la carrera interior del riel esterior de la curva

Fig. 59

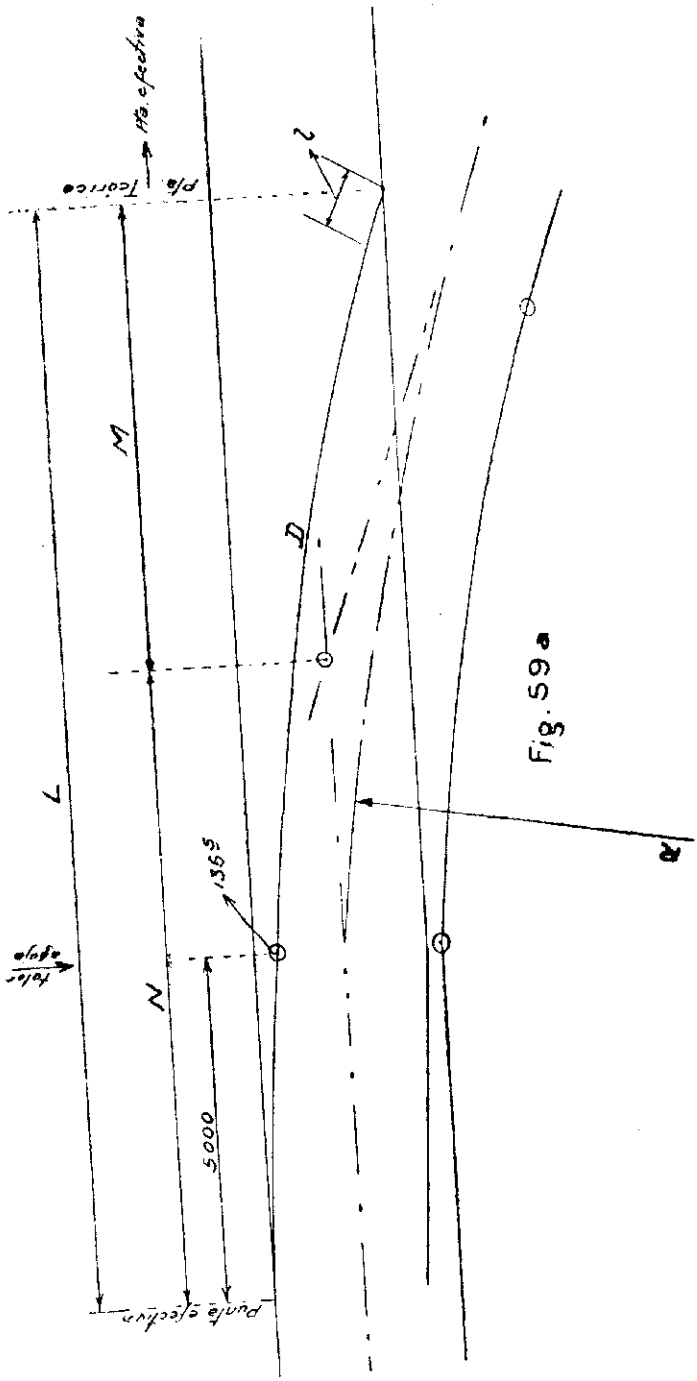
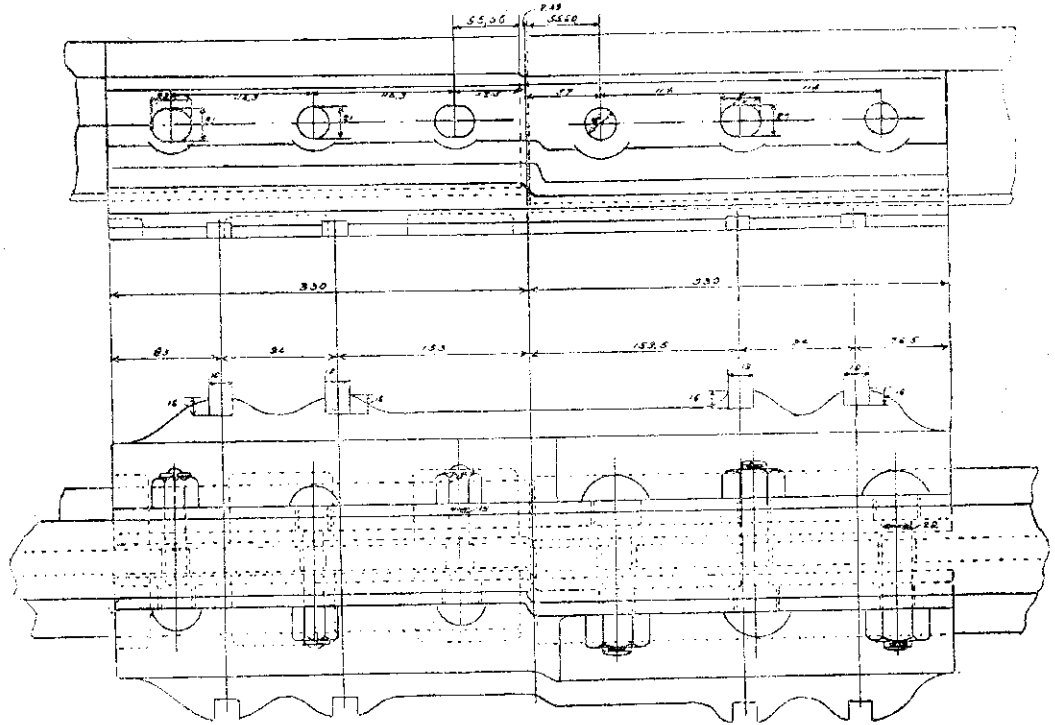

Flg. efectiva
p/a Teórico
M
L
D
1.365
N
5000
Punto elección
Valor apoyo
R

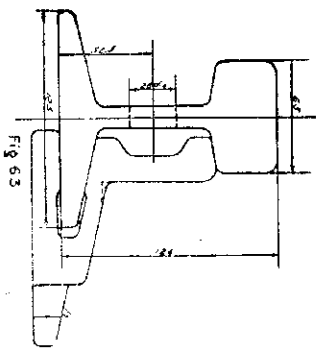
Fig. 59a

Elevación de la eclisa



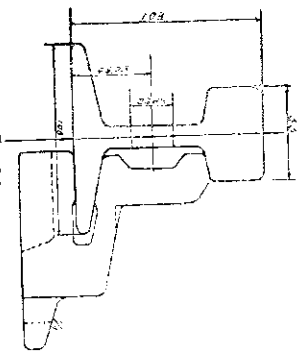
Planta de la eclisa

Fig 61



Detalle eclisa lado riel más alto

Fig 63



Detalle eclisa lado riel más bajo

Fig 64

bien los empalmes necesarios. *En este caso debe emplearse un cruzamiento J de rieles*, que no presenta el inconveniente anotado pues permite desplazar el guarda riel, lo que sea necesario, cosa que no puede hacerse en el caso de un cruzamiento de acero manganeso por venir el guarda riel pegado con el riel respectivo, o sea por haber sido fundidos en una sola pieza.

La eclisa de combinación.—Con el fin de poder empalmar el cambio tipo J con rieles de distinto tipo, se ha ideado lo que se llama la eclisa de combinación, cuyos detalles pueden apreciarse en la fig. 61 y siguientes.

Dichas figuras muestran diversos cortes de la mencionada eclisa y como puede verse por ellos, se ha conseguido mediante el dispositivo ideado, empalmar rieles de distinto tipo, sin inconvenientes de ninguna especie ni para la seguridad de la vía, ni para la suavidad del rodado.

Las figuras son de tal claridad de comprensión, que ahorran todo comentario.

No hemos deseado dar término a este trabajo sobre Conservación y Renovación de Vías Férreas, sin agregarle una tercera parte, que es un anexo, que contiene algunas recomendaciones para la conservación de puentes y algunos cuadros de mucha utilidad práctica en los trabajos ferroviarios.

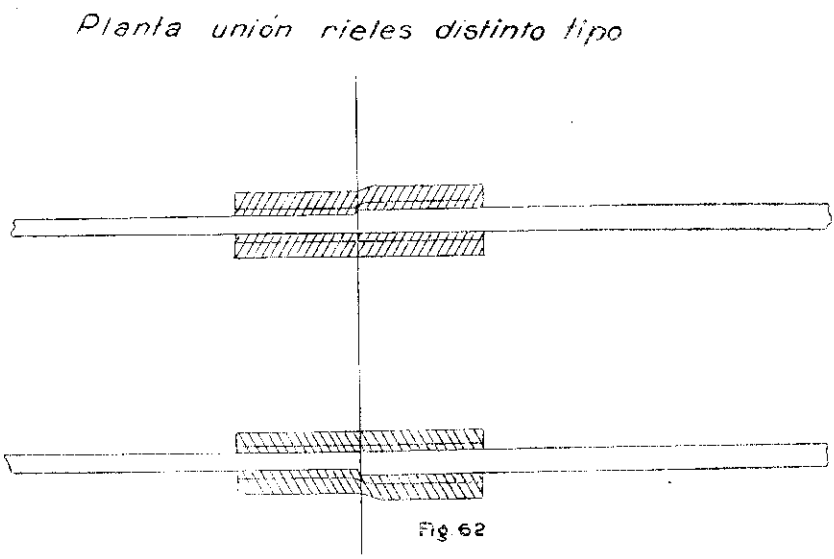


Fig. 62

TERCERA PARTE

Anexo

Conservación de Puentes.—En el Congreso de Ferrocarriles del año 1921, los Sres. Jorge Ewerbeck y Raúl Simón, presentaron un trabajo sobre Conservación y Revición de Puentes, del cual extractamos sus puntos principales.

A.—LAS PRUEBAS DE REVISION

I. Revisión de la Mampostería

1) Se verificará el estado de los machones, estribos, alas, defensas, fundaciones, pilotajes, etc.;

Se observará si existe algún hundimiento o inclinación de los machones y estribos;

2) En los puentes mayores se colocarán escalas para marcar los niveles de aguas máximas y mínimas;

3) Se tomarán los perfiles del río en el eje del puente y se referirán a puntos fijos y determinados. Se indicará en un croquis el curso principal del río y se anotará en él la velocidad del agua, especialmente durante las creces. Se observará si las aguas arrastran troncos de árboles y si hay peligro de que se tapen las desembocaduras; y

4) Se observarán y medirán las socavaciones producidas por la corriente después de cada crece.

II. Revisión de la construcción metálica

1) Se verificará si la posición de los aparatos de apoyo es la que corresponde a la temperatura reinante durante la inspección;

2) Se observará si hay remaches o pernos sueltos en la construcción misma o en los aparatos de apoyo. En caso de haberlos se verá si están repartidos uniformemente o si se encuentran especialmente en ciertos puntos;

Se tantearán los remaches minuciosamente por medio de un martillo pequeño, de más o menos media libra de peso. Los remaches perdidos o sueltos se reemplazarán inmediatamente, y, en caso que fueran pocos, se les podrá reemplazar provisoriamente por pernos torneados que llenen bien los agujeros, dejando la remachadura hasta la reparación total del puente;

3) Se verificará si los aparatos de apoyo presentan trizaduras, grietas o roturas;

4) Se observará si los miembros de la construcción han sufrido cambios o alteraciones visibles y si su estado corresponde a la hipótesis de los cálculos de resistencia. Por ejemplo, se verá si hay diagonales sueltas o si algunas de éstas trabajan con comprensión en lugar de tracción;

5) Se verá si la pintura está en buen estado y si se produce alguna oxidación excesiva por cualquier defecto de construcción, como en el caso de huecos que se llenen de agua;

6) Para evitar la destrucción paulatina, por el óxido, habrá que observar, especialmente, las sopladuras de la pintura (las que generalmente se producen después de la primera vez, por causa del calor). Esas partes se limpiarán raspándolas con azarcón. La pintura de azarcón deberá aplicarse en capas delgadas;

7) Cada 5 o 6 años deberá renovarse completamente la pintura después de haber limpiado toda la construcción. Deberá emplearse pintura de 1.ª clase y se tendrá especial cuidado en que se pinten las partes cubiertas (por ejemplo, bajo los durmientes) y las partes poco accesibles;

8) Se anotará en el Libro de Revisión de Puentes la fecha de cada pintura. Se podrá establecer así la normalidad o anormalidad de las oxidaciones en todos los puntos; y

9) Se observarán, además, todos los fenómenos que permitan establecer algún defecto de construcción de la obra. Por ejemplo, se verá si funcionan los aparatos de apoyo y dilatación y si las rótulas de las construcciones presentan desperfectos (Puentes de Arco).

III. Revisión de la Superstructura

1) Se revisará perfectamente el estado de los durmientes, rieles, eclisas y pernos que unen los durmientes con la infrastructura;

2) Se cuidará que los rieles tengan la misma altura en sus junturas. No se debe, por lo tanto, alternar rieles nuevos con rieles viejos ya gastados porque, en tal caso, se producen al paso del tren golpes recios que perjudican la infrastructura; y

3) Para evitar incendios se recomienda, como en ciertos ferrocarriles europeos, cubrir los durmientes con una delgada capa de ripio.

IV. Fecha de las pruebas de revisión

1) Se revisará la construcción una vez al año y se anotarán los resultados observados cada vez en el Libro de Revisión respectivo; y

2) Las vigas continuas se revisarán cada tres meses durante su primer año de servicio. Esta revisión a corto plazo tiene por objeto asegurarse de la invariabilidad de la altura de los apoyos. En el caso de hundimiento de un apoyo se procederá inmediatamente a su nivelación por medio de cuñas especiales. Pasado el primer año se hará la revisión en la misma forma y fecha que para los demás puentes.

B.—PRUEBAS DE LA CARGA

1) Junto con las anuales, estas pruebas tienen por objeto garantir la Seguridad del Tráfico;

Antes de la primera prueba de carga se revisará minuciosamente toda la construcción y se remediarán los desperfectos en caso de que los haya;

2) Si las pruebas anuales de revisión han comprobado el buen estado del puente, y si éste no tiene más de 20 años en servicio, las pruebas de carga se harán cada 5 años;

3) Los puentes en buen estado y con más de 20 años en servicio deberán probarse cada 3 años. Si la luz es menor que 5 metros, bastará con una prueba cada 5 años;

4) Si en los puentes en mal estado se produjeran deformaciones elásticas o permanentes excesivamente grandes, habrá que fijar intervalos de prueba más pequeños, los que serán especialmente determinados por la Dirección General;

5) La mayor carga posible se obtiene en los Puentes Mayores con tres locomotoras del tipo más pesado en uso en la Zona respectiva y llevando su dotación completa de carbón y agua:

La primera y segunda locomotora irán colocadas frente a frente y la tercera irá seguida de los carros cargados necesarios para cubrir todo el puente. Se colocará el tren de tal manera que la resultante del peso de las tres locomotoras se acerque al medio de la luz;

6) En los puentes menores y en los puentes de viga continua se calculará la posición más desfavorable, anotándose el resultado en el Libro de Revisión correspondiente;

7) Para la elección de las locomotoras de prueba habrá que considerar su peso y su distancia entre ejes. Una locomotora liviana, pero de pequeña distancia entre ejes, puede producir una solicitación mayor que otra locomotora de mayor distancia axial;

8) Los puentes de doble vía deberán probarse con ambas vías cargadas. La primera vía se cargará en la forma indicada en el número 5;

Para la segunda vía bastará considerar una locomotora del tipo pesado seguida de los carros cargados necesarios para llenar el tramo. Se hará la prueba para cada viga;

9) En puentes de viga continua o acoplada se hará la prueba para cada tramo en particular, con peso máximo, y en seguida para todos los tramos cargados simultáneamente;

10) En puentes muy oblicuos se hará la prueba para cada viga, en particular, y con su posición más desfavorable;

11) Para ver si el tren de prueba produce en otros puntos deformaciones mayores que las calculadas en la poseción más desfavorable, se hará pasar el tren más lentamente por todo el puente, despues de haberlo detenido 5 minutos en la primera posición, y se medirán las deformaciones en varios puntos para averiguar si existe algún error de cálculo.

12) En puentes con más de 5 metros de luz se harán, además, pruebas con el tren en movimiento, a fin de observar el efecto de oscilación de las cargas, para este objeto se elegirán dos locomotoras del tipo más pesado y, después de ponerlas pecho a pecho, se les hará pasar por el puente, primero lentamente y después con su velocidad máxima;

13) Si el resultado de las pruebas indicase una disminución en la seguridad

de la obra, se examinarán minuciosamente las deformaciones de los durmientes, de las longuerinas, de los travesaños, de los montantes y de las diagonales bajo carga unilateral. Se observará, además, las remachaduras bajo la acción de sus fatigas máximas.

14) Para medir las deformaciones se recomienda el uso de listones fijos de madera de 2 por 4 pulgadas, y la construcción de cepas o puntos fijos de madera. No se recomienda, sino en casos especiales para este objeto, el uso del nivel o de alambres tendidos por ser los resultados muy poco satisfactorios.

En caso de no disponer de aparatos inscriptores automáticos (como los de Dupuy, Frankel Esteiner, Koepke, Manet, etc.) habría que hacer tres lecturas: 1.ª sin carga, la 2.ª después de colocado lentamente el tren de prueba, manteniéndolo 5 minutos en su posición, y la 3.ª después de desocupar el puente.

La diferencia entre la 1.ª y la 2.ª dará deformación total. La primera lectura y la 3.ª deben dar resultados similares. En caso de que difiera deberá repetirse toda la operación.

Antes de la observación habrá que verificar la invariabilidad de altura en los apoyos. En caso de una variación deberá ésta tomarse en cuenta en el cálculo de la deformación efectiva.

15) Después de las grandes creces conviene observar si se produce algún asentamiento de los machones bajo la acción máxima de la carga móvil;

16) Con el fin de obtener la ejecución rápida y uniforme de estas pruebas convendrá emplear la misma gente.

Los jefes de Zona respectivos impartirán a sus ingenieros y camineros las órdenes necesarias para que todo se encuentre listo a la llegada del ingeniero de la Dirección General a cargo de las pruebas; y

17) Todos los resultados y observaciones que hayan sido recogidas deberán anotarse cada vez y a continuación en el Libro Revisión de Puentes.

Este Libro de Revisión de Puentes se establecerá para cada obra de arte y con el objeto de llevar el control de los estados sucesivos de la obra y poder recomendar así, mediante las observaciones comparadas de varios años, las medidas necesarias para obtener la seguridad constante de la obra.

Cuadros de interés

Damos a continuación los cuadros de mayor interés y utilidad práctica para los que dirigen o toman parte en faenas ferroviarias, recopilados de entre las publicaciones oficiales dispersas del Departamento de Vía y Obras.

Hemos agregado al final, las normas para la corrección del taquímetro Troughton y de algunos niveles, publicadas por el Departamento de Transporte.

TABLA DE RESISTENCIA DE BASAS DE ROBLE PELLIN

Dimensión	Peso Kg/m.	$\frac{I}{V}$ cm³	Momento Resistente (2) Ton. Metro	Número de vigas necesarias por riel para distintas luces (tren tipo)										
				1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
cm. 10."10" (25.25).	62.5	2929	2.05	1	2	2	3	4						
10."12" (25,30).	75.0	3750	2.62	1	2	2	2	3	4	4				
12" 12" (30.30).	90.0	4500	3.15		1	2	2	3	4	3				
12" 14" (30.35).	105.0	6125	4.29			1	1	2	3	3	4			
14" 14" (35.35).	122.5	7146	5.00				1	2	2	3	4	4		
14" 16" (35.40).	140.0	9705	6,79				1	2	2	3	3	4	4	4
16" 16" (40.40).	160.0	11071	7.75				1	2	2	2	2	3	3	4

Las luces deben tomarse de eje a eje de apoyos en metros.
(2) Suponiendo a la madera una carga de seguridad R = 70 Kg/cm².

TABLA DE RESISTENCIA DE PIEZAS DE ROBLE PELLIN (PARA PUENTES)

Dimensión	Peso Kg/m.	$\frac{I}{V}$ cm³	Momento Resistente Ton. Metro	Número de vigas necesarias por riel para distintas luces tren tipo incrementado 25 %										
				1.00	1.50	2 00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
cm. 10" 10" (25.25).	62.50	2929	2.05	2	2	3	4							
10" 12" (25.30).	75.00	3750	2.62	1	2	2	3	4						
12" 12" (30.30).	90.00	4500	3.15	1	2	2	3	3	4					
12" 14" (30.35).	105.00	6125	4.29		1	2	2	3	3	4				
14" 14" (35.35).	122.50	7146	5.00			1	2	2	3	4	4			
14" 16" (35.40).	140.00	9705	6.79				1	2	2	3	3	4		
16" 16" (40.40).	160.00	11071	7.75				1	2	2	2	3	4	4	5

Las luces deben tomarse de eje a eje de apoyos.

PAQUETES DE RIELES PARA PUENTES (N.º de rieles necesarios para diversas luces y tipos)

Luces	M. máximos Mikado	Tipo P	Tipo F	Tipo R	Tipo E	Tipo B	Tipo Q (Fierro Poisson)	Tipo C
mts.	Kgms.	W = 72 cm3.	W = 78 cm3.	W = 97 cm3.	W = 112 cm3.	W = 126 cm3.	W = 131 cm3.	W = 139 cm3.
1	2.000	4	4	3	3	2	3	2
2	4.000	7	7	6	5	4	5	4
3	6.600	12	11	9	8	7	7	6
4	11.400	21	19	16	14	12	12	11

1) Se supone el riel sano y con un desgaste de 7m|m. de la callampa.

2) Para las luces de 4 mts. es preferible usar vigas (I) doble T.

3) La disposición de los rieles que se ha supuesto es

REDUCCION DE PULGADAS A MILIMETROS

Pulg.	0	1|16	1|8	3|16	¼	5|16	3|8	7|16	½	9|16	5|8	11|16	¾	13|16	7|8	15|16
0	0	1.587	3.175	4.762	6.350	7.937	9.525	11.112	12.700	14.287	15.875	17.462	19.050	20.637	22.225	23.812
1	25.400	26.987	28.574	30.162	31.749	33.337	34.924	36.512	38.099	39.687	41.274	42.862	44.449	46.037	47.624	49.212
2	50.799	52.387	53.974	55.561	57.149	58.736	60.324	61.911	63.499	65.086	66.674	68.261	69.849	71.436	73.074	74.611
3	76.199	77.785	79.374	80.961	82.549	84.136	85.723	87.311	88.898	90.486	92.073	93.661	95.248	96.836	98.423	100.01
4	101.60	103.19	104.77	106.36	107.95	109.54	111.12	112.71	114.30	115.89	117.47	119.06	120.65	122.24	123.82	125.41
5	127.00	128.59	130.17	131.76	133.35	134.94	136.52	138.11	139.70	141.28	142.87	144.46	146.05	147.63	149.22	150.81
6	152.40	153.98	155.57	157.16	158.75	160.33	161.92	163.51	165.10	166.68	168.27	169.86	171.45	173.03	174.62	176.21
7	177.80	179.38	180.97	182.56	184.15	185.73	187.32	188.91	190.50	192.08	193.67	195.26	196.85	198.43	200.02	201.61
8	203.20	204.78	206.37	207.96	209.55	211.13	212.72	214.31	215.90	217.48	219.07	220.66	222.25	223.83	225.42	227.01
9	228.60	230.18	131.77	233.36	234.95	236.53	238.12	239.71	241.30	242.88	244.47	246.06	247.65	249.23	250.82	252.41
10	254.00	255.58	257.17	258.76	260.35	261.93	263.52	265.11	266.70	268.28	269.87	271.46	273.05	274.63	276.22	277.81

CUBICACION DE MADERAS EN PIES CUADRADOS COMERCIALES

POR UNA VARA DE LONGITUD								POR UN METRO DE LONGITUD							
Sección en pulg.	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²	Sección	Pies²
2	0.45	22	5.04	49	11.22	84	19.25	2	0.54	22	6.01	49	13.39	84	22.96
3	0.68	24	5.50	50	11.45	86	19.70	3	0.82	24	6.56	50	13.67	86	23.51
4	0.91	25	5.72	54	12.37	88	20.16	4	1.09	25	6.83	54	14.76	88	24.06
5	1.14	26	5.95	56	12.83	90	20.62	5	1.36	26	7.10	56	15.31	90	24.60
6	1.37	27	6.18	60	13.75	96	22.00	6	1.64	27	7.38	60	16.40	96	26.25
7	1.60	28	6.41	64	14.66	100	22.91	7	1.91	28	7.65	64	17.50	100	27.34
8	1.83	30	6.87	66	15.12	108	24.75	8	2.18	30	8.20	66	18.04	108	29.52
9	2.06	32	7.33	68	15.58	110	25.20	9	2.46	32	8.75	68	18.59	110	30.07
10	2.29	33	7.56	70	16.04	120	27.50	10	2.73	33	9.02	70	19.14	120	32.81
12	2.75	35	8.02	72	16.50	132	30.25	12	3.28	35	9.57	72	19.68	132	36.09
14	3.20	36	8.25	74	16.95	144	33.00	14	3.82	36	9.84	74	20.23	144	39.37
15	3.43	40	9.16	76	17.41	156	35.75	15	4.10	40	10.93	76	20.78	156	42.65
16	3.66	42	9.62	78	17.87	169	38.72	16	4.37	42	11.48	78	21.32	169	46.21
18	4.12	44	10.08	80	18.33	196	44.91	18	4.92	44	12.03	80	21.87	196	53.58
20	4.58	45	10.31	81	18.56	225	51.56	20	5.46	45	12.30	81	22.14	225	61.51
21	4.81	48	11.00	82	18.79	256	58.66	21	5.74	48	13.12	82	22.40	256	69.990

A cada sección en pulgadas cuadradas corresponde en la tabla el número de pies cuadrados que tiene una pieza de la mismª sección y de una vara o metro de longitud.

Sea una pieza de 6″×8″×4 varas. Sección 6″×8″ = 48 A 48 corresponde 11 pies cuadrados. Para 4 varas se tiene: 11×4 = 44 pies comerciales.

PESOS SECCIONES Y PERIMETROS DE FIERROS REDONDOS

Diámetro		Peso Kg. p. mt.	Perímetro	Secciones en cent. según el número de barras												
Pulg.	Milímetro			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/8	3.175	0.062	0.997	0.079	0.159	0.238	0.317	0.397	0.476	0.555	0.635	0.714	0.793	0.873	0.952	1.031
¼	6.35	0.248	1.995	0.316	0.632	0.948	1.264	1.580	1.897	2.213	2.529	2.845	3.161	3.477	3.793	4.109
3/8	9.525	0.560	2.992	0.112	1.424	2.137	2.849	3.561	4.273	4.985	5.698	6.410	7.122	7.834	8.547	9.259
½	12.70	0.995	3.990	1.266	2.533	3.799	5.065	6.332	7.598	8.805	10.131	11.397	12.664	13.930	15.197	16.463
5/8	15.875	1.550	4.987	1.979	3.958	5.938	7.917	9.896	11.876	13.855	15.834	17.813	19.793	21.772	23.751	25.731
¾	19.05	2.230	5.984	2.850	5.700	8.550	11.401	14.251	17.101	19.951	22.802	25.652	28.502	31.352	34.202	37.053
7/8	22.225	3.04	6.982	3.879	7.758	11.637	15.517	19.396	23.275	27.154	31.033	34.913	38.792	42.671	46.550	50.430
1	25.40	3.960	7.979	5.067	10.134	15.200	20.267	25.334	30.401	35.468	40.535	45.601	50.669	55.736	60.803	65.870
1 1/8	28.574	5.020	8.977	6.413	12.825	19.238	25.651	32.063	38.476	44.888	51.301	57.714	64.126	70.539	76.952	83.365
1¼	31.749	6.220	9.974	7.917	15.834	23.751	31.668	39.585	47.502	55.420	63.377	71.254	79.171	87.088	95.005	102.922
1 3/8	34.924	7.520	10.971	9.579	19.159	28.739	38.318	47.898	57.478	67.057	76.637	86.217	95.796	105.376	114.956	124.535
1½	38.099	8.96	11.969	11.400	22.800	34.201	45.601	57.001	68.401	79.801	91.202	102.602	114.002	125.402	136.802	148.203
1 5/8	41.274	10.50	12.975	13.379	26.759	40.138	53.518	66.897	80.277	93.656	107.036	120.415	133.795	147.174	160.554	173.933
1¾	44.449	12.15	13.949	15.517	31.035	46.552	62.070	77.587	93.105	108.622	124.140	139.657	155.175	170.692	186.210	201.727
1 7/8	47.624	14.00	14.954	17.813	36.627	53.440	71.254	89.067	106.881	124.694	142.508	166.322	178.135	195.949	213.762	231.576
2	50.799	15.90	15.959	20.267	40.535	60.803	81.070	101.338	121.606	141.873	162.141	182.408	202.976	222.944	243.211	263.479

EQUIVALENCIAS METRICAS

N.°	Metros a Varas	Varas a Metros	Metros à Pies	Pies a Metros	Libras a Kilos	Kilos a Libras	Lib. p Pie a Kg. p. mt	Kg. pMt. a Lib. p Pie	Lib. Pul.² a Kg. cm.²	Kg. cm.² a Lib. Pul.²	Lib. Pie² a Kg. Mt.²	Kg. Mt.² a Lib. Pie²	Lib. Pie³ a Kg. Mt.³	Kg. Mt.³ a Lib. Pie³
1	1.196	0.836	3.2808	0.30479	0.4536	2.2046	1.4882	0.6720	0.0703	14.223	4.8825	0.2048	16.0192	0.0624
2	2.392	1.672	6.5617	0.60959	0.9072	4.4092	2.9764	1.3439	0.1406	28.446	9.7649	0.4096	32.0385	0.1248
3	3.588	2.508	9.8425	0.91438	1.3608	6.6138	4.4645	2.0159	0.2109	42.700	14.6474	0.6144	48.0577	0.1873
4	4.784	3.344	13.1233	12.1918	1.8144	8.8184	5.9527	2.6879	0.2812	56.893	19.5299	0.8193	64.0769	0.2497
5	5.980	4.180	16.4042	15.2397	2.2680	11.0230	7.4409	3.3598	0.3515	71.116	24.4125	1.0241	80.0962	0.3121
6	7.176	5.016	19.6850	1.82877	2.7216	13.2276	8.9291	4.0318	0.4218	85.339	29.2948	1.2289	96.1154	0.3745
7	8.372	5.852	22.9658	2.13356	3.1752	15.4322	10.4172	4.7037	0.4922	99.562	34.1773	1.4337	112.1346	0.4370
8	9.568	6.688	26.2467	2.43836	3.6288	17.6368	11.9054	5.3757	0.5625	113.786	39.0597	1.6385	128.1539	0.4994
9	10.764	7.524	29.5275	2.74315	4.0824	19.8414	13.3936	6.0477	0.6328	128.009	43.9422	1.8433	144.1731	0.5618

TABLA DE VELOCIDADES

EJEMPLO.—Si un tren corre un kilómetro en un minuto cinco segundos, la velocidad equivale a 55,4 kilómetros por hora.

Tiempo por kilómetro		Kilómetros por hora	Tiempo por kilómetro		Kilómetros por hora
Ms.	Sgs.		Ms.	Sgs.	
	30	120	1	4	56.2
	31	116.1	1	5	55.4
	32	112.5	1	6	54.5
	33	109.1	1	7	53.7
	34	105.9	1	8	52.9
	35	102.9	1	9	52.2
	36	100	1	10	51.4
	37	97.3	1	15	48
	38	94.7	1	20	45
	39	92.3	1	25	42.4
	40	90	1	30	40
	41	87.8	1	35	37.9
	42	85.7	1	40	36
	43	83.7	1	45	34.3
	44	81.8	1	50	32.7
	45	80	1	55	31.3
	46	78.3	2	—	30
	47	76.6	2	5	28.8
	48	75	2	10	27.7
	49	73.5	2	15	26.7
	50	72	2	20	25.7
	51	70.6	2	25	24.8
	52	69.2	2	30	24
	53	67.9	2	40	22.5
	54	66.7	2	50	21.2
	55	65.5	3	—	20
	56	64.3	3	20	18
	57	63.2	3	45	16
	58	62.1	4	—	15
	59	61	5	—	42
1	—	60	6	—	10
1	1	59	7	30	8
1	2	58.1	12	—	5
1	3	57.1	15	—	1

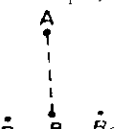
CORRECCIÓN DEL TAQUÍMETRO. (Troughton)

1. *Poner el limbo horizontal perpendicular al eje vertical.*—Colóquese el nivel del limbo paralelo a dos tornillos de nivelar y tráigase la burbuja al centro por medio de éstos. Gírese de 180°. Si la burbuja no queda en el centro se corregirá la mitad del error por medio de los tornillos de nivelar y la otra mitad por medio de los tornillos de corrección del nivel. Después se pone el nivel normal a la dirección anterior y se trae la burbuja al centro por medio del tercer tornillo de nivelar.

Para nivelar el plano horizontal con mayor exactitud puede usarse el nivel sensible que hay sobre el anteojo, procediendo como anteriormente y el error se corrige por mitades con los tornillos de nivelar y moviendo el círculo vertical por medio de su tornillo de tangencia.

2. *Poner la línea de colimación perpendicular al eje de rotación del anteojo.*—Primer método. Se visa un punto lejano y se hace girar en seguida la alhidada de 180° justos. Se transita el anteojo y si al dirigirlo nuevamente al punto, éste queda bisectado por el hilo vertical, la línea de colimación es perpendicular al eje de rotación. Si esto no sucede, se corregirá la mitad del error con los tornillos de corrección del retículo y se repetirá la operación apuntando de nuevo. *Segundo mésodo.* Se visa el punto y se cambia en seguida el anteojo en sus collares. Si hay error, se corrige la mitad con los tornillos del retículo.

3. *Poner el eje de rotación del anteojo perpendicular al eje vertical.*—Se visa un punto elevado A y moviendo el anteojo hacia abajo, se marca un punto B_1 que sea cortado por el retículo (1). Se transita y se dirige el anteojo nuevamente al punto A. Si al moverlo verticalmente pasa por el mismo punto B_1 no habrá necesidad de corrección. Si esto no sucede, se marcará el punto B_2 y, por medio de los tornillos de corrección de los muñones se hará coincidir el punto de cruzamiento de los hilos con el punto B equidistante de los puntos B_1 y B_2.



4. *Hacer coincidir la línea 0° de los verniers con el diámetro horizontal 90°-270° del círculo vertical cuando la línea de colimación es horizontal.*—Con el instrumento bien nivelado y poniendo el nivel del anteojo hacia arriba, vísese un punto lejano y apúntese la lectura L_1. Transítese y vísese nuevamente: L_2. Si el instrumento está corregido se tendrá: $L_1 = 360° - L_2$. Si esto no se verifica, hágase coincidir el vernier en su segunda posición y por medio del tornillo de tangencia del círculo vertical con el ángulo $\frac{L_1 - L_2}{2} - 180$. Al hacer esto, el punto visado ya no estará en el cruzamiento del retículo. Tráigase a él por medio del tornillo de corrección del círculo vertical.

5. *Corregir los niveles colocados sobre el anteojo y sobre el brazo de los nonios del círculo vertical.*—Después de hacer las correcciones anteriores póngase el vernier en 90°-270° y tráigase las burbujas al centro de sus respectivos niveles por medio de sus tornillos de ajuste.

(1) Véase figura adjunta.

6. *Corrección de la lente analítica.*—Mídase 100 m. en un terreno horizontal. En un extremo colóquese una mira y en el otro el taquímetro. Moviendo el tornillo de corrección respectivo se hará coincidir los hilos del retículo con las divisiones de la mira que corresponden.

Corrección del nivel Wye

1. *Hacer coincidir la línea de colimación con el eje de los collares.*—Hágase coincidir la intersección de los hilos del retículo con un punto lejano. Hágase rotar el anteojo en sus collares. Si el punto coincide durante la rotación el instrumento está corregido. En caso contrario hágase girar el anteojo de 180° (sobre los collares) y corríjase la mitad del error con los tornillos del retículo. La otra mitad con los tornillos nivelantes del instrumento. Repítase la prueba con un punto cercano. Si se encontrara que el instrumento estaba descorregido, para este caso, sería una indicación de que el objetivo está descentrado.

2. *Ajuste del retículo.*—El hilo horizontal debe estar realmente en esa posición. Para esto vísese un punto y hágase girar el anteojo alrededor del eje vertical, con el tornillo de tangencia. Si el hilo está horizontal el punto se moverá aparentemente sobre él. En caso contrario mover el retículo hasta obtener esa condición.

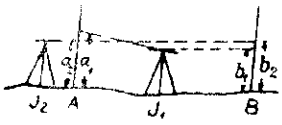
3. *Hacer que la línea de fe del nivel sea paralela a la línea de colimación.*—Colóquese el anteojo en la dirección de dos tornillos nivelantes. Llévese la burbuja al centro por medio de esos tornillos. Inviértase el anteojo en sus collares (objetivo donde estaba el ocular). Si la burbuja no queda centrada corríjase la mitad del error con el tornillo de corrección de la ampolleta y la otra mitad con los tornillos nivelantes. Debe verificarse, al mismo tiempo de hacer esta corrección, que los ejes del anteojo y de la burbuja no están cruzados. Para esto se hace girar el anteojo en sus collares. Si hay cruzamiento, la burbuja se desplazará. Corríjase el error con el tornillo que da movimiento lateral a la ampolleta. Como esta corrección puede alterar la anterior, verifíquese cuidadosamente aquélla.

4. *Hacer la línea de colimación perpendicular al eje vertical.*—Procédase de un modo análogo al 1 para las correcciones del taquímetro, corrigiendo la mitad del error con los tornillos de ajuste de los collares y la otra mitad con los tornillos nivelantes.

Corrección del nivel Dumpy

1. *Hacer la línea de fe del nivel perpendicular al eje vertical.*—Nivélese el instrumento en la dirección de dos tornillos. Gírese de 180° y corríjase la mitad del error con el tornillo del ajuste de la ampolleta. La otra mitad con los tornillos nivelantes.

2. *Ajuste del retículo.*—Igual al N.° 2 del nivel tipo Wye.



3. *Hacer la línea de colimación paralela a la línea de fé del nivel.*—Se eligen dos puntos A y B alejados de unos 100 m. (1). Se coloca el instrumento en J_1,

(2) Véase figara adjunta.

punto medio entre A y B, y luego en J_2 lo más próximo posible de A. Se hacenlas lecturas de mira, debiendo verificarse la condición: $a_1\ b_1 = a_2\ b_2$. Si no se verifica deberá moverse el retículo hasta que se tenga: $b_2 = a_2 - (a_1 - b_1)$. Ejemplo:

Lectura en J_1	Lectura en J_2	Corrección
$a_1 = 1.675$	$a_2 = 1.590$	$a_2 = 1.590$
$b_1 = 1.383$	$b_2 = 1.317$	$b_2 = 1.298$
Dif. = 0.292	$a_2 - b_2 = 0.273$	Dif. = 0.292

En este caso $a_1 - b_1 = 0.292$ es la verdadera diferencia, porque el instrumento está en el punto medio, entre A y B, habiéndose eliminado los errores instrumentales; a_2 puede considerarse como exacto, por la proximidad de la lectura, no alcanzando a influir el error instrumental. Se calcula entonces $b_2 = 1.590 - 0.292 = 1.298$. Se moverá, pues, el retículo hasta que se lea, desde J_2 en la mira B, 1.298 en vez de 1.317.

Constantes

$$\rho^\circ = \frac{180}{\pi} = 57.296$$

$$\rho' = \frac{180 \times 60}{\pi} = 3437.747$$

$$\rho'' = \frac{180 \times 60 \times 60}{\pi} = 206264.806$$

$$\frac{1}{\rho^\circ} = 0.0174533$$

$$\frac{1}{\rho'} = 0.0002909$$

$$\frac{1}{\rho''} = 0.00000485$$

$1^\circ = 1.111\ldots^g \qquad 1' = 1.85185\ldots^c \qquad 1'' = 3.08641975\ldots^{cc}$